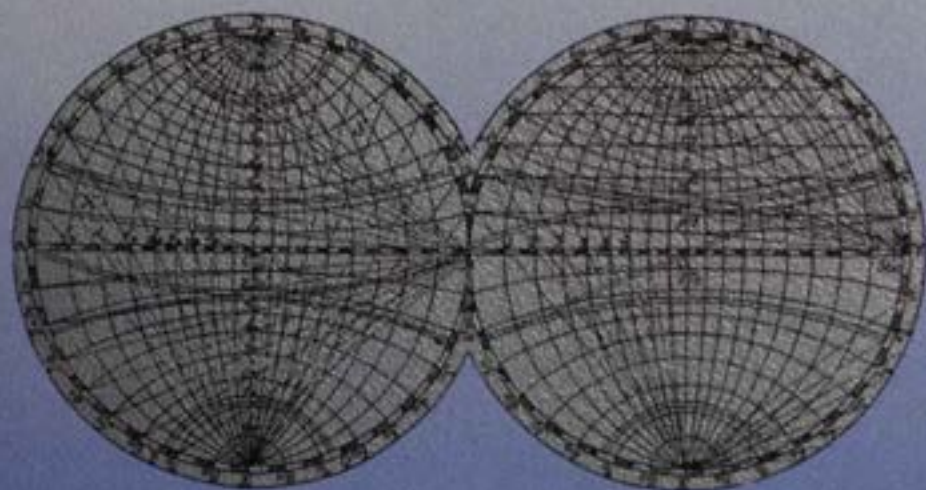




Manuel de Aguirre

*Indagación y reflexiones
sobre la Geografía
con algunas noticias previas
indispensables
(1782)*

*Edición y estudio introductorio
por Hecatero Capel*

*Catedra de Geografía Histórica
Facultad de Geografía e Historia
Universidad de Barcelona*

1981

COLECCION "PENSAMIENTO
Y METODO GEOGRAFICOS"

Editada por la Cátedra de Geografía Humana de la Universidad de Barcelona

1. FRED K. SCHAEFER:

Excepcionalismo en Geografía.
Traducción del inglés y estudio introductorio por HORACIO CAPEL, Barcelona, 1971, 2.ª Ed. 1974, 88 págs.

2. BERNHARD VARENIO:

Geografía General en la que se explican las propiedades generales de la Tierra (1650). Traducción del latín por JOSE MARIA REQUEJO. Edición y estudio introductorio por HORACIO CAPEL, Barcelona, 1974, 148 págs.

3. HORACIO CAPEL:

Estudios sobre el sistema urbano, Barcelona, 1974, 204 págs.

4. MANUEL DE AGUIRRE:

Indagación y reflexiones sobre la Geografía con algunas noticias previas e indispensables (1782). Edición y estudio introductorio por HORACIO CAPEL, Barcelona, 1981.

0700061568



INDAGACIÓN Y REFLEXIONES SOBRE
LA GEOGRAFÍA CON ALGUNAS
NOTICIAS PREVIAS
INDISPENSABLES (1782)

GU

EDICIÓN
DE LA IMPRENTA
DE SANTO DOMINGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 58TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637

Manuel de AGUIRRE

**INDAGACIÓN Y REFLEXIONES SOBRE
LA GEOGRAFÍA CON ALGUNAS
NOTICIAS PREVIAS
INDISPENSABLES (1782)**

Edición y Estudio Introductorio
por Horacio CAPEL

Cátedra de Geografía Humana.
Facultad de Geografía e Historia.
Universidad de Barcelona



EDICIONES
DE LA UNIVERSIDAD
DE BARCELONA

La presente obra es una edición facsímil obtenida a partir de un ejemplar de la edición primitiva.

Los posibles defectos en la impresión no son achacables a la manipulación de esta obra, sino a los originales de partida.

**COLECCIÓN "PENSAMIENTO Y METODO GEOGRÁFICOS" N.º 4
DEPARTAMENTO GEOGRAFÍA**

ISBN: 978-84-9168-794-8

Este documento está sujeto a la licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObra Derivada de Creative Commons, cuyo texto está disponible en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.



*A Antonio Bonet Correa,
que desde la historia del arte
ha realizado también contribuciones destacadas
a la historia de la ciencia.*

H.C.



MANUEL DE AGUIRRE Y LA NUEVA GEOGRAFÍA ESPAÑOLA DEL SIGLO XVIII

por Horacio CAPEL

En 1740 Maupertuis publicaba en París unos *Éléments de Géographie* en los que trataba del gran problema teórico que le había conducido poco antes a Laponia: el de la forma y magnitud de la Tierra. En plena polémica con los miembros de la Académie des Sciences, y en particular con Cassini, sobre el valor que había que conceder a las medidas de arco del meridiano efectuadas cerca del Polo norte, Maupertuis abordaba este problema para exponer en su obra los puntos de vista en liza y presentar sus propios resultados, que confirmaban las deducciones de Newton. Esta comprobación empírica de las tesis de Newton debería zanjar una larga y enconada polémica sobre la magnitud y el sentido del achatamiento terrestre. Pero al mismo tiempo, permitía establecer “los principios de una geografía nueva”, a cuya fundamentación

pensaba contribuir con su obra el científico francés.¹

No era la primera vez —ni sería la última— que se afirmaba la necesidad de una “geografía nueva”. Los hombres del Renacimiento habían sentido ya esta exigencia, primero al conocer la “Geografía” de Ptolomeo, y más tarde al emprender la tarea de rectificarla introduciendo en ella las tierras nuevamente descubiertas. Las relaciones de viajes y descubrimientos obligaron a corregir la obra del geógrafo alejandrino, y los atlas de Ortelio, Mercator, Janson y Blaeuw, entre otros, ayudaron a establecer y difundir una nueva imagen del planeta, contribuyendo con ello al desarrollo de una geografía verdaderamente nueva.

Pero la gran polémica planteada en el siglo XVII sobre el tamaño de la Tierra y sobre su figura exacta introdujo, como se sabe, un grave elemento de inseguridad en la ciencia geográfica. Los cálculos efectuados en el seiscientos a partir de la medida del valor del grado del meridiano daban resultados bastante dispares: 57.033 toesas por grado en los cálculos de Snellio y 62.650 en las de Riccioli. Ello suponía que la Tierra era una octava parte mayor en una medida que en otra. Pero, además, las observaciones de Richer en Cayenne en 1672 mostraban un retraso en la oscilación del péndulo en el ecuador, lo que representaba —una vez excluidos los efectos del calor— que el peso de un objeto era diferente en los distintos puntos de la Tierra, y por consiguiente, que la forma de ésta

1. La 1.ª ed. de los *Éléments de Géographie* apareció en 1740 sin nombre de autor. El nombre de Maupertuis sólo se encuentra en la 2.ª publicada también en París en 1742. He utilizado la edición de sus obras completas, París, 1756. La frase citada de Maupertuis sobre la “geografía nueva” aparece en el Prefacio.

no podía ser la de una esfera perfecta. Los cálculos de Huyghens y de Newton permitieron concluir que la Tierra tenía figura esferoidal, con un achatamiento polar, pero las medidas del grado del meridiano realizadas por Picard y Cassini en Francia llegaban a resultados diferentes, lo que introducía una gran incertidumbre en aspectos esenciales de esa ciencia de la Tierra que era la geografía.

La resolución empírica de este problema sólo podía hacerse con medidas precisas del valor del grado del meridiano en el polo y en el ecuador. Maupertuis formó parte de la expedición que se dirigió al primer lugar, y el resultado de sus cálculos confirmaba plenamente la tesis de Newton y permitía así el paso a esa "geografía nueva" en la que no existían ya dudas sobre la figura y magnitud de nuestro planeta. Los levantamientos cartográficos, así como los cálculos sobre la determinación del rumbo y posición de los navíos, podían realizarse, por ello, con una base segura que hasta entonces no había existido.

En España, esta geografía nueva, exacta y rigurosa, podía también desarrollarse desde la mitad del siglo XVIII gracias a la participación de Jorge Juan y de Antonio Ulloa en la medida del grado de meridiano en el ecuador. En cierta manera, las *Observaciones Astronómicas y Physicas* (1748) redactadas por Jorge Juan permitían también en España el paso a esa geografía nueva, y su autor era bien consciente de las consecuencias positivas que sus cálculos tenían "para la Geografía y la Navegación".²

2. JUAN, 1748 Introducción. El desarrollo de la expedición es relatado de Ulloa, 1748. Véase también CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas*, 1981, cap. III.

Pero ni Jorge Juan ni Antonio Ulloa emprendieron nunca la redacción del nuevo tratado de geografía que sus observaciones exigían y, a la vez, permitían. Sin duda, sus múltiples y fructíferas actividades se lo impidieron.³ Pero su labor no quedó sin eco. Y quizás la obra que más decidida y coherentemente refleja en nuestro país esa pretensión de abrir el camino hacia una geografía nueva sea precisamente la de Manuel de Aguirre *Indagación y Reflexiones sobre la Geografía*, publicada en 1782.

Cuando Aguirre redactó su libro las obras de geografía disponibles en el mercado español no eran muy abundantes. Por ello, además de contribuir a fundamentar esa nueva geografía que pretendía Maupertuis, venía también a llenar un importante vacío bibliográfico en el panorama de la geografía astronómica y física española.

Como parte de las disciplinas matemáticas, la geografía era explicada durante la edad moderna en las cátedras de Matemáticas de las universidades y centros superiores. Matemáticos del círculo jesuitico madrileño,⁴ de la Academia Militar de Bruselas,⁵ y del movimiento novador valenciano⁶ habían escrito obras de geografía en el último cuarto del siglo XVII, las cuales se siguieron usando durante toda la pri-

3. Acerca de la actividad científica de estos autores véase CAPEL, *Geografía y Matemáticas...*, 1981, caps. III y V.

4. CAPEL, Horacio: *La geografía como ciencia matemática mixta, La aportación del círculo jesuitico madrileño en el siglo XVII*, 1980.

5. CAPEL, Horacio: *La geografía española en los Países Bajos a fines del siglo XVII*, 1981.

6. CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas...*, 1981, cap. I.

mera mitad del setecientos. En este siglo, el *Compendio Mathematico* del padre Tosca, publicado entre 1707 y 1715, incluía también un tratado de geografía que fue muy utilizado por todos los que querían penetrar en el contenido físico-matemático de dicha ciencia; y la reedición de 1757 muestra que tenía una gran demanda y que se siguió usando todavía en la segunda mitad del siglo.

Los tratados de Cosmografía y Navegación realizados para uso de los alumnos de las Academias de Guardias Marinas, y los de Matemáticas para uso de los Ingenieros Militares facilitaban también conocimientos de esfera y geografía.⁷ En las universidades se usaban una u otra de las obras anteriores, o bien la traducción del librito de Robert de Vaugondy *Usos de la Esfera y Globos* realizadas por Diego de Torres y Villarroel y su sobrino Isidoro Ortiz Gallardo para contribuir a la renovación de las enseñanzas de geografía que se impartían en la cátedra de Matemáticas de la Universidad de Salamanca y, en particular, para facilitar el manejo y uso de los aparatos y esferas importadas de París con dicho fin.⁸

Otros tratados, como la *Clave geográfica* que el padre Enrique Flórez redactó como preliminar a su *España Sagrada* (1747), y la traducción de la obra de Pedro du Val *Usos del Globo y del Mapa* (1740), realizada por el militar Luis de Losada, facilitaban también conocimientos matemáticos de geografía,

7. CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas en la España del siglo XVIII*, 1980, cap. IV.

8. CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas en la España del siglo XVII*, 1981, cap. II.

pero a un nivel más elemental, y no podían ser por ello usadas en la enseñanza superior.⁹

En este pobre panorama, varias obras contribuyen a la renovación de la enseñanza de la geografía al comenzar el último tercio del setecientos. Una de ellas es un tratado de Matemáticas que todavía —quizás por última vez— incluye a la geografía entre estas disciplinas: los *Principios de Matemáticas* de Benito Bails, director de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando, el cual había escrito por encargo de dicha institución unos *Elementos de Matemáticas*, publicados en 10 volúmenes entre 1772 y 1783, y dio a la imprenta también unos *Principios* resumidos en los que se incluye la geografía. Otra es la obra *Principios Geográficos aplicados al uso de los Mapas* del Geógrafo de los Dominios de Su Majestad Tomás López, publicados en dos volúmenes en 1775 y 1783.¹⁰ A ellas hay que añadir los nuevos tratados de Cosmografía y Navegación que se editaron tras las reformas de la Marina en 1780 y 1790, tratados en los que se incluían nociones que tradicionalmente se habían considerado como geográficas.¹¹

Por último, entre estas obras geográficas de la segunda mitad del siglo XVIII hay que destacar la de Manuel de Aguirre: *Indagación y Reflexiones sobre la Geografía con algunas noticias previas indispensables*, publicada en 1782 y que desde el punto de vista de la historia de la geografía es seguramente la más

9. Omitimos aquí la consideración de toda una serie de obras elementales de geografía, que serán objeto de un estudio aparte.

10. Véase CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas...*, op. cit., cap. VI.

11. CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas*, op. cit., cap. VIII.

interesante de todas y, sin duda, la que con más propiedad puede considerarse heredera del proyecto de Maupertuis de fundamentar una "geografía nueva".

El autor y la obra

Los datos que he podido reunir sobre la personalidad de Manuel María de Aguirre son escasos, aunque bastan para darnos una primera idea de su personalidad y de sus actividades.

El origen de la *Indagación y Reflexiones sobre la Geografía* procede de los esfuerzos que en los años 1770 se emprendieron para reformar el ejército español. Por aquellos años Alejandro de O'Reilly, inspector general de la Infantería, se esforzaba por elevar el nivel de las enseñanzas impartidas a los oficiales del ejército y encargó la realización de diversos textos destinados a este fin.

Uno de ellos fue encomendado a Jerónimo de Capmany y Benito Bails, y dio origen a unos *Tratados de Matemáticas* publicados en 1772; en ellos se incluían unos elementos de Aritmética y Geometría para el uso de las Escuelas de Cadetes establecidas en todos los Regimientos de Infantería.¹² Detrás de este encargo estaba seguramente la voluntad de Jorge Juan, porque Bails al redactar el *Elogio* de este marino incluido en sus *Elementos de Matemáticas* afirma que lo hace porque "fue voto fue empeño suyo" el que se le encargaran a él los citados *Elemen-*

12. SEMPERE Y GUARINOS, 1795, I, pág. 180; CAPMANY Y BAILS, 1772.

tos, y puede sospecharse que de aquí vendría también el encargo de O'Reilly.

Otra de estas obras fue precisamente encomendada a Manuel de Aguirre, con el fin de mejorar la enseñanza de la geografía en la Escuela Militar y Real Establecimiento de Ávila, como él mismo nos dice.¹³ La Escuela se fundó en 1774¹⁴ y el encargo podría haberse producido antes de 1775, ya que en esta última fecha el conde de O'Reilly fue apartado de sus cargos principales como consecuencia del fracaso de la expedición a África mandada por él, y se le dieron funciones de menor importancia en las provincias. De todas formas, Aguirre afirma en otro lugar que redactó la *Indagación* geográfica mientras estuvo encargado en la Academia de Ávila de explicar "esta parte de las Matemáticas y los principios de la cosmografía", precisando que dicho encargo docente le fue realizado en 1779.¹⁵

Durante los años de estancia en Ávila, Aguirre participó seguramente en el movimiento intelectual de la ciudad. El hecho de que luego se interesara repetidamente por temas de Ávila y esgrimiera informacio-

13. CLONARD, 1847, pág. 59. La Escuela fue dirigida por O'Reilly, que propuso el Plan de Estudios.

14. Véase AGUIRRE, 1782, Prólogo.

15. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo e Idea de la Geografía*, 1787, pág. 174; y *Carta del Militar Ingenuo sobre Geografía*, 1788, pág. 867. En este último artículo escribe que redactó la *Indagación* en la Academia Militar de Ávila "en aquellos añexos tiempos en que se creyó era indispensable una exactitud nimia, mucho estudio, aplicación constante y claras nociones del *Arte de la Guerra* para llegar a ser útiles oficiales y hacerse dignos de los altos empleos e importantes encargos que confían el Soberano y la patria al desempeño de un militar".

nes de aquella ciudad así parece demostrarlo.¹⁶ Durante los años 1770 debió de tener diversos destinos, porque él mismo alude a su "vida poco estable por la continua variedad de destinos" a que le obliga su profesión.¹⁷

Más tarde, el Capitán Graduado Manuel María de Aguirre, ayudante Mayor del Regimiento de Caballería de Borbón, fue nombrado Director de una de las Compañías del Real Colegio Militar de Caballería de Ocaña. Estando allí en 1780 presentó su obra de geografía ya terminada a la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País, la cual la aprobó elogiosamente, y le nombró Individuo B. L. de ella.¹⁸ En Ocaña se ocupó también de la organización de un Diccionario de historia militar, al que seguiría prestando atención durante los años siguientes.¹⁹

16. En el "Correo de Madrid" se publicaron diversos Informes y Representaciones remitidas por Aguirre desde Algeciras, y que éste presentaba como redactados por personas de aquella ciudad. Por ejemplo, el 1 de noviembre de 1787 remitía un discurso sobre la mendicidad que le había sido enviado de allí (AGUIRRE, *Discurso sobre la mendicidad*, 1788); el 8 de octubre de dicho año mandaba la Representación de un Procurador de la Ciudad de Ávila (AGUIRRE, *Discurso en defensa: 1, de las buenas costumbres...*, 1788). Ambos escritos estaban fechados en Ávila diez años antes, en noviembre de 1777, fecha en la que seguramente Aguirre se encontraba allí. También escribió un discurso con motivo de la erección de la Sociedad Patriótica de Amigos del País de Ávila (AGUIRRE, *Discurso presentado con motivo de la erección...*, 1787).
17. AGUIRRE, Manuel, *Indagación*, pág. 335. Sobre la movilidad del Regimiento de Caballería Borbón, al que Aguirre perteneció, véase GLEDINNING, 1962, pág. 118 y nota 73.
18. Véase el informe favorable incluido en AGUIRRE, 1782; *infra*, págs. I-XI.
19. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo sobre el Diccionario Militar*, 1788. Afirma que el diccionario se inició durante el tiempo en que estuvo en Ocaña. Datos sobre esta Academia en CLONARD, 1847.

Durante los años ochenta desplegó una gran actividad intelectual. En 1782 al publicarse la *Indagación* en Madrid, Aguirre era ya Teniente Coronel. En 1784 fue probablemente una de las personas que recibieron de la Academia de la Historia el encargo de colaborar en la elaboración del *Diccionario Geográfico-Histórico* encomendándosele la redacción de las noticias referentes a Guipúzcoa.²⁰ En 1785, siendo Comandante del distinguido Escuadrón de Caballeros Cadetes de Caballería, redactó un *Sistema de Sociedades patrióticas y de Seminarios o Casas Públicas de Educación*, impreso en Madrid por Ibarra, y en el que expone sus ideas sobre el establecimiento de un Seminario Patriótico Aragonés, cuya dirección estaría encomendada a la Real Sociedad Aragonesa de Amigos del País.²¹ Desde octubre de 1786, por lo menos, se encuentra destinado en Algeciras, todavía como Teniente Coronel Agregado en el Regimiento de Caballería de Borbón, y desde allí realiza una activa labor publicística a través de las cartas y artículos que envía al "Correo de Madrid", bajo el pseudónimo de "El Militar Ingenuo".²² Estudiando este periódico se

20. CAPEL, Horacio: *Los Diccionarios geográficos de la Ilustración española*, 1981, pág. 29. Puede suponerse, en razón del tema, que la persona encargada fue Manuel María de Aguirre, y no Manuel Ignacio de Aguirre; este último era en 1779 director de la Sociedad Económica de Amigos del País de San Sebastián, entidad cuya fundación se solicitó en aquel año, y que no fue aprobada por la oposición de la Sociedad Vascongada (Cit. en DEMERSON, DEMERSON y AGUILAR PIÑAL, 1974, pág. 275). Resulta extraño, de todas formas, que nuestro Aguirre no haga alusión a este encargo en sus artículos del "Correo de Madrid".

21. BLANCO, 1907.

22. La identificación de este pseudónimo se realiza por el editor del periódico en la lista de suscriptores del vol. II del "Correo de Ma-

tiene toda la impresión de que Aguirre era un elemento destacado en este proyecto editorial, de cuya significación luego hablaremos. En los años 1787 y 1788 envió, siempre desde Algeciras, colaboraciones que se publicaron en más de 60 números del periódico, sobre temas de economía política, arte militar, educación, literatura y geografía.²³

Seguramente Aguirre debería de sentirse en aquellos años gravemente postergado en su carrera profesional. Quizás experimentaba los mismos sentimientos que años antes había sufrido su compañero José Cadalso, oficial como él del Regimiento de Caballería Borbón, el cual había luchado durante muchos años por conseguir unos ascensos que creía merecer, y que luego moriría trágicamente en el sitio de Gibraltar (1781) un mes después de lograr el grado de Coronel de Caballería. Un sentimiento similar de descontento y desesperanza en la carrera militar parece reflejarse en los escritos de Aguirre, y en particular en su crítica obsesiva de los ascensos profesionales logrados únicamente a partir de la "antigüedad" en el empleo.²⁴ Es este descontento el que seguramente le inspiran estas amargas palabras:

drid" (abril, 1788), y se confirma, además, por los artículos que el *Militar Ingenuo* dedicó a geografía y las alusiones que hace al *Sistema de Sociedades Patrióticas*.

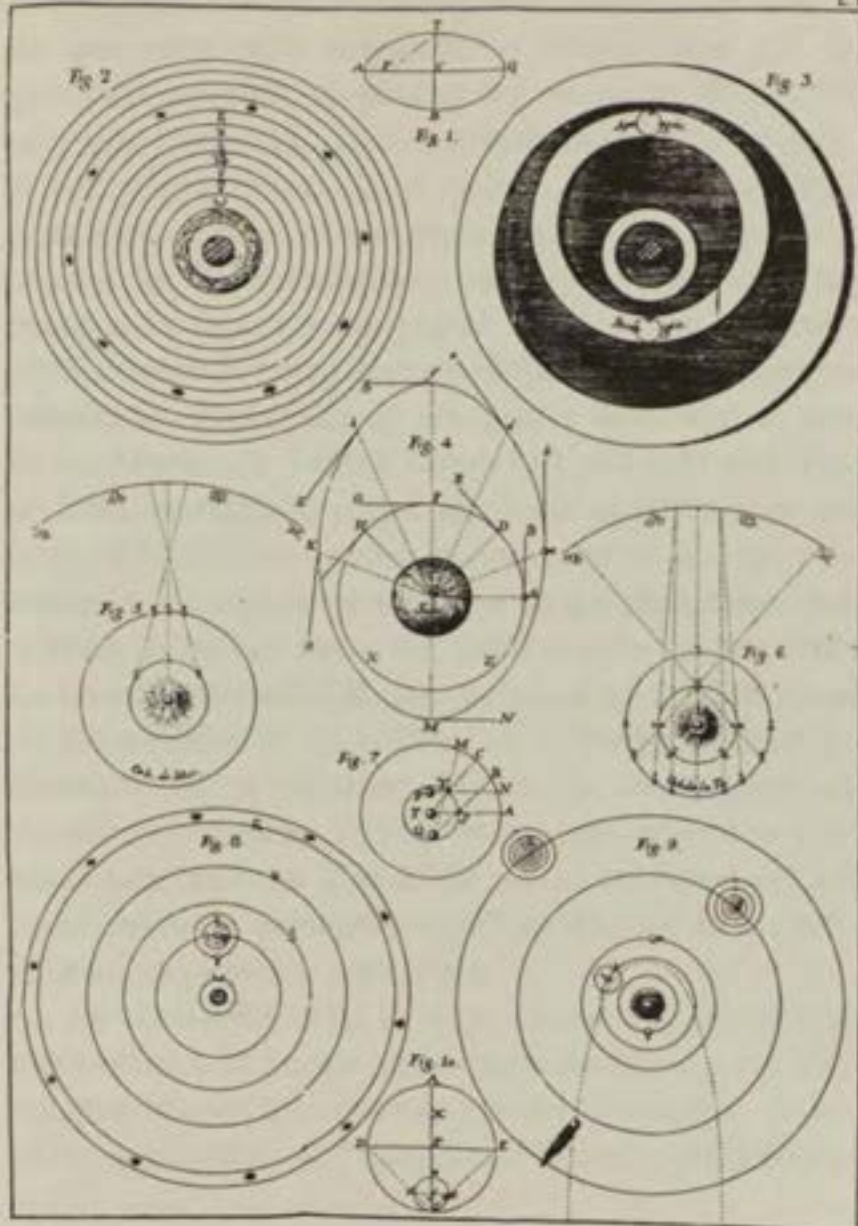
23. Véase la Bibliografía de Aguirre al final de esta Introducción.
24. Por ejemplo en la *Carta del Militar Ingenuo sobre el Diccionario Militar* (1788), discute los conceptos de "antigüedad", "ascenso" y "premio". También en su *Carta sobre la Geografía* (1788) escribe que el arte militar requiere estudio y que en el ejército no puede valer sólo la antigüedad.

"Solicitan otros tener fuerzas o Exercitos disciplinados que puedan hacer frente a todos sus enemigos; pero echando mano para formar la constitución de sus diferentes clases, de la gente más despreciable de la república y de jóvenes desaplicados o perezosos viejos, que solo reconocen por mérito la antigüedad, adquirida en un ocioso y frio despego a la profesión vasta que exercen y descuidando la análoga educación, que es indispensable, dejan sin estímulo, sin vigor sin delicadez y cadavérico el cuerpo que habia de sostener los altos y grandes intereses de la Sociedad." ²⁵

Es probable que la evolución de la política española en los años siguientes aumentara su visión crítica y desesperanzada. En cualquier caso, en 1789 se interrumpe bruscamente la colaboración de "El Militar Ingenuo" en el periódico, aunque es posible que sean de él algunos artículos sin firma que se publicaron en ese año.²⁶ No es arriesgado atribuir esta interrupción a una orden de sus superiores, por el tono crítico que empleaba en sus cartas, y por las medidas que se adoptaron tras las noticias de los sucesos revolucionarios de París. Años más tarde, interesado todavía por la renovación de las enseñanzas del arma de Caballería, tradujo del francés, siendo ya Brigadier, los *Principios esenciales para la Caballería* del

25. AGUIRRE, *Discurso sobre la Educación*, 1787, pág. 545.

26. Puede suponerse eso de algunos de los temas que se trataron, referentes a cuestiones en las que Aguirre estaba muy interesado: las sociedades patrióticas, el lujo, la educación, el diccionario militar. En cualquier caso Aguirre consta como suscriptor del "Correo de Madrid" entre 1787 (en que después de los grandes títulos y personajes políticos, figura con el n.º 11, lo que podría indicar su temprana vinculación al periódico) y 1790.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS



CHICAGO, ILL. U.S.A.

caballero Jean François Le Mouton de Boisdeffre, publicados en Madrid en la Imprenta Real en 1792.²⁷

Como geógrafo Aguirre destaca, sobre todo, por la *Indagación*. Con este libro realizó una de las obras de geografía más originales e interesantes del siglo XVIII español. Seguramente no se había escrito otra tan coherente, clara y sistemática desde fines de la centuria anterior. Es, al menos, la que más claramente extrae las consecuencias de los resultados obtenidos en las expediciones de Laponia y Perú respecto a la figura y magnitud de la Tierra. La otra obra contemporánea que en España podría comparársele, los *Principios de Geografía aplicados al uso de los Mapas* de Tomás López (1775-1783) está, por un lado, demasiado orientada hacia cuestiones de interés cartográfico —como la discusión de los tipos de mapas y las diferentes medidas de las distancias, que ocupan la mayor parte del volumen II— y, por otro, excesivamente influida por la estructura tradicional de los tratados de la esfera, cuyo diseño habitual se mantiene en el volumen I. Con la *Indagación* de Aguirre, en cambio, es una obra nueva la que se presenta una obra en la que los temas tradicionales no están ausentes, pero se integran en un plan de conjunto más moderno y coherente.

La modernidad de la obra deriva también de los autores que se usan más frecuentemente en ella. Aguirre afirma que cuando recibió el encargo de escribir la geografía le “fue preciso hacer apuntes,

27. BOISDEFFRE, 1792. Se trata de la traducción de los *Principes de Cavalerie* par M. le Chevalier de Boisdeffre... Paris, 1788, 211 págs.

“reflexionar y escribir noticias”. Quiénes fueron los autores a los que acudió puede deducirse un poco de las citas que incluye a lo largo de su obra.

Ante todo, Jorge Juan. El autor de las *Observaciones Astronómicas y Physicas* y del *Examen marítimo* aparece citado en varias ocasiones, y siempre de tal forma que se nota que es también aquí, como en otras obras de la segunda mitad del setecientos, el estímulo y la fuente esencial. Es a través de sus publicaciones y de sus orientaciones que muchos científicos españoles se pusieron en contacto con la gran polémica científica referente a la magnitud y figura de la Tierra. Y es apoyándose en su inmenso prestigio que la concepción copernicana pudo al fin imponerse en la España de la segunda mitad del siglo XVIII.²⁸

Junto a Jorge Juan y Ulloa, las alusiones a los académicos franceses que participaron también en la medida del grado del meridiano (Maupertuis, Clairaut, Le Camus, Lemonier, Outhier, Celsio, Bouguer, La Condamine y Godin). Uno de ellos fue traído a España, como se sabe, por Jorge Juan, y nombrado profesor de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz a mediados del siglo, con lo que los canales para el conocimiento de aquella gran experiencia se multiplicaron. Al lado de ellos aparecen los otros académicos y astrónomos franceses que de una u otra forma participaron en la polémica, y contribuyeron posteriormente al desarrollo de la astronomía: Cassini, La Hire, el abate La Caille y las publicaciones de la Académie des Sciences de Paris, que Aguirre se-

28. Referencias concretas a Jorge Juan aparecen en AGUIRRE, 1782, págs. 13, 25, 95, 169, 281, 296.

guía puntualmente y que aparecen citadas incluso en números muy recientes, correspondientes a 1778.²⁹ También se cita, y se utiliza el *Tratado de navegación* de Bezout, que se había publicado en 1769.

A los franceses se unen los matemáticos y astrónomos ingleses. En primer lugar Newton, cuyas tesis se demostraron correctas con las medidas ecuatorial y polar del grado del meridiano. La magnitud de esta figura científica aparece bien resaltada en la obra de Aguirre, que sin duda es una de las que contribuyeron a la difusión de sus ideas en España. Junto a Newton los astrónomos que durante el seiscientos y setecientos hicieron avanzar decididamente la astronomía y el conocimiento de ciertos aspectos de nuestro planeta: Edmund Halley, John Flamsteed, James Bradley, el descubridor de la aberración de las estrellas, William Whiston y Patrick Murdoch.

Aunque la parte esencial de la obra corresponde a lo que podríamos llamar geografía matemática y astronómica, Aguirre se interesa también por cuestiones relativas a la constitución física de la Tierra. La obra de Buffon —que sería traducida por aquellos años al castellano— es citada en varias ocasiones,³⁰ a la vez que se alude a la polémica suscitada en Gran Bretaña por la *Theoria Sacra* de Burnet y la impugnación de las mismas por Keill. Además de todo ello, Aguirre utilizó, sin duda, también diversas geografías anteriores, ya que hay numerosos temas clásicos que aparecen tratados en su obra. En concreto cita en la conclusión las obras geográficas de La Croix, Robert

29. Véase AGUIRRE, 1782, pág. 36.

30. AGUIRRE, 1782, pág. 251, sobre vientos, y 330.

de Vaugondy, Salmon, Gordon y Morellet, aunque las pondera sobre todo por su valor para la geografía descriptiva.

El verdadero significado de la obra de Aguirre sólo se comprende cuando se la sitúa en el ambiente científico de su época, y en particular, cuando se valora la clara posición que adopta en dos cuestiones que fueron objeto de discusión en la ciencia española del setecientos: la polémica sobre los sistemas del mundo y la validez de las tesis de Copérnico, por un lado; y la difusión en España de las nuevas ideas sobre la figura de la tierra, por otro. Este último está, a su vez, intimamente ligado al problema de la aceptación de la obra de Newton en nuestro país. Dedicaremos atención a estas dos cuestiones antes de examinar las ideas geográficas y sociales de nuestro autor.

La difusión del copernicanismo en el siglo XVIII

Uno de los aspectos destacables de la obra de Aguirre es su clara afirmación de la validez del sistema copernicano. La producción científica de Jorge Juan se había demostrado en este sentido eficaz, y así Aguirre podía proclamar ya decididamente su adhesión al sistema copernicano.

Pero la batalla no había sido sencilla. Y la aparición de obras como la *Indagación* no debe hacernos olvidar que la lucha no estaba todavía cerrada, puesto que la concepción ptolomeica seguía difundándose en los niveles inferiores de la enseñanza, y por supuesto, constituía aún la imagen del universo vigente en la cultura popular.

Que la batalla no había sido fácil lo muestra la pervivencia de tesis anticopernicanas en obras científicas españolas del siglo XVIII.³¹

La actitud jesuitica consistente en aceptar el sistema copernicano a título de hipótesis, negando su realidad, había permitido, al menos, la exposición pública de las tesis copernicanas, aunque en el momento decisivo se afirmara siempre la doctrina de la Iglesia contraria a dicha tesis.³² El peso de la censura eclesiástica era realmente decisivo y se ejercía muy rigurosamente en materias de religión y moral, pero también en cuestiones científicas que tocaban a las concepciones sostenidas por la Iglesia. De hecho, no sólo las obras expresamente incluidas en el *Índice* de autores prohibidos, sino también el conjunto de la producción de sus autores quedaba afectada por las prohibiciones, y hasta para citarlas era preciso excusarse. Como hizo el editor del *Epítome de la Biblioteca de Leon Pinelo* (1737) al advertir que "ha sido preciso colocar algunos Heterodoxos en los títulos que corresponden a sus Tratados, tan remotos de Materias de Religión que evitan el escándalo".

El mismo Jorge Juan tuvo problemas en el momento de la impresión de sus *Observaciones Astronómicas y Physicas* (1748), aunque éstas pudieron al

31. Véase, por ejemplo, los datos que sobre ello aduzco en CAPEL, Horacio: *La personalidad geográfica de Varenio*, 1974 y CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas...*, 1981. Juan VERNET (1972 y 1974) y Victor NAVARRO BROTONS (1974) se han ocupado más extensamente de este tema.

32. Los jesuitas habían ido exponiendo cada vez más libremente las tesis copernicanas, como demuestra las *Conclusiones Cosmográficas del uso de los Globos Celeste, Terrestre y esfera copernicana* que presidió el padre Gaspar Alvarez en Madrid en 1740.

fin resolverse, y con ello se dio un paso decisivo para el triunfo de las tesis copernicanas en España.³³ En el prólogo de la segunda edición de esta obra (1773), el ilustre científico advierte que “entre las experiencias y demostraciones que se exponen en esta obra hay varias que respiran a favor del *Systema* conocido generalmente por el nombre de *Copernicano* y que por suponerse opuesto a las Sagradas Letras fue declarado en Roma, por la Congregación de Cardenales Inquisidores, *sospechoso de heregía*”; pero aclara: “no había entonces el cúmulo de fundamentos con que hoy se puede pensar al contrario; y ciertamente que a tenerlos no hubiera habido quizás ni la sola sospecha que se temió”. Por ello Jorge Juan añadió a dicha edición un *Estado de la Astronomía en Europa*, y *Juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los Systemas del Mundo, para que sirva de guía al metodo en*

33. En la *Carta que a mediados del año 1748 escribió el padre Larramendi al padre Guillermo Francisco Berthier, director de la revista científica titulada “Mémoires de Trévoux”, el jesuita español alude al certamen matemático dirigido por Terreros Pando y a la inclusión en él de cuestiones sobre la esfera copernicana y explica una “curiosidad” respecto a la obra de Jorge Juan, que estaba a punto de publicarse: “y es que en la obra de don Jorge, y especialmente en su prólogo, el inquisidor general y calificadores arrugaron mucho la frente; como que se escandalizaban de la opinión del movimiento de la Tierra, sin respeto a la condenación de Roma en el triste Copérnico y Galileo. Pero el Padre Burriel citado esgrimió la espada de su erudición con tan buena fortuna que convenció a unos y a otros, y quedó triunfante, y sin mudarse nada en la obra, más que suponerlo como hipótesis, que aun así no ha sido poco que nuestra Inquisición con sus escrúpulos sobrados no la haya mandado suprimir, y pueda contarse por un milagro. Y con esto el Padre Terreros sigue en sus conclusiones el mismo camino, sin que nadie le haya salido al encuentro”. En LARRAMENDI, 1882, págs. 285-286.*

que debe recibirles la Nación sin riesgo de su opinión y de su religiosidad. En él razona en favor de Copérnico con argumentos "del mayor de los Philosophos, el gran Newton": "No hay Reyno que no sea Newtoniano y por consiguiente copernicano", afirma. Añade que hasta que los que se opusieron a Galileo ya se arrepentían de ello y que en la misma Italia se enseñaba a Copérnico y Newton "incluso por religiosos". Y concluye:

"¿Será decente con esto obligar a nuestra Nación a que después de explicar los Systemas y la Philosophia Newtoniana, haya de añadir a cada phenomeno que dependa del movimiento de la Tierra: *pero no se crea éste, que es contra las Sagradas Escrituras*? ¿No será ultrajar éstas el pretender que se opongan a las mas delicadas demostraciones de Geometria y Mechánica? ¿Podrá ningún Católico sabio entender esto sin escandalizarse? Y quando no hubiera en el Reyno luces suficientes para comprehenderlo ¿dexaria de hacerse risible una Nación que tanta ceguedad mantiene?

No es posible que su Soberano, lleno de amor y de sabiduría tal consienta: es preciso que vuelva por el honor de sus vasallos; y absolutamente necesario que se puedan explicar los Systemas sin la precisión de haberlos de refutar: pues no habiendo duda en lo expuesto, tampoco debe haberla en permitir que la ciencia se escriba sin semejantes sujecciones." ³⁴

El alegato de Jorge Juan no fue ineficaz y, de hecho, todas las grandes obras científicas españolas del último cuarto del siglo son ya copernicanas. Algunos todavía tenían que hacer advertencias aclaratorias, como Benito Bails que en el volumen III de sus *Principios de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando* (3.^a ed. 1795) advierte que "incluye este

34. JUAN, *Observaciones Astronómicas y Phísicas*, 2.^a Ed. 1773.

tomo una novedad que acaso dará que decir a muchos y es que en los principios de Astronomía demostramos el sistema copernicano o la opinión del movimiento de la Tierra"; justificando así esta posición: "una vez que la tenemos por verdadera y es su objeto un punto de la Filosofía natural, no cabía en nuestra franqueza disimularlo".

Otros adoptaron una actitud más decidida, como hizo Gabriel Ciscar, que en su *Curso elemental de estudios de Marina* (1803) escribe que "hace mas de un siglo que todos los grandes Matemáticos tienen por absurdas las hipótesis monstruosas de Tolomeo, Tico, etc. y unánimes convienen en que el verdadero sistema del mundo" es el copernicano; y añade agresivamente:

"a los que no se hallen en estado de comprender los maravillosos efectos que resultan de los movimientos de rotación y traslación de nuestro Planeta, vale más que se les dexe en la ignorancia, que el que se los imbuya en un error, explicándoles los fenómenos que constituyen el objeto principal de la Cosmografía, según la hipótesis absurda del movimiento diurno de las enormes moles celestes en torno al diminuto globo de la Tierra." ³⁵

La misma actitud decidida aparece también en Isidoro de Antillón, que alaba y defiende a Copérnico en varios pasajes de sus *Lecciones de Geografía* (1804-1806).³⁶ Y que en la traducción que realizó de la *Idea de la Esfera* de Bonne (1806, 2.^a Ed. 1812) escribe que "el sistema copernicano de ninguna manera se opone a la Biblia; y se defiende sin la menor nota

35. CISCAR: *Curso elemental*, 1803, vol. III, cap. III, y pág. IV.

36. ANTILLON, Isidoro: *Lecciones de Geografía*, vol. I, 1804, págs. 24, 117, 124, 198 y 208-209.

de impiedad a pesar de los clamores del fanatismo supersticioso, siempre compañero de las tinieblas y de los errores".³⁷

Como resultado de toda esta evolución, a fines del siglo XVIII las obras de Astronomía aceptaban ya corrientemente a Copérnico y se hacían ya exposiciones históricas de su sistema. Así en la segunda edición de la obra de Medauro Grulla *Arte de gobernar los relojes por la equación del tiempo* (1792) se añade la explicación de los círculos de la esfera y una breve descripción del sistema copernicano, a la vez que se da noticias de los últimos descubrimientos astronómicos realizados por Herschel. Incluso en las obras de enseñanza o de divulgación científica escritas por eclesiásticos se acepta ya en esos años el sistema copernicano. Nos limitaremos a dar tres ejemplos que demuestran tal aceptación.

Uno bien conocido es el del *Viaje Estático al Mundo Planetario* del jesuita Lorenzo Hervás y Panduro, obra que representa bien la influencia del racionalismo ilustrado en la Iglesia, ya que proclama el primado de la razón natural para la comprensión de la naturaleza y para llegar a Dios, y defiende que el hombre "debe caminar y adelantar con tenacidad en las ciencias físicas, hasta encontrar sus límites, que el Criador le ha impuesto, y debe despreciar como vano y pueril el temor de los que por ignorancia o superstición creen descubrir o encontrar en la naturaleza obras o verdades que contradigan a la infalibilidad de la revelación divina".³⁸ Hervás acepta plenamente la

37. BONNE: *Idea de la Esfera*, 2.^a Ed., 1812, pág. 61.

38. HERVAS Y PANDURO, L.: *Viaje Estático*, 1793, I, pág. IX.

concepción copernicana del universo, ya que el viaje que realiza el autor, por el mundo planetario —siguiendo el modelo del *Iter exctaticum* de Kircher—³⁹ parte del Sol y expone seguidamente la composición y movimientos de los diferentes planetas del sistema solar, entre los cuales se encuentra la Tierra.

Otro es el *Nuevo Tratado de la Esfera* (1795) del padre Francisco Vázquez, clérigo regular de San Cayetano, obra destinada a la enseñanza de la juventud, y en la que se exponen los tres sistemas habituales y se afirma que el de Copérnico “es el mas claro, el mas bien verificado y el mas seguido de todos”.⁴⁰

El tercer ejemplo que puede citarse es el de la obra del ex jesuita francés François Para de Fanjas, traducida al castellano por el catedrático de Filosofía de Valladolid Lucas Gómez Negro y editada en 1796. En ella se dedica todo el tratado décimo del volumen II a la teoría del cielo, y se expone únicamente el sistema de Copérnico, afirmándose:

“Tres grandes hombres que han florecido en estos últimos siglos son los que mas han contribuido a elevar la Astronomía al punto de perfección que tiene hoy en la Europa ilustrada: Copérnico que descubrió el verdadero Systema del Mundo o la verdadera colocación de los Cuerpos celestes: Keplero que dió a conocer las verdaderas leyes de sus movimientos: y Newton que atinó con las verdaderas causas de estos movimientos y revoluciones.”⁴¹

39. Véase sobre este modelo CAPEL, H.: *Organicismo, fuego interior y terremotos...*, 1980, págs. 28 ss.; y SIERRA, Eduardo: *El Geocosmos de Kircher*, 1981.

40. VÁZQUEZ, 1795.

41. PARA DE FANJAS, F.: *Elementos de Filosofía*, vol. II, 1796, pág. 350.

De todas formas, estos ejemplos, y otros que podrían aducirse no debe hacernos olvidar las dificultades que las ideas copernicanas encontraban aún en aquellos años para imponerse a otros niveles, ni tampoco el hecho de que el sistema ptolomeico podía seguir defendiéndose como único verdadero en libros de amplia difusión popular. Si una obra como *El Marino instruido en el arte de navegación especulativo y práctico* de Francisco de Barreda, destinada a la enseñanza de la náutica en el Colegio de San Telmo de Sevilla, podía seguir exponiendo en 1765 y en 1786 el sistema de Ptolomeo, afirmando que "la Tierra está colocada en el centro o parte mas baxa" del Universo,⁴² podemos sospechar que en libros de carácter más elemental podía ocurrir también una cosa semejante.

Y en efecto, así sucedía. Por ejemplo, hasta mediados del siglo el catedrático de Matemáticas de la Universidad de Salamanca Diego de Torres y Villarroel no dudó en exponer y defender el sistema de Ptolomeo, lo que tiene una gran importancia, dado el carácter extremadamente popular de sus obras, que se siguieron reimprimiendo en gran número durante la segunda mitad del siglo y alcanzaron una extraordinaria difusión. Así en la *Cartilla Rústica, Lecciones pastoriles y juicios de Agricultura para hacer docto al labrador*,⁴³ afirma que con referencia a los sistemas del mundo sólo va a imponer al lector "en una

42. Véase CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas*..., 1981, cap. IV.

43. Incluido en *Libros en que están reatados*..., 1752, vol. V, págs. 123-189.

Philosophia Christiana y cierta: tan sensata, que la registre el tacto de los ojos". Y después de hacer declaraciones sobre el carácter creado del mundo se dirige al lector y le dice:

"Y ahora arrimate más a mi mesa que con este compás te explicaré el orden y figura de el mundo, en estos círculos: y empezando por este pequeño, has de saber que es la tierra en que vivimos, juntamente con el agua: siguele después el aire, imaginado en este otro círculo; este nos rodea y es superior a la agua y a la tierra (como lo sentimos); y luego se sigue otra región que llaman de el fuego: la Luna que tiene su Cielo a parte como los demás planetas: y por este orden llegamos hasta el Cielo Empyreico, mansión de los Bienaventurados y Ciudad de Dios [...] y así como estan juntos los cascotes de la cebolla, se mantiene por virtud natural esta maravillosa máquina." ⁴⁴

44. TORRES Y VILLARROEL, vol. V, págs. 132-135. De todas formas, en ésta, como en otras cuestiones, se pueden encontrar en Torres textos contradictorios que le permitían mantenerse en una buscada ambigüedad. En el *Viaje fantástico*, por ejemplo, adopta la posición típica de los jesuitas. Alude a los movimientos de la tierra y afirma que "Copérnico puso dos movimientos; el uno anual, como si fuese uno de los planetas, diciendo que se movía alrededor del sol por la eclíptica, con el orden de los signos desde Aries a Tauro, cumpliendo su revolución en espacio de un año, conservando lo paralelo de su eje en cualquier situación de la eclíptica. El otro movimiento [...] era Diurno, moviéndose sobre su centro y con respecto a la equinoccial del poniente a Levante es espacio de veinte y quatro horas. No ay duda, que aceptada, como hypothesis esta opinión, es maravillosa para conocer y explicar mejor los fenómenos de los cuerpos celestes; pero en darle real movimiento nos oponemos a muchos lugares de la Sagrada Escritura, en donde se prueba el movimiento del Sol, y estabilidad de la Tierra [...] Y mas sensiblemente vemos moverse al Sol para si solo que a la tierra con nosotros: pues en un movimiento de veinte y quatro horas, aunque su periferia sea de tan insigne magnitud, algo aviamos de sentir" (TORRES Y VILLARROEL, *Viaje fantástico*, 1724, págs. 23-24). Sobre la producción geográfica de este autor, véase CAPEL, Horacio: *Geografía y Matemáticas...*, 1981, cap. II.

Todavía en 1758 se ideaban nuevos sistemas del mundo, como hizo el donostiarra José Santiago de las Casas en su *Relox Universal de péndola* (Madrid, 1758), una obra que aún a principios del XIX recibía elogios en el *Diccionario Geográfico Histórico* de la Academia de la Historia. Según lo explica Fernández de Navarrete, el sistema de Casas se diferenciaba de los de Ptolomeo, Ticho Brahe y Copérnico "en que a la Tierra da un movimiento de oscilación a manera de péndola de relox, del norte al mediodía, y de mediodía al norte, en que hace consistir la variedad de las estaciones, dejando al sol con el único movimiento de oriente a occidente, que forma el día y la noche".⁴⁵

En la educación básica, la concepción tradicional geocéntrica siguió exponiéndose como válida en numerosas obras a lo largo del siglo, e incluso en los años finales del mismo. En la primera mitad de la centuria ello era corriente incluso en obras de cierta pretensión, como el libro de Chevigny *Ciencia para las personas de corte, espada y toga* (Madrid, 1736). En él, después de definir los sistemas de Copérnico, Ptolomeo, Ticho Brahe y Descartes⁴⁶ se prosigue con este diálogo educativo:

"Pregta.: Qual de estos quatro sistemas hemos de seguir en esta Instrucción?

Respta.: El de Tolomeo, que coloca la Tierra en el centro del

45. FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, 1851, vol. II, págs. 117-118. Las alusiones al *Diccionario Geográfico Histórico* se encuentran en el vol. II, pág. 345, y Fernández de Navarrete considera que Casas es "digno de los elogios".

46. Este último "pretende que el sol esté en el centro del Mundo y toda la materia del Cielo ande desde el Ocaso al Oriente, al rededor de este Astro" (CHEVIGNY, 1736, pág. 69).

Mundo; bien que no sea el mas verosimil *en orden a las Orbitas de los Planetas.*

Pregta.: Pues porqué seguir mas el de Tolomeo que el de Copérnico, o el de Cartesio?

Respta.: Porque aquel es mas a propósito para demostrar los movimientos de los Cielos, y mas fácilmente se puede lograr una esfera según su sistema.

Pregta.: Esto embaraza seguir otro parecer?

Respta.: Si; porque el sistema de Copérnico está prohibido por la Iglesia, y *el de Cartesio, según el mismo dize procede en hypothesis imposible.* He aqui una Carta o Mapa, que contiene la descripción y explicación de estos sistemas. *En rigor son dos solamente el Tolomaico y el copernicano; porque los otros dos coinciden en estos, en orden a lo más sustancial."*⁴⁷

Pero esto mismo se seguía diciendo todavía bien entrada la segunda mitad del siglo. En 1779 se difundía en España la traducción del italiano José Antonio Costantini *Cartas Críticas sobre varias cuestiones Eruditas, Científicas, Physicas, y Morales, a la Moda y al Gusto del presente Siglo*, y en ella se planteaba otra vez la validez de los diferentes sistemas y se concluía que era posible abrazar cualquiera de ellos, ya que ninguno estaba suficientemente probado: "seguir mas bien la vanderá de un partido que no de otro; por lo que a mi toca lo conceptúo vano y por consiguiente pernicioso a la verdad", afirma el autor.⁴⁸ A pesar de este proclamado escepticismo, ello no le impide exponer su propia opinión al respecto: "Diré, pues que adhiero a lo que sobre esto juzga la Iglesia Catholica; a saber, que la Tierra no se mueve, y el Sol con todos

47. CHEVIGNY, 1736, vol. I, pág. 70. Las cursivas están añadidas en la edición española.

48. CONSTANTINI, 1779, vol. I, pág. 97.

los demas cuerpos celestes, se mueven alrededor de ella con varios gyros"; y estima que para afirmarlo existen "sólidas y eficaces razones naturales". Una declaración como ésta en una obra de doce volúmenes y con un título tan ambicioso y con pretensiones de novedad no podía dejar de tener su influencia en numerosos lectores que carecían de otros elementos de juicio para formar su opinión.

Y ello podía ser tanto más fácilmente aceptado cuanto que en las cartillas y tratados escolares de geografía podía seguir exponiéndose la misma doctrina. No sólo en las que se usaban en las escuelas de apartadas poblaciones a las que tardaran en llegar las luces del siglo. También en las que se usaban en prestigiosos centros docentes de importantes ciudades españolas. Como el Real Seminario de Educantes de la ciudad de Valencia, en el que cuatro años antes de que finalizara el siglo XVIII se usaba un *Tratado de la esfera y Geografía y descripción de algunos Mapas* (1796), escrito en forma dialogada y en el que se afirmaba lo siguiente:

"Pregta.: Quantas especies hay de Astros y quantos son sus movimientos?

Respta.: Dos son las especies de Astros, las *Estrellas fixas* y los planetas.

Las Estrellas fixas se llaman asi, porque conservan siempre una misma distancia unas de otras. Su número no se sabe, pero a simple vista aparecen hasta unas mil y quatrocientas [...] Se reparten en 62 constelaciones [...]

Pregta.: Quantos son los Planetas y quales son sus movimientos?

Respta.: Los Planetas son unas estrellas errantes que no guardan entre si una misma distancia. Y son siete [...]. La tierra se considera como el centro del mundo, a cuyo rededor to-

dos los astros se mueven, y por esto no se cuenta entre los Planetas.”⁴⁹

Los datos en este sentido podrían seguramente multiplicarse. Y sería interesante que se reunieran sistemáticamente para comprobar la larga persistencia en la cultura europea de la edad moderna y contemporánea de concepciones científicas que se habían demostrado falsas. En el caso de la concepción copernicana, todos estos datos demuestran la validez de las palabras de Kuhn en la bella obra que ha dedicado a este tema: “Hubo que dejar transcurrir la mayor parte del siglo XVIII para dotar al pueblo y a sus maestros de un nuevo sentido común y para convertir el universo copernicano en una propiedad colectiva del hombre occidental”.⁵⁰ El estudio de esta lenta transformación de la imagen del cosmos en la llamada cultura popular es uno de esos temas sugestivos que esperan recibir la atención que merece.

El debate sobre la figura de la Tierra y el triunfo de Newton en España

Los datos que hemos aportado sobre la persistencia de la concepción ptolomeica, nos dibujan un panorama en el que cobra todo su significado la obra de

49. TRATADO, 1796, pág. 12. Puede señalarse también que en su *Clave geográfica* (1747) el Padre Flórez se las arregla para hablar de sistema del mundo sin declararse por ninguno de ellos; pero la esfera armilar que reproduce como figura (Ed. 1798, f.g. 5) es una esfera ptolemaica, con la tierra en el centro.

50. KUHN, 1978, pág. 294.

Aguirre, publicada en 1782 y redactada bajo el impacto del pensamiento de Jorge Juan. El autor se declara decididamente copernicano, y contribuye a la vez a la difusión de las ideas de Newton en nuestro país.⁵¹

Pero la misma aceptación y difusión de las ideas sobre el carácter esferoidal de la Tierra significaba también una contribución destacable, toda vez que tampoco en este sentido la nueva visión de la Tierra se aceptaba sin discusión.

El inmenso prestigio de Jorge Juan y la gran influencia que enseguida consiguió en la política científica española facilitó sin duda la difusión y aceptación de sus puntos de vista. Pero en dicha aceptación no dejó de haber voces discordantes. Entre ellas la del catedrático de Matemáticas de Salamanca Diego de Torres Villarroel, que poco después de la publicación de las *Observaciones Astronómicas y Physicas* de Jorge Juan (1748) escribió una carta con el título de *Prevenciones, que le parecen precisas a D. Diego de Torres, antes de entrar a la narración de las Observaciones, con que se intenta persuadir, que es Elipsoide la figura de la tierra, y dificultades, que se le ofrecen para no consentir en negarle su demostrada redondez*, incluido luego en la reimpresión de sus obras físicas.⁵²

En esta carta, Torres se refiere a esa "nueva fi-

51. Véase la refutación del sistema de Ptolomeo, AGUIRRE, 1782, pág. 12, y los argumentos sobre la validez del copernicano en págs. 13-25.

52. TORRES VILLARROEL, *Libros en que están reatados diferentes quadernos Physicos, Morales y Mysticos*, 1752, vol. IV, págs. 303-313.

gura que quieren que tenga la Tierra los nuevos observadores", y duda de la validez de sus conclusiones, inquietándose por las consecuencias que ellas podrían tener para la ciencia. Según él, si las conclusiones son ciertas, entonces:

"es preciso poner nuevas medidas en este nuevo Mundo, darle a su cuerpo nueva linea curba, nuevo diámetro, nuevo semidiámetro, y por consiguiente nueva situación a las Ciudades, y Regiones de la Tierra; pues mudada la figura, es precisa una total mudanza, y alteración de todos sus contenidos; y assegurar, que el Mundo no ha estado bien puesto, ni conocido, hasta que lo han dado el ser, y verdadera figura, y situación de sus partes las nuevas observaciones."⁵³

Torres no duda de que las consecuencias de estas observaciones podían alcanzar también a la geografía, porque de ser ciertas, sería necesario "poner nuevos principios geográficos, dar nuevos instrumentos, nuevos usos de ellos, echar a rodar todos los Globos, y Mapas de que con feleicidad hemos usado, y tenemos creídos".⁵⁴ Esto le parecía innecesario al Gran Piscator de Salamanca, que argumenta con una prueba personal, a saber: el hecho de que él mismo había calculado los eclipses aceptando la redondez perfecta de la Tierra, y que "en el espacio de treinta años que ha que fabrico Pronósticos, trabajando por el Systema antiguo, que todos los Eclipses de este tiempo me han aparecido a la hora y minuto que los he avisado a las gentes".⁵⁵

Torres considera muy poco convincentes las

53. TORRES, 1752, IV, pág. 304.

54. TORRES, 1752, IV, pág. 304.

55. TORRES, 1752, IV, pág. 305.

pruebas hasta entonces aducidas por los académicos franceses y los científicos españoles:

"Esta invención o Syxtema se capitulará por antojo, o por vanidad, quando no se vean mas pruebas de él, que las simples observaciones, tan sujetas al error de la vista, a la alteración del aire, a los varios accidentes de la atmosfera, y a otros muchos peligros, que deben confessar los Observadores".⁵⁶

Él por su parte, argumenta en favor de la redondez perfecta de la Tierra con el dato de la forma esférica de la Tierra reflejada en la Luna con ocasión de los eclipses de nuestro satélite. Y concluye por todo ello ponderando "las dificultades que tienen que vencer los nuevos Observadores, antes de assentar su nueva Elipse" y aludiendo claramente a la obra de Jorge Juan termina afirmando:

"que en uno de los Libros, que he visto, de los Caballeros Observadores no prueba, lo que promete su titulo; porque este asegura, que la tierra no es redonda, y todos los testimonios que pone para negar su redondez, son unas particulares observaciones; y estas son mui falibles, porque lo son los instrumentos, que sirven para la observación; y ahunque ellos no sean falibles, ni defectuosos, lo son los ojos de los que observan [...] y seria chanza responder a los incrédulos en la pura observación, que vayan al Perú y a Quito, a ver si fueron puntuales las que puso el Author en su Libro." ⁵⁷

Termina amonestando amistosamente a Jorge Juan —al que no nombra directamente en ninguna ocasión— para que corrija los errores que ha señalado en su carta cuando todavía era tiempo para hacerlo.

56. TORRES, 1752, IV, pág. 306.

57. TORRES, 1752, IV, págs. 310-311.

La carta de Torres y Villarroel nos demuestra también que para los españoles de la mitad del siglo XVIII la aceptación de las nuevas ideas sobre la figura de la Tierra implicaba el triunfo de las ideas de Newton. En definitiva, era el desarrollo de la ciencia moderna en España y el triunfo de la revolución científica lo que estaba en juego. Y Torres no adoptó el buen partido en esta discusión, desaprovechando una magnífica ocasión para callarse.

El catedrático de Salamanca no dudaba de la relación directa que existía entre Newton y las tesis que defendía Jorge Juan y escribía: "Isac Newton, y con él muchos Modernos se entregaron a esta imaginación, y trabajo mucho antes que estos Caballeros observadores, y dixeron (creo que por hacerse singulares con la novedad) que la tierra era chata, y estrujada acia los Polos, y levantada de el medio como la figura de una Naranja".⁵⁸ Pero su propia opinión en este problema era muy clara:

"Generalmente ha sido despreciada esta invención, y se ha tenido por voluntariedad, antojo, y presunción mal examinada de sus Inventores; porque ni han podido falsificar las pruebas, que tienen dadas los Antiguos de su redondez, ni han juntado razones importantes para persuadir su Elipsoide."⁵⁹

Las argumentaciones en contra de Newton incorporaban un aspecto que resulta extraño leer en la pluma del catedrático de Matemáticas de la Universidad de Salamanca: la oscuridad y el carácter ininteli-

58. TORRES, 1752, IV, pág. 307.

59. TORRES, 1752, IV, pág. 307.

gible de las demostraciones del científico británico. "Fue Isac Newton —escribe— un hombre de vivísimo, y perspicaz ingenio, de profundas, y raras cavilaciones, amigo de la novedad, y de intención torcida: porque sobrándole penetración, estilo y doctrina para hacerse claro, e inteligible, afectó la obscuridad en todas sus Obras".⁶⁰ Pero Torres no estaba solo en esta apreciación y en la lucha antinewtoniana. En apoyo de sus argumentos puede citar a muchos autores franceses.⁶¹ Entre ellos los jesuitas de Trevoux y el marqués de Saint Aubin. Los primeros habían escrito que "el gran defecto de los Neutonianos es enredarlo todo con una Geometría profunda, sin necesidad". Y el segundo afirmaba que "los cálculos de Neuton inducen a lo falso", y que "el nombre de Tenebroso, dado en otro tiempo a Heráclito, le conviene mejor a

60. TORRES, 1752, IV, pág. 307.

61. Argumentos en contra de Newton podían también difundirse a través de trabajos extranjeros traducidos al español y cuya fuente eran las "Memoires de Trevoux". Así en la versión de las "Memorias para la Historia de las ciencias y bellas artes compuestas en Francés por los Padres de Trevoux", realizada por Rustant en 1752 el artículo XVI (MEMORIAS, marzo-abril 1752, pág. 131) incluye una noticia de la *Ephemerides Cosmographica o el curso aparente y real del Sol y de los Planetas, con planchas de propósito sacadas de los cálculos de las reglas Astronómicas para el año 1752 acompañadas de importantes observaciones sobre la cosmografía, Astronomía, Physica e Historia Natural* (Paris, 242 págs.). El libro había sido escrito por el Abad de B. y aunque el comentario de los padres de Trevoux es distanciado e irónico respecto a las ideas en él expuestas, no dejaba de ser una información que podía ser utilizada por los opositores a las nuevas ideas. Sobre la oposición a Newton en Francia, y sobre el eclecticismo ambiguo de las "Memoires de Trevoux" véase EHRARD, 1963 (ed. 1970).

él". A lo que Torres y Villarroel, de su propia cosecha, añade que:

"la perfecta rotundidad de este Globo la tienen tan pacíficamente probada, los filósofos y matemáticos, que no han podido desvanecerla, ni equivocarla las sutilezas de Neuton, ni la porfiada mania de sus Discipulos, de los quales los mas de ellos ni entienden a su Maestro, ni ellos se entienden, ni ninguno los ha entendido." ⁶²

Estos datos sobre la oposición a la tesis de Jorge Juan y a la obra de Newton dan todo su significado a la neta posición que adopta Manuel de Aguirre en esta polémica. Aunque el partido que adoptó no fuera el mejor, Torres no se equivocaba sobre el significado del triunfo de las tesis sostenidas por aquéllos: habría que poner "nuevos principios geográficos". Y esa es precisamente la tarea que en Francia cumplió la obra de Maupertuis, y que años más tarde abordó también Aguirre en su *Indagación y Reflexiones sobre la Geografía*.

La geografía en la obra de Aguirre

La *Indagación* de Manuel de Aguirre es, esencialmente, una geografía astronómica y física. Lo que él pretendió escribir fue una "Geografía teórica", en la que deberían estar ausentes aquello que con mucha frecuencia se conocía en la época como geografía, a saber: las "descripciones políticas y económicas de los reynos y provincias, prolixas relaciones de las ca-

62. TORRES, 1752, IV, pág. 308.

lles, fuentes, palacios, jardines, etc. de las ciudades y pueblos considerables".⁶³ Estos temas, según él, formaban parte también de la geografía, pero constituirían la "parte práctica, a la que debe anteceder (como en la Geometría) la especulativa o teórica". Son esos "principios teóricos" los que él trata de presentar, y en este sentido podría suponerse que Aguirre marchaba en la misma dirección que los geógrafos alemanes contemporáneos que pretendían una *reine Geographie*, una "Geografía pura".⁶⁴

Pero, en realidad, la propuesta de Aguirre no coincide exactamente con esa corriente y, a pesar de su interés, no representaba tampoco ninguna auténtica novedad. Había sido ya realizada en el siglo XVII y aparece, por ejemplo, en una obra española de fines de esa centuria, la *Escuela de Palas* atribuida al ingeniero José Chafrión (Milán, 1693). Una obra que Aguirre tenía, sin duda, que conocer por su carácter de *Curso Matemático* para ingenieros y oficiales del ejército, y por la fama de que gozó durante la primera mitad del setecientos. Entre los once tratados que constituyen dicho curso, hay dos sobre materias geográficas, el de Esfera (tratado VI) y el de Geografía

63. AGUIRRE, 1782, prólogo del autor. En las Conclusiones vuelve a aludir a las "pueriles descripciones de Ciudades, Palacios, jardines, fuentes, etc. y noticia de la longitud o extensión de los Reynos", y la considera una idea restringida y errónea de lo que es realmente la geografía.

64. Como Polycarp Leyser (1690-1728) y, más tarde, los geógrafos alemanes de la segunda mitad del siglo que se inclinaron hacia los fundamentos de la geografía física (BECK, 1971). La discusión sobre la *reine Geographie* se desarrolló en Alemania como una reflexión sobre la validez de los límites políticos en las geografías descriptivas universales.

(tratado VII). Y en este último puede leerse una distinción que constituye un claro precedente de la de Aguirre. La geografía, en efecto,

"Dividese en Theórica y Práctica. La *Theórica* es la que toma sus principios, y fundamentos de la Arithmética, Geometría y Esphera, y considera el Globo Terráqueo compuesto de los círculos de la Esphera, y la correspondencia que tiene esta inferior, y admirable fábrica con la superior, según sus especies y medidas, que le corresponden: todo lo qual queda brevemente declarado en el Tratado VI antecedente a este.

La *Geographia práctica* es la que describe toda la superficie del Orbe de la Tierra, con la proporción de medidas a los intervalos, y distancias de todas sus partes, como son Lugares, Montes, Rios, Lagos y otras singularidades, que la componen y hermosean."⁶⁵

Según esta concepción, si la parte teórica era preliminar indispensable, la práctica era un complemento necesario, como descripción de la Tierra. En definitiva, es la misma concepción que llevó a Vareño a distinguir entre geografía "general" y "especial", aunque sólo él abordara resueltamente el problema de la articulación entre una y otra parte.

Chafrión, como otros autores del xvii escribieron

65. CHAFRIÓN, 1693, vol. I, pág. 91. El autor acepta la definición de Neander sobre la geografía: "pintura de la Tierra en globo, o en plano con proporción de todo su contenido". También advierte sobre la necesidad de distinguirla de la cosmografía: "Muchos ay que confunden la cosmografía con la geografía, y no distinguen que á toda la Descripción de la Universal máquina de Cielos y Tierra llaman los Griegos *Cosmographía*, como también a la descripción de las Aguas, y los Mares *Hidrographia*. La Ciencia que enseña a descubrir un Reyno, o Provincia llaman *Corographia*, y la que un lugar particular, como separado de los demas *Topographia*" (CHAFRIÓN, mismo lugar).

tanto sobre geografía teórica (el tratado de la "Esfera"), como sobre práctica (el tratado de "Geografía"). Otros autores, en cambio, sólo desarrollaron una u otra. Entre los que sólo pudieron escribir la parte teórica se encuentra Varenio, cuya geografía general desarrolla en buena parte los temas que eran habituales en los tratados de la esfera durante el seiscientos. Varenio pensaba escribir también una geografía especial, aunque no pudiera luego cumplir su propósito.⁶⁶

Algo semejante le ocurrió a Aguirre. Él mismo confiesa que entraba en sus planes el escribir también la parte práctica o descriptiva de la geografía, aunque al final no se atreviera a ello. Sin duda porque no quería resumir las obras ya existentes (las de La Croix, Robert de Vaugondy, Salmon, Gordon y Morellet), que seguramente consideraba en muchos casos insuficientes y llenas de esas "pueriles descripciones" que él rechazaba. Y también porque esa geografía práctica había de ser "útil" para el bienestar de la nación, abordando problemas políticos, históricos y económicos que él no estaba en condiciones de tratar debido a las dificultades de reunir por sí solo la información necesaria. Como bien notaba el autor en la Conclusión, y recogía también el informe de la Sociedad Vascongada de Amigos del País, era imposible disponer de estos datos "a no concurrir el Ministerio, y las personas destinadas a las Cortes y Países extranjeros, prestando todos los auxilios, que se pedirían". Por la enumeración que realiza en la Conclusión de las cuestiones que deberían tratarse en la parte prác-

66. Véase CAPEL, 1974.

tica, se ve bien que Aguirre pensaba en problemas que caían dentro del campo de lo que los contemporáneos consideraban economía política; los cuales, por cierto, exigían un tratamiento teórico y estadístico bastante alejado de los que se aplicaban en la geografía astronómica y física que constituían la parte "teórica" de la geografía.

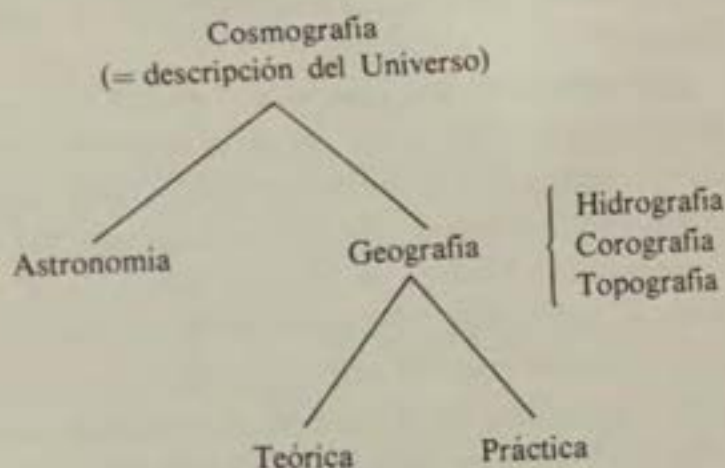


FIG. 1. — El sistema de la geografía en Aguirre

En cualquier caso, parece claro que la concepción que tenía Aguirre de la geografía no se alejaba tampoco mucho en este sentido de la sostenida por Vareño a mediados del XVII. Los aspectos humanos sólo recibían consideración dentro de la parte "especial" (Vareño) o "práctica" (Aguirre). La única diferencia destacable radicaría en la mayor atención que ahora se quiere prestar a temas políticos y económicos, en relación, sin duda, con la importancia que adquiere la "utilidad" en el pensamiento ilustrado del que Aguirre era un típico representante.

La parte "teórica" de Aguirre corresponde bas-

tante bien con la geografía "general" de Varenio. Muchos de los temas allí presentes vuelven a aparecer ahora en las dos partes que constituyen la *Indagación*. La primera es una parte claramente astronómica, en la que se trata de mostrar que la Tierra es un planeta que gira sobre su eje y alrededor del Sol, y se realiza una exposición razonada del verdadero sistema del mundo, lo que exige "las mas delicadas noticias de la Astronomía y la Física". Ello sin embargo, no supone perder de vista al principal objeto de la obra, a saber: "la tierra que habitamos y la descripción de sus partes". Por eso en la segunda parte se centra la atención en la Tierra, y se discute el problema de su figura y movimientos, con las consecuencias que de ello se deducen y los problemas de la representación de la superficie esférica en planos. Se considera aquí a la Tierra "como nuestra habitación", tratando de "mirar qué efectos causa a los diferentes parages de su superficie, la situación del exe, la oblicuidad de la eclíptica y el mayor amontonamiento de la materia en algunas de sus regiones".⁶⁷

Aguirre acepta plenamente la idea de la evolución de la Tierra. Y ello tanto en lo que se refiere a la evolución general del planeta desde una situación amorfa primitiva, como en lo que respecta a la evolución de detalle que modifica la configuración de tierras y mares. Al primer aspecto alude en el capítulo I de la segunda parte al suscitar la cuestión de las posibles causas de la figura esferoidal. Siguiendo las tesis de Newton, la fuerza centrífuga provocada por el movimiento de rotación era la causa fundamental, pero

67. Véase AGUIRRE, 1782; parte II, cap. I, pág. 110.

ello suponía aceptar un estado anterior de fluidez de la masa terrestre. Aguirre acepta plenamente esta interpretación que implica admitir también el cambio en nuestro planeta.

En este proceso de cambio, Dios actúa como causa primera, pero no lo hace sino a través de fuerzas físicas que son racionalmente inteligibles. Dios había dado "leyes generales y virtud a la materia para ejecutar en fuerza de ellas sus irrevocables decretos".⁶⁸ Por ello, según Aguirre, pudo haber ocurrido que

"al separarse las aguas y congregarse las partículas de materia destinadas a formar nuestra tierra o habitación, es natural que aun estuviesen tan húmedas que formasen una masa blanda y casi fluida, capaz de ser amoldada por el movimiento de rotación que la comunicó Dios por medio de algún choque, explosión, o incendio, que desconocemos, y que quizás fue la causa de que se desprendiesen del cuerpo central las masas que ahora giran en torno a él." ⁶⁹

Admitidos estos cambios generales en el planeta, no era difícil aceptar también la idea del dinamismo y el cambio en la estructura física del relieve y de los continentes. En la obra se reconoce el carácter marino de los fósiles terrestres, se admiten los procesos de erosión y sedimentación fluvial, a través de los cuales "múdase la faz de la tierra", la erosión marina de los continentes y la formación de islas. También se acepta la existencia de conmociones y de cambios de gran extensión. Entre ellos, sobre todo el diluvio, que

68. AGUIRRE, *Indagación*, 1782, pág. 325.

69. AGUIRRE, *Indagación*, 1782, pág. 125.

alteró la superficie del globo, aunque "jamás llegaría a turbar sensiblemente su primer aspecto, el que aun se rastrea hoy a pesar de las crecidas mudanzas, ruinas y nuevas producciones que ha ocasionado en su superficie el Diluvio universal".⁷⁰

Los cambios en nuestro planeta no sólo han tenido lugar en el pasado, sino que continuarán produciéndose. Nuestro autor considera que si el razonamiento que realiza en el capítulo VI es cierto, entonces "debe continuar variando nuestro Globo, que está expuesto a la incesante acción de los Elementos".⁷¹ De hecho, la Tierra se concibe como dotada de "un mecanismo tan admirable para que permaneciese la continua transformación, la variedad de aspectos, y la agitación, a veces insensible con que va mudando la materia".⁷² Este dinamismo no es gratuito, conduce a una "armonía" del globo terrestre,⁷³ y tiene también una finalidad, ya que "convenía a la existencia de todos los vivientes [...] la revolución e inquietud de los elementos".⁷⁴

70. AGUIRRE, M. *Indagación*, 1782, pág. 328.

71. AGUIRRE, *Indagación*, 1782, pág. 325.

72. AGUIRRE, *Indagación*, 1782, pág. 212.

73. AGUIRRE, M. *Indagación*, 1782, pág. 213.

74. AGUIRRE, M. *Indagación*, pág. 259. Dejaremos para otro lugar el análisis de las ideas de Aguirre sobre las cuestiones de geografía física. Baste decir aquí que en muchos temas depende, sobre todo, de Buffon. En su visión de la naturaleza puede comprobarse la persistencia de viejas ideas de raigambre clásica, como ocurre en su explicación de los terremotos, que acepta la teoría del aire subterráneo y la explosión del aire rarificado impregnado de materias combustibles (pág. 213 de la *Indagación*) y en la idea de la constitución de la atmósfera a partir de la exhalación de vapores por la tierra y las aguas (págs. 241-252). Véase sobre estas cuestiones CAPEL, *Organicismo, fuego interior...*, 1980.

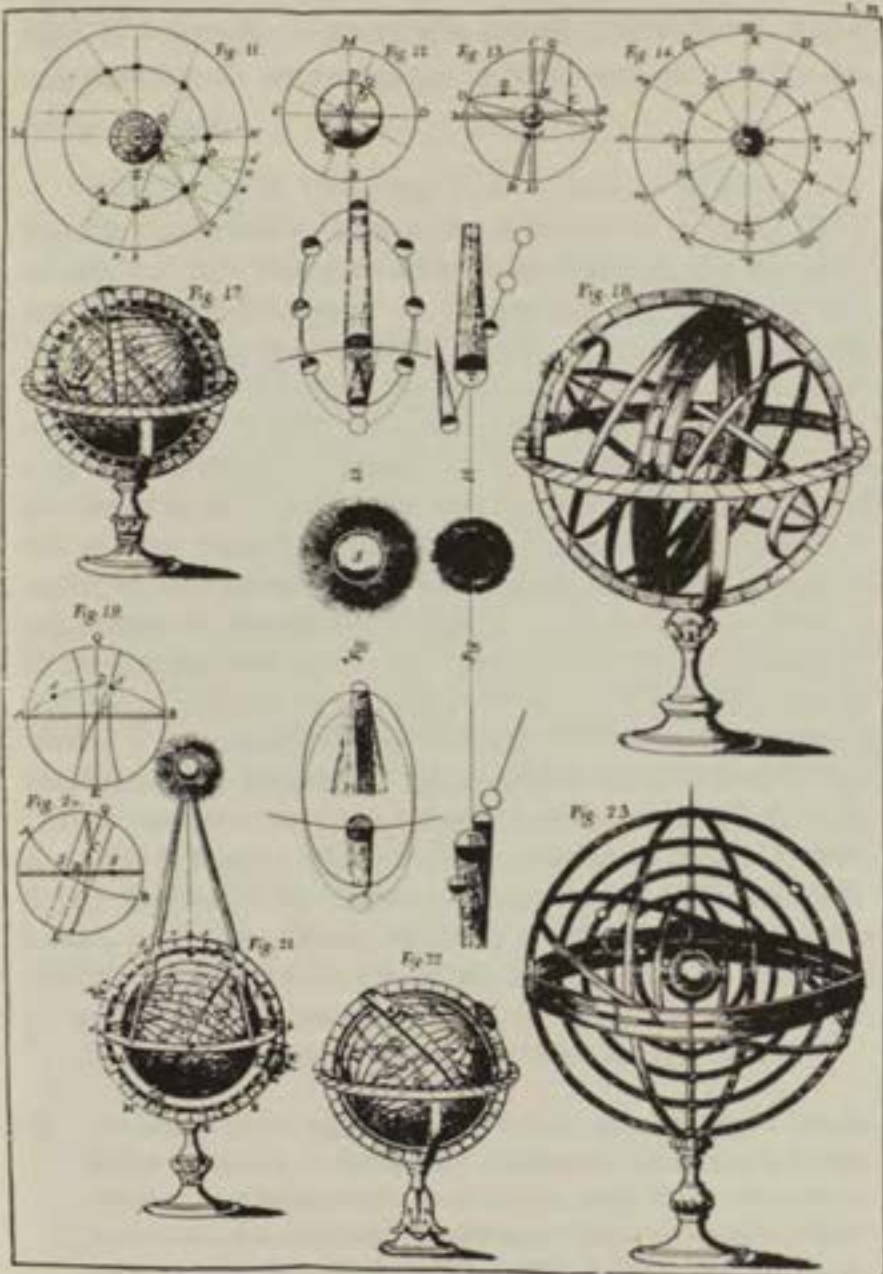
Aguirre estaba muy convencido de la excelencia de la geografía y de la necesidad de su difusión. En la *Indagación* confiesa que la obra se escribe para "formar de la Geografía una idea de mayor extensión o que la ponga para con las gentes en el lugar debido", y pondera su importancia por lo que favorece "el bienestar de las sociedades". Años más tarde, en la carta que escribió al "Correo de Madrid" sobre la *Idea de la Geografía* en 1787, vuelve a aludir al desconocimiento y poco aprecio en que se tenía en España a esta ciencia. Varias razones, confiesa, le habían decidido a tomar la pluma

"El necio descuido con que se miran entre nosotros los conocimientos que ofrece la Geografía, por una parte; y por otra, la mezquina equivocada idea que tienen de esta ciencia, aún los que presumen de inteligentes: porque saben que Londres, capital de Inglaterra, está situada sobre el Támesis [...]; como también el deseo de salir al encuentro, y obviar el descrédito de la nación, que tratando en sus papeles públicos hasta del modo de criar gallinas, nunca hace mención del arte de la guerra, ni de rasgo alguno que pueda fomentar el estímulo, delicadeza en el modo de pensar, y aplicación de los individuos que componen el ejército."⁷⁵

Aguirre culpa expresamente de esta situación a la imagen errónea que las obras descriptivas ofrecen de esta ciencia: "No es común una idea cabal de la geografía" afirma; y añade: "Son culpables los libros en sus portadas quando solo contienen la parte descriptiva de los paises y se intitulan geografía".⁷⁶ Frente a

75. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo e Idea de la Geografía*, 1787, pág. 174.

76. AGUIRRE: *Carta... sobre Geografía*, 1788, pág. 868.



The page is very faded and contains very little legible text. It appears to be a page from a book or document, possibly a table of contents or a list of figures.



The text at the bottom of the page is also very faded and illegible. It appears to be a continuation of the text from the top of the page, possibly providing a description or explanation of the figures shown above.

esta situación, nuestro autor valora muy positivamente el dominio de "esta utilísima ciencia" cuyo conocimiento "aumenta las facultades del alma racional".⁷⁷ Además, la geografía puede contribuir a resolver problemas importantes. Efectivamente, como escribe Aguirre:

"Apoyado en la Geografía pudo el hombre resolver las siguientes cuestiones: 1.^a ¿Como se verifican en la tierra los dias y las noches?; 2.^a ¿Como su desigual duración en distintos tiempos, y en diferentes parages de su superficie?; 3.^a ¿Como la sucesión de las quatro estaciones del año y los raros fenómenos que ocasionan?; 4.^a ¿Qual es la figura de la tierra y su magnitud?; 5.^a ¿Qual y como su superficie? ¿Está o no poblada por toda su extensión?; 6.^a ¿Quales son los efectos que resultan de la diversidad de las materias que constituyen la tierra, y qual el uso que de ellas hacen los hombres?; 7.^a ¿Que es lo que la ciñe, y quales los fenómenos que experimenta por esta causa?; 8.^a ¿Con qué especie de sólidos puede representarse la tierra, y cómo se hacen sensibles por medio de su uso todas las vicisitudes que sufre?; 9.^a ¿Como se puede obviar el peso o embarazo de estos sólidos, y representaciones de la tierra, de suerte que queden las utilidades de la descripción menesterosa en la sociedad?; 10.^a ¿Como construir estos equivalentes y qual es su uso?; 11.^a ¿Es constante la figura y situación de la superficie terrestre, y como la han dividido los hombres que la ocupan?; 12.^a ¿Qual es la felicidad, población, fuerza, riqueza y extensión de los diferentes pueblos o sociedades, en que se han ido reuniendo los hombres? ¿Y qual el estado de sus costumbres, ciencias, comercio y artes?

Tales son las questiones que resolvió la Geografía."⁷⁸

77. AGUIRRE, mismo lugar, pág. 868. En este artículo Aguirre trataba de dar a conocer su *Indagación*, aludiendo a problemas económicos derivados seguramente de su escasa venta. El artículo se organiza como una definición y explicación de términos geográficos: sistema, universo, cosmografía, órbita, apogeo, perigeo, atracción, fuerza centripeta y centrifuga, zonas, círculos y climas.
78. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenio e idea de la Geografía*, 1787, págs. 178-179.

Aguirre contesta sucesivamente a cada una de estas cuestiones explicando de qué forma la geografía da respuesta a ellas. En sus explicaciones sobre las diez primeras cuestiones resume las ideas fundamentales de la *Indagación*. Pero las dos últimas plantean problemas que no son tratados en dicha obra, pues sólo aparecen suscitados de pasada en las Conclusiones. En la respuesta a la número 11 alude a la variabilidad de los límites de los reinos e imperios y también a la variación de la superficie terrestre “por la irrupción y agitación de los mares, ríos, volcanes, terremotos, y otras causas”, que “contribuyen también a que la disposición física de la superficie terráquea padezca muchas alteraciones”; de ahí la necesidad que existe de introducir modificaciones en los mapas. La geografía, por otra parte, da informaciones sobre las características de los pueblos, sus recursos y leyes, y de ello se pueden extraer numerosas enseñanzas que favorecen el comercio y el bienestar de las naciones; es lo que se explica al aludir a la última de las cuestiones que puede resolver la geografía:

“12.^a A esta división o límites de los imperios y sociedades, era consiguiente el que acompañase una relación de su gobierno, leyes, población, fuerzas, comercio, industria, artes, y fertilidad o escasez de sus terrenos. ¡Quantas ventajas, qué lecciones, quan repetidos socorros no resultarían a estas sociedades del examen y atención que podían prestar a su situación respectiva, y a la felicidad u opresión, en que se halla cada una. Del conocimiento de las producciones, e industrias de unas naciones sacaron otras los artefactos y géneros de que carecían; se comunicaron las naciones; y han llegado a reunirse los hombres, a pesar de las distancias y mares que los separan.”⁷⁹

79. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo e idea de la Geografía*, 1787, pág. 182.

A través de esta parte descriptiva la geografía incorpora también el estudio del hombre, con lo que adquiere una nueva dimensión, la humana o, en la terminología de la época, "política". La geografía se convierte así en una ciencia vasta, ya que Aguirre considera que la exactitud que requieren el conocimiento y las descripciones de la Tierra han conducido a llamar "a su socorro la astronomía, historia natural, política y aun otras ciencias que se ven hoy incorporadas con lo que se denomina *Geografía*".⁸⁰ Una ciencia también que nuestro autor aceptaría, seguramente, calificar como empírica, ya que en sus exposiciones proclama una y otra vez la necesidad de realizar observaciones para avanzar en el conocimiento de numerosas cuestiones.⁸¹

Una ciencia como la geografía, tenía que ser extraordinariamente útil a la sociedad, y en este sentido Aguirre defendió muchas veces la conveniencia de su estudio. Todos podían obtener enseñanzas de ella, aunque nuestro autor, debido a su profesión, valora especialmente su utilidad para los militares: "Qué clase de la república —escribe— podrá necesitar tan inmediatamente de sus avisos como la militar, destinada por su gloriosa tradición al mando de los ejércitos, de las provincias y reynos?". Pero, además, entre todos los militares, a nadie como a los españoles les era precisa, en razón de la vasta extensión del imperio español, los problemas de su defensa, y la necesidad de conocer la constitución y los recursos de los territorios para atender a su conservación y bienestar:

80. AGUIRRE, *Indagación*, 1782, págs. 2-3.

81. Véase, por ejemplo, AGUIRRE, *Indagación*, 1782, págs. 252 ss.

"Entre los Militares, ¿a quienes convendrían tanto los conocimientos geográficos como a los Españoles, que habiendo de llenar las plazas de Virreyes y Gobernadores en las dilatadas regiones de América y demás partes del mundo son en ellas el origen y causa de sus adelantamientos, o perdida? El que no ha estudiado la constitución de los pueblos felices, el modo y camino que siguieron para llegar a serlo ¿cómo podrá remediar los abusos, desidia e ignorancia del pueblo que manda? ¿Un ciego que aspira a dirigir, cómo puede servir de guía? El atraso de muchas provincias, el estar desconocidas sus tierras, olvidados sus recursos, y el hallarse en la mendiguez sus pocos moradores ¿proverdría acaso de no haber sabido la Geografía los que las gobernaron? ¿De qué les servirán las máximas de Fortificación, las reglas y enseñanza de la Táctica, ignorando las circunstancias del país en que se hace la guerra? Los ríos, montes, puestos ventajosos, producciones y víveres que ofrece la provincia invadida, las costumbres y genio de sus habitantes, la proporción de colocar almacenes, campamentos y cuarteles, y los puntos esenciales para mantener segura su correspondencia, o comunicación con las tierras amigas ¿No son la parte más esencial de la ciencia de la guerra? Confesemos, señores, que no se pueden llenar los encargos de nuestra profesión ignorando la Geografía."⁸²

Las ideas sociales de Aguirre

Es posible que al leer las anteriores palabras alguien pudiera sentirse inclinado a tomarlas como una clara demostración de que "la Geografía sirve, ante todo, para hacer la guerra", confirmando con ello las tesis de una conocida obra.⁸³ Una atenta lectura del texto hace ver, sin embargo, que la preocupación por

82. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingeniero e idea de la Geografía*, 1787, pág. 182.

83. LACOSTE, Yves, *La géographie ça sert d'abord à faire la guerre*, Paris, Maspero, 1976.

la guerra va unida a otra por el progreso de los pueblos. Ello indica que no deben hacerse interpretaciones apresuradas. No se trata de negar, desde luego, que el conocimiento del espacio sea esencial para los militares, ni que la geografía en cuanto que se define como ciencia de la Tierra, ciencia de los mapas y ciencia de la descripción de países, podía ser de gran ayuda a los hombres del ejército. Pero sí que conviene hacer dos observaciones importantes: Una, que las informaciones sobre el espacio terrestre no eran —ni son— facilitadas solamente por la geografía; también otras disciplinas científicas (la estadística, la economía política, la historia natural, la geognosia o geología, por citar sólo algunas de las que ya existían a fines del siglo XVIII) podían facilitar estas informaciones sobre el espacio. Otra, que esta utilización que el poder, o los militares en concreto, hacen de la geografía no implica automáticamente la desvalorización de esta ciencia como una disciplina reaccionaria, al servicio de la opresión.

Precisamente el ejemplo de Manuel de Aguirre podría esgrimirse —entre otros muchos— para demostrar que una valoración de la utilidad de la geografía para los militares puede ir unida a posiciones políticas y sociales que en la época eran claramente progresistas.

A pesar de los escasos datos que tenemos de este autor, los que existen, y los textos que escribió, bastan para caracterizarlo. En particular, su colaboración con el "Correo de Madrid", y los artículos que publicó en dicho periódico, nos lo identifican claramente como uno de esos militares ilustrados sinceramente preocupados por la regeneración de España

—término que él utiliza un siglo antes que los regeneracionistas de la Restauración— y crítico implacable de la injusticia y la opresión así como de las estructuras que caracterizaban al antiguo régimen.

El "Correo de Madrid", fundado en octubre de 1786 fue uno de esos periódicos que contribuyeron a difundir popularmente la ciencia europea y que adoptaron, en general, una actitud favorable al pensamiento ilustrado y a las nuevas corrientes intelectuales. Desde sus páginas se facilitó información sobre Rousseau, sobre Locke y sobre Condillac, se publicaron artículos sobre física y derecho natural; se editaron póstumamente⁸⁴ la *Cartas Marruecas* de Cadalso —que había muerto en 1781 y que, como hemos dicho, había sido también oficial del Regimiento de Caballería Borbón, lo mismo que Aguirre⁸⁵— y la *Cantabria Vindicated* de Ozaeta. Su actitud favorable

84. A partir del n.º 233, 23 febrero de 1789 y hasta 25 de julio del mismo año.

85. La carrera militar de Cadalso se inicia en 1762 al ingresar como voluntario, a sus 21 años en el Regimiento de Caballería Borbón. Participó en la guerra de Portugal, y estuvo en el estado mayor del conde de Aranda, que luego lo protegió. Ascendió a Capitán en 1764, a Sargento Mayor en 1776, a Comandante de Escuadrón en 1777 y a Coronel en 1781, muriendo en ese año en el sitio de Gibraltar. Durante su estancia en Extremadura se dedicó a escribir sobre arte militar redactando en 1777 un *Nuevo Sistema de Táctica, Disciplina y Economía para la Caballería Española*. Sería interesante establecer con exactitud las relaciones que existieron entre Cadalso y Aguirre, que sin duda tuvieron que conocerse por las circunstancias de su vida profesional. Resulta curioso que las *Cartas Marruecas* se publicaran precisamente en el "Correo de Madrid" en el que Aguirre era un colaborador destacado. No existen datos sobre la relación de estos dos autores en las biografías de Cadalso consultadas: GLEDINNING, 1962 y HUGHES, 1969.

a la ciencia moderna se refleja en la serie de biografías de científicos que publicó en 1790, traducidas de la *Histoire des Philosophes modernes* de Alexandre Saverien. Sucesivamente fueron siendo presentados en el artículo inicial de cada número los filósofos metafísicos, empezando significativamente por Erasmo —del que se dice que “es de justicia que ocupe el primer lugar entre los filósofos modernos”— y siguiendo con Hobbes, Nicole, Locke, Malebranche y Abadie; los filósofos morales y jurisconsultos: Vives, Montaigne, Bayle, Chamon, Grocio, La Rochefoucault, Puffendorf, La Bruyere; filósofos y matemáticos como Pico, Duguet, Pereira, Ramos, Bacon, Gasendi, Descartes, Pascal, Newton, Leibnitz, Halley, Wolfio, Copérnico, Vieta, Ticho Brahe, Galileo, Kepler, Casini, Huyghens y la Hire; los filósofos físicos: Rohault, Boyle, Hartsooker, Poliniere, y Muschembroek; los “filósofos químicos”: Paracelso, Lefebre, Kunckel, Lemery, Homberg y Boerhave; y los filósofos naturales: Agricola, Gesnero, Tournefort y Reaumur; acompañados en algún caso de comentarios y notas ampliatorias.

El “Correo de Madrid” contaba con unos 250 a 300 suscriptores, la mitad de Madrid y el resto en provincias, y entre ellos se encontraban un cierto número de nobles y clérigos ilustrados, gran número de oficiales militares, y entre ellos ingenieros como Gilleman y los Le Maur, arquitectos como Juan de Villanueva, naturalistas y otros miembros de la intelectualidad del país. En febrero de 1789, tras la subida al trono de Carlos IV, se vio afectado por el decreto del Inquisidor que prohibió una serie de periódicos madrileños por publicar artículos “en cuyas ex-

presiones se descubría un lenguaje libertino, que con pretexto de instruir al Público, se ocultaba la idea de corromper las costumbres, esforzar la arrogancia, debilitar el respeto a los Superiores Potestadas, destruir la piedad religiosa y de avalorar los perniciosos escritos de los enemigos declarados de los Sagrados Dogmas".⁸⁶ El "Correo de Madrid" vio en esta ocasión suspendidos dos números. Dos años más tarde, el 24 de febrero de 1791, una resolución real apoyada por Floridablanca suspendía todos los periódicos no oficiales, lo que representó la desaparición del "Correo de Madrid", así como el "Espíritu de los mejores diarios" y el "Semanario Erudito".

Pues bien, fue en ese periódico en el que Manuel de Aguirre colaboró activamente, por lo menos durante los años 1787 y 1788, desde Algeciras. Y realmente debía de ser un colaborador destacado, porque el editor del "Correo de Madrid" escribía el sábado 17 de noviembre de 1787 que "si todos nuestros corresponsales en vez de elogios que prodigan a nuestras Tareas, nos favoreciesen tan efectivamente como *El Militar Ingenuo* nos ahorrarían mucho trabajo, y serían más útiles al público".⁸⁷

En sus diversos destinos y luego desde su observatorio de Algeciras, Aguirre había observado seguramente con atención la situación del país. Y el juicio que emitía sobre ella no era muy favorable. En abril de 1787, por ejemplo, escribió al periódico:

"Andalucía, Extremadura, Castillas y Aragón, y alguna otra, ¿qué muestran a Vmd. que no sea tristeza, mendiguez,

86. HERR, 1964, págs. 214 y 216.

87. "Correo de Madrid", 1787, n.º 112, pág. 543.

ocio, delitos, monopolios, opresión, y ardides para chupar la sangre de los débiles y pálidos habitantes, que poseídos de terror, de la ignorancia y de las mayores preocupaciones, aguardan tendidos al Sol, o desean, con una indiferencia mas que estoyca, el fin de su existencia, mirando en él una cesación del continuo sufrir que juzgan ya esencial a los de su clase?

Crecen las Ciudades, es verdad, especialmente las capitales; pero esto mismo ¿qué arguye? Que se huyó de los campos la felicidad, y que el confuso ruido y tropel de las grandes poblaciones y sus viciosas costumbres, apartan de la imaginación de los que acuden a ellas como a su asilo el continuo recuerdo de la desventura que les cupo, o les proporcionan medios, aunque no sean honestos de comer y subsistir.”⁸⁸

Aguirre reconoce en muchas ocasiones que se estaban tomando medidas por el gobierno ilustrado para remediar la situación. Tenia, por ejemplo, un gran respeto por Floridablanca, al que, según escribe, hubiera deseado dedicar su discurso sobre la educación con esta dedicatoria: “Al zeloso patriota, al glorioso infatigable Ministro, del Mayor Monarca, dedica sus reflexiones sobre la educación el Militar Ingenuo y amante de su patria, que vive venerado de respeto hacia la persona de V. Exc.”.⁸⁹ Pero, a pesar de todo, también se queja muchas veces de que la actividad y la fortaleza “no acaban de llegar” al país.⁹⁰ Y sus lamentos se repiten una y otra vez.

Crítica los privilegios señoriales que consagran el triunfo del interés particular sobre el general:

“Apenas hay pueblo en nuestro Reyno, aldea o rincón, a donde no se extienda el señorío de particulares, y con él la facul-

88. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo y consulta que sobre varios puntos interesantes...*, 1787, pág. 220.

89. AGUIRRE, *Discurso sobre la Educación*, 1787, pág. 545.

90. AGUIRRE, “Correo de Madrid”, 1787, pág. 221.

tad del nombramiento del Alcaldes y personas del Ayuntamiento, hechura todas y dependientes del Sr., cuyos intereses por consiguiente son preferidos a los de la comunidad.”⁹¹

Crítica y reniega de “los destructores efectos y las rayces del aborrecible sistema feudal y todas sus funestas consecuencias”.⁹² Se rebela contra los privilegios de los poderosos, que contrapone a la situación de miseria de la mayoría de la población:

“de las quatro partes de los bienes o haciendas de nuestro reyno, las tres se ven entre manos esentas o inútiles a la formación de erario, ¿No es preciso que se forme de la comida de la sangre y de la libertad quitada a los infelices pecheros que perecen y disminuyen cada día?”⁹³

Fustiga también las supersticiones y dirige asimismo sus dardos contra el poder que ejerce la Iglesia sobre las conciencias del pueblo:

“Qué lugar hay en donde no vendan su brazo a los Eclesiásticos muchos labradores, que deseando sea enterrada con dobles campanas, Capas, etc., la mujer, el crecido hijo que eran su consuelo y amaba tiernamente, empeña la futura cosecha expuesta a tantos accidentes? ¿A quantos jornaleros no sucede lo mismo?”⁹⁴

El tono de sus críticas era a veces sarcástico y recuerda en alguna ocasión el que empleaba Jonathan Swift al proponer remedios disparatados a los males

91. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo y consulta que sobre varios puntos...*, 1787, pág. 228.

92. AGUIRRE, *idem.*, pág. 228.

93. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo*, 1787, pág. 306.

94. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo*, 1787, I, pág. 228.

que se experimentaban.⁹⁵ Es el tono que adopta en octubre de 1786 al escribir al periódico sobre el problema de la salud pública, y en particular sobre las epidemias que de forma tan grave afectaban a la población. Aguirre estima que no puede aceptar las razones del protomedicato sobre la causas de estas epidemias y constata que "la mayor parte de los acomedidos por la epidemia son de lo mas pobre de la porción mas considerable de la plebe, que desde que empiezan los pepinos hasta que acaban los melones y sandias no se alimentan de otra cosa y que quando padecen los ricos es luego que llegan a ser contagiosas la inmediaciones y aun la admosfera de los enfermos y de los pueblos contaminados". Por ello se le "ocurre que quizás podria ser la terrible causa de tan aciaga y triste situación el alimento de estas frutas tan perjudiciales", y propone "una prohibición absoluta de tal sementera". Propone también

"que en vez de estas venenosas simientes se siembren carneros, vacas y gallinas, o se haga una operación equivalente, para que con el espantoso aumento que ha de resultar de este ganado [...], sea posible a la muger e hijos del pobre jornalero, a este, y al cultivador de un suelo ingrato y ageno, el comer por los seis maravedis y dos quartos que les quedan, comprando el mal pan de que se alimentan, media libra de carne, y las sopas substanciosas, que de cocerla resultan".

A ello añade que "si ha de ser y se desea sinceramente que sea menos mortifero el alimento de nuestro pueblo, se derogue y suspenda para siempre jamás el extravagante privilegio de estan-

95. SWIFT, Jonathan: *Una modesta proposición para evitar que los hijos de los pobres de Irlanda sean una carga para sus padres o su país, y para hacerlos útiles al público* (1729). Trad. cast. Ed. Brújula. Buenos Aires, 1967.

car los hornos de los pueblos, y de que sea una finca del señor ¿Pudo inventarse acaso un modo mas cruel, ni mas directo de asesinar a los hombres?"⁹⁶

Era sin duda este estilo sarcástico, aplicado a un pensamiento critico sobre las cosas, lo que explica el descontento de Manuel Casal —que escribía en el "Correo de Madrid" bajo el pseudónimo de D. Lucas de Alemán y de Aguado— por "las bombas con metralla del Militar Ingenuo".⁹⁷ Y estas bombas no iban dirigidas hacia posiciones intrascendentes, sino que afectaban a aspectos esenciales del edificio social.

Su descontento se dirigía hacia todo lo que impedía el progreso y la felicidad del pueblo español. Y esto suponía una visión global del estado del país, de las trabas y estorbos que se oponían a esta felicidad. Como él mismo decía, para "pesar una nación y graduar su mérito" había que tener en cuenta el conjunto de la sociedad, y no solamente el mérito de unas personalidades aisladas, que no era difícil encontrar en cualquier país. Cuando alude a esos otros aspectos que hay que tener en cuenta refleja claramente sus pensamientos progresistas. Se refiere entonces a "la armonía y sencillez que necesitan las leyes para asegurar su exacto cumplimiento y libertar de la opresión y violencia de sus administradores a cada uno de los ciudadanos"; a "las aniquiladoras consecuencias y horribles perjuicios que acarrea a la agricultura, comercio y artes el plan y desigual reparto de impuestos y el sistema de su cobranza"; a "las fatales resultas que debe experimentar la causa pública de que confie

96. AGUIRRE, *Carta sobre la salud pública*, 1787, pág. 91.

97. "Correo de Madrid", 1788, III, n.º 162, págs. 920-922.

la enseñanza del pueblo y la educación universal" a "individuos egoistas e ignorantes"; a "el momento en que empieza a ser un intolerable peso para el pueblo, que sufre la carga de los gastos anexos al estado civil y los de un culto que consume sumas crecidas en edificios, adornos, rentas eclesiásticas y manutención de ministros".⁹⁸ Si a ello unimos su esperanza de que la época en que vive "ha de ser precisamente la dicha y regeneración" de la patria,⁹⁹ y si tenemos en cuenta que escribía un año o dos antes del estallido de la revolución francesa, poseemos elementos suficientes para hacernos una idea de su personalidad. Y quizás también una explicación del motivo por el cual sus colaboraciones firmadas en el "Correo de Madrid" ¹⁰⁰ se interrumpieron bruscamente en 1789.

Como buen ilustrado Aguirre consideraba dos caminos para la regeneración de la sociedad española: la reforma de la legislación y la educación del pueblo.

A lo primero alude en diversas ocasiones y con referencia a los más diversos temas. Así al presentar el discurso sobre "*Cual debe ser el verdadero espíritu de la legislación para fomentar con fruto la Agricultura, la Industria, las Artes y el Comercio*" se pregunta la razón por la que había decaído "este pueblo que llegó a ser dominador de los mares, el mas industrioso y perfecto en las manufacturas y comercio". Su

98. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo contra los apologistas*, 1787, págs. 135-136.

99. AGUIRRE, *Discurso dirigido a la Real Sociedad Económica de Madrid...*, 1787, pág. 537.

100. Firmadas por un pseudónimo que, como ya se ha dicho, había sido identificado públicamente por el editor de la revista en abril de 1788. Véase *supra*, nota 22.

respuesta es que ello se debe a una legislación desacertada. Por eso es preciso —dice— “que si han de llegar a ser eficaces y no efimeros o inútiles los afanes del ilustrado gobierno y patrióticas Sociedades Españolas, sea indispensable retocar el espíritu y plan de la legislación”.¹⁰¹ En otra ocasión, en uno de sus artículos sobre el lujo, considera que las pasiones “son necesarias a la Sociedad”, pero que “debe cuidar el gobierno de que no se precipiten los ciudadanos a sus excesos y desarregladas consecuencias”; por ello cree que los excesos en el lujo “no serán sino culpas del gobierno de las naciones”.¹⁰² Las normas legales son muchas veces responsables de la injusticia y la pobreza. Como se comprueba, por ejemplo, en el discurso que remitió desde Algeciras en el que se demuestra que

“una de las mas invencibles entre las dificultades que se oponen a la prosperidad de las costumbres honestas y aumento de nuestra agricultura y fábricas, es esta involuntaria cesación de trabajo a que se obliga a los pueblos (que serian activos) con ame-

101. AGUIRRE, *Discurso dirigido a la Real Sociedad Económica de Madrid...*, 1787, pág. 537. A continuación de la frase anterior el autor se cita a si mismo y añade: “Así lo pensó también el bien intencionado autor del quaderno titulado *Sistema de Sociedades Patrióticas y de Seminario o Casas públicas de Educación*” aludiendo a su libro de 1785. Aguirre debía de tener confianza en la labor de las Sociedades de Amigos del País, ya que publicó trabajos dirigidos a las de Ávila, Zaragoza y Madrid. Algunos de estos trabajos o todos, aunque atribuidos por él a otros autores, debían de ser suyos. Como prueba puede aducirse que en su *Carta sobre la idea de Geografía* afirma que el trabajo que envía lo ha recibido de un oficial, y este trabajo es simplemente un resumen de la *Indagación*, hecho por él.

102. AGUIRRE, *Carta del Militar Ingenuo sobre el lujo*, 1788, pág. 603.

nazas algunas veces y con realidad de multas en repetidas ocasiones que aniquilan mas y mas a las familias empobrecidas.”¹⁰³

Pero la reforma de la legislación no basta. Hay además otra solución, “el secreto y el mas fácil remedio para corregir los errores de los hombres y remediar los estragos y miserias que siguen al imperio de las preocupaciones”: es la educación, tema al que Aguirre prestó una gran atención y al que dedicó un discurso fechado en Algeciras en julio de 1787 y publicado poco después en el “Correo de Madrid”. Es mediante una reforma de la “crianza pública” que se puede por ejemplo conseguir “ver puro el dogma, limpio de supersticiones el culto y libre de todo fanatismo la creencia de la Religión”. Hay que procurar también un “ordenado sistema social” y lograr que se “venere la justicia”, pero teniendo en cuenta respecto a esto último, que con la “descuidada educación, y con ofuscar los entendimientos de los que se dedican a la toga a fuerza de leyes contradictorias y por medio de un estudio de voces y maximas casi siempre perjudiciales” se consigue muchas veces lo contrario de lo que se perseguía.¹⁰⁴ Es a través de la educación que podrian resolverse muchos de los males de España, una patria que Aguirre sentia hondamente y que le llevó a tomar la pluma para conseguir esa regeneración que también buscaba su compañero de armas José Cadalso al escribir las “Cartas Marruecas”.

En ese esfuerzo por la educación, la difusión de conocimientos geográficos desempeñaba, sin duda,

103. AGUIRRE, *Discurso en defensa: I. de las buenas costumbres...*, 1788.

104. AGUIRRE, *Discurso sobre la educación*, 1787, núms. 112-114.

un papel destacado, y a ello dedicó Aguirre una parte importante de su esfuerzo intelectual y de su actividad docente en las instituciones militares. Con ocasión del segundo centenario de la publicación de la *Indagación* parece oportuno ofrecer una reedición que contribuya a difundir esta interesante aportación española a esa geografía nueva que se intentó elaborar en el siglo XVIII, y que en nuestro país aparece asociada —con las figuras de Aguirre y de Antillon— a los esfuerzos por la modernización científica y por la implantación de un orden social más justo.

BIBLIOGRAFÍA

Indicamos en cada caso el lugar donde se han consultado, cuando se trata de bibliotecas públicas, y en el caso de obras que no se han podido consultar, la fuente de donde procede la referencia.

Relación de bibliotecas

ACA	Archivo Corona de Aragón
BCC	Biblioteca de Cataluña
BUB	Biblioteca Universidad de Barcelona
BUV	Biblioteca Universidad de Valencia

A. Obras identificadas de Manuel de Aguirre

AGUIRRE, Manuel

- *Indagaciones y reflexiones sobre la geografía con algunas noticias previas e indispensables*, por el Teniente Coronel Don Manuel Maria de Aguirre, Sargento Mayor del Regimiento de Caballería de Borbón e individuo B.L. de la Real Sociedad Vascongada de los Amigos del País, Madrid, por Don Joachin Ibarra, Impresor de Cámara de S.M., 1782, 340 págs.
- *Sistema de Sociedades patrióticas, de Seminarios o Casas Públicas de educación*, por Don Manuel de Aguirre, Comandante del distinguido Esquadrón de Caballeros Cadetes de Caballería, etc. Madrid, por D. Joachin Ibarra, Impresor de Cámara de S.M., 1785, 108 págs. (Blanco y Sánchez, 1907, I, 70).
- *Carta del Militar Ingenuo sobre la salud pública*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 23, págs. 90-92.
- *Carta del Militar Ingenuo contra los Apologistas*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 34, págs. 135-136.
- *Carta del Militar Ingenuo e Idea de la Geografía*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 44, págs. 174-175; 45, págs. 178-180; 46, págs. 181-182.

- *Carta del Militar Ingenuo y Consulta que sobre varios puntos interesantes al bien de la Nación, hace a la Real Sociedad Patriótica N. uno de sus individuos más deseosos de corresponder a este honroso título*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 53, págs. 220-222; n.º 54, págs. 228-229.
- *Carta del Militar Ingenuo sobre Cirujanos del Exercito*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 67, págs. 283-284; n.º 68, págs. 286-287.
- *Carta del Militar Ingenuo*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 73, pág. 300; n.º 74, págs. 310-311; n.º 75, pág. 318.
- *Carta del Militar Ingenuo sobre los Apologistas*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 81, págs. 347-348; n.º 82, pág. 355; n.º 83, págs. 359-360; n.º 86, págs. 376-377; n.º 87, págs. 382-383.
- *Carta del Militar Ingenuo*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 88, pág. 386.
- *Carta del Militar Ingenuo*, "Correo de Madrid", 1787, I, n.º 93, págs. 415-416.
- *Discurso presentado por el Militar Ingenuo con motivo de la erección de una Sociedad Patriótica de Amigos del Pais en la Ciudad de A[vila], Sobre la virtud*, "Correo de Madrid", 1787, n.º 89, págs. 389-392; n.º 90, págs. 397-398; n.º 91, págs. 401-402.
- *Carta del Militar Ingenuo y Discurso dirigido a la Real Sociedad Económica de Madrid en que se intenta exponer [...] el problema [...] "Cuál debe ser el verdadero espíritu de la legislación para fomentar con fruto la Agricultura, la Industria, las Artes y el Comercio, por Mr. Leunam d'Erriuga. Año 1786*, "Correo de Madrid", 1787, II, n.º 101, págs. 461-463; n.º 102, págs. 465-467; n.º 103, págs. 473-474, n.º 104, págs. 481-483; n.º 105, págs. 489-491; n.º 106, págs. 497-499; n.º 107, págs. 507-507; n.º 108, págs. 513-515; n.º 109, págs. 521-522; n.º 110, págs. 529-533 y n.º 111, pág. 537.
- *Discurso sobre la Educación*, "Correo de Madrid", 1787, II, n.º 112, págs. 545-547; n.º 113, págs. 553-554 y n.º 114, págs. 561-562.
- *Discurso del Militar Ingenuo en defensa: 1. de las buenas costumbres; 2. de los intereses más considerables del pueblo y provincia de N.; y 3. del aumento del bien general de la*

- Monarquía*, "Correo de Madrid", 1788, II, n.º 115, págs. 569-570; n.º 116, págs. 577-578; n.º 117, págs. 585-586 y n.º 118, págs. 593-594.
- *Carta del Militar Ingenuo sobre el lujo*, "Correo de Madrid", 1788, II, n.º 119, págs. 601-604.
 - *Discurso del Militar Ingenuo sobre la mendicidad*, "Correo de Madrid", 1788, II, n.º 124, págs. 641-643; n.º 125, págs. 649-650; n.º 126, págs. 657-658 y números sucesivos.
 - *Carta del Militar Ingenuo [sobre la mujer]*, "Correo de Madrid", 1788, II, n.º 126, págs. 658-659.
 - *Carta sobre la gloria*, "Correo de Madrid", 1788, II, n.º 132, págs. 705-706.
 - *Discurso dirigido a la Real Sociedad Aragonesa*, "Correo de Madrid", 1788, II, n.º 182, págs. 1075-1078; n.º 183, págs. 1083-1085; n.º 184, págs. 1091-1092.
 - *Discurso del Militar Ingenuo [esto es de D. Manuel de Aguirre, Teniente Coronel Agregado en el Regimiento de Borbón Caballería] sobre literatura*, "Correo de Madrid", 1788, III, n.º 152, págs. 829-831 (la atribución entre corchetes se señala en el índice del volumen).
 - *Carta del Militar Ingenuo sobre Geografía*, "Correo de Madrid", 1788, III, n.º 156, págs. 867-870; n.º 157, págs. 880-881; n.º 158, págs. 888-889; n.º 159, págs. 893-898; n.º 160, pág. 904.
 - *Carta del Militar Ingenuo*, "Correo de Madrid", 1788, III, n.º 167, págs. 955-958 (contesta a algunas críticas y propone una Academia de Ciencias de la Guerra. También discute el proyecto del Diccionario Militar).
 - *Carta del Militar Ingenuo sobre la exclusión del tolerantismo de Roselli*, "Correo de Madrid", 1788, III, n.º 161, págs. 907-908; n.º 163, págs. 923-925.
 - *Carta del Militar Ingenuo sobre el Diccionario Militar*, "Correo de Madrid", 1788, III, n.º 180, págs. 1059-1061; n.º 190, págs. 1139-1141; n.º 192, págs. 1155-1157.
 - *Carta del Militar Ingenuo [sobre un discurso de Cladera pronunciado en la Real Academia de Santa Barbara de Derecho Español y Público]*, "Correo de Madrid", 1788, III, n.º 185, págs. 1099-1100; n.º 186, págs. 1107-1109; n.º 187, págs. 1115-1116.

- *Carta del Militar Ingenuo eximiéndose de ser juez en la competencia del lujo*, "Correo de Madrid", 1788, III, n.º 198, págs. 1205-1206.

BOISDEFFRE, Jean François le Mouton de

- *Principios esenciales para la caballería*, por el Caballero Boisdeffre, trasladado del francés, por D. Manuel de Aguirre, Madrid, Imprenta Real, 1792, 2 h + XL + 140 págs. (Palau).

B. Obras anteriores a 1808

ÁLVAREZ, Padre Gaspar

- *Conclusiones Cosmográficas del uso de los Globos celeste, terrestre y esfera Copernicana*, Madrid, año de 1740, 11 págs. (Palau).

ANTILLON, Isidoro de

- *Lecciones de Geografía Astronómica Natural y Política, escritas por Orden de S.M., para uso principalmente del Real Seminario de Nobles de Madrid*, por el Dr. D. Isidoro de Antillon..., Madrid, Imprenta Real, tomo I, 400 págs.; tomo II, 1806, 302 págs.

BAILS, Benito

- *Elementos de Matemáticas*, por don Benito Bails, Director de la Real Academia de San Fernando, Individuo de las Reales Academias de la Historia y de la de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona. Madrid, por D. Joaquin Ibarra, Impresor de Cámara de S.M. y de la Real Academia, 1779-1783, 10 tomos, en 11 vols., 2.ª Ed., 1793-1794, 3.ª Ed., 1804-1816. Vol. I *Arithmetica*; II *Algebra*; III *Secciones cónicas*; IV *Dinámica y Estática*; V *Hidrodinámica*; VI *Optica*; VII *Elementos de Astronomía*; VIII *Astronomía física*; IX *Arquitectura Civil y Arquitectura Hidráulica* (2 vols.); X *Tablas de Logaritmos*, BCC.
- *Principios de matemáticas, donde se enseña la especulativa, con su aplicación a la dinámica, hidrodinámica, óptica, astronomía, geografía, gnomica, arquitectura, perspectiva y al calendario*, Madrid, 1776, 3 vols. BUV.
- *Principios de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando*, por don Benito Bails. Tercera Edición Añadida. Ma-

drid. En la Imprenta de la Viuda de D. Joaquin Ibarra, 1795-1799, 3 vols., 516 + 464 + 509 pàgs. BCC.

BONNE, R.

- *Idea de la Esfera o Principios de Geografía astronómica: Por Mr. Bonne. Obra traducida del francés, mejorada con algunas notas y arreglada al Meridiano de Madrid*, por D. Isidoro de Antillon. Segunda edición corregida y aumentada, Palma de Mallorca, Imprenta de Miguel Domingo, 1812, 76 pàgs. BCC.

CADALSO, José

- *Los eruditos a la Violeta, ó curso completo de todas las ciencias dividido en siete lecciones para los siete días de la semana, con el suplemento de este, compuesto por Don Josef Vazquez pseudónimo de José Cadalso, quien lo publica en obsequio de los que pretenden saber mucho estudiando poco. Y una Junta que en casa de Don Santos de Celis tuvieron ciertos Eruditos a la Violeta: y parecer que sobre dicho papel ha dado el mismo à Don Manuel Noriega, habiendole este pedido con las mayores instancias desde Sevilla*. Con Licencia Barcelona: en la Imprenta de Eulalia Piferrer Viuda, Impresora del Rey N. Sr., Plaza del Angel, Año MDCCLXXXII (1782), 156 pàgs. BUB.
- *Cartas Marruecas del Coronel D. Joseph Cadahalso*. En Madrid. En la Imprenta de Sancha, Año de MDCCXCIII (1793), 224 pàgs. BUB.
- *El buen militar a la violeta Sección póstuma del autor del tratado de los eruditos*. En Sevilla: en la Imp. Mayor de la Ciudad Año de MDCCLXXX (1790), xx pàgs. BUB.

CAPMANY, Gerónimo y BAILS, Benito

- *Tratados de Matemáticas que para las escuelas establecidas en los Regimientos de Infantería...*, Madrid, Joaquin Ibarra, Impresor de Cámara de S.M., MDCCLXXII (1772), 10 h. + 404 pàgs. (Palau).

CASAS, José Santiago

- *Relox Universal de pendola, y en él nueva idea de la estructura del Universo. Se declara la colocación del globo terraqueo y su movimiento de oscilación en el centro del Universo: y el movimiento del Sol al rededor del Globo en círculo perfecto, sin declinación*, Madrid, Viuda de Juan Garcia Infan-

zon, 1758, 84 + 192 págs., 1 lám. (Fernández de Navarrete, 1851, II, 345 y Palau).

CORREO

- *Correo de Madrid (ò de los Ciegos) Obra Periodica en que se publican rasgos de varia literatura, noticias y los escritos de toda especie que se dirigen al Editor.* Con Licencia: En Madrid. En la Imprenta de Josef Herrera, 1787-17, 1 vol. BCC.

CONSTANTINI, Josef Antonio

- *Cartas Críticas sobre varias questiones Eruditas, Científicas, Physicas, y Morales, a la Moda y al Gusto del presente Siglo, Escritas en Idioma Toscano por el Abogado Josef Antonio Costantini:* Tradúcelas al Castellano Don Antonio Reguart. Con Licencia y Privilegio. En Madrid: en la Imprenta de Blas Román, Año 1779, 12 vols. BUB.

CHAFRION, José

- *Escuela de Palas ò sea Curso Mathemático. Tomo I. Dividido en XI Tratados, que contienen la Arithmética, Geometría Especulativa, Práctica, Lugares planos, Dados de Euclides, Esphera, Geographia, Algebra Numerosa, y Especiosa, Trigonometría, y Logarithmica, y ultimamente el Arte Militar... Es obra curiosa y provechosa para la Nobleza, y Militares. Sale la primera vez enriquecida de muchas, y primorosas Láminas.* En Milán en la Imprenta Real, por Marcos Antonio Pandulpho Malatesta. Año MDCXCIII (1693). 217 págs. in fol. (tomo II, Arte Militar, encuadernado en el mismo vol., sin portada, 212 págs. + Ind.). BUB.

CHEVIGNI

- *Ciencia para las personas de corte, espada y toga, que escrivo en frances M. de Chevigni; traducida del idioma Italiano en español y añadida en muchas partes por el Dr. Juan Bautista Compani; enriquecida a mas de las adiciones, con dos tratados de la Física y Retórica; dividida en seis tomos.* En Valencia. En la Imprenta de Antonio Balle, año 1736. BUB.

GRULLA, Medauro

- *Arte de gobernar los relojes por la equación del tiempo. Segunda edición añadida y aumentada con la explicación de los círculos de la esfera y una breve descripción historial del sistema copernicano,* Madrid, 1792, 180 págs. (Sánchez Pérez, 1929, 139).

HERVAS Y PANDURO, Lorenzo

- *Viage Estático al Mundo Planetario, en que se observan el Mecanismo y los principales fenómenos del Cielo; se indagan sus causas físicas, y se demuestran la existencia de Dios y sus admirables atributos*. Obra del Abate D. Lorenzo Hervas y Panduro, Socio de la Real Academia de las Ciencias y Antigüedades de Dublin, y de la Etrusca de Cortona. En Madrid, en la Imprenta de Aznar, 1793-1794, 4 vols. BCC.

JUAN, Jorge

- *Observaciones astronómicas y físicas hechas de Orden de S.M. en los Reynos del Perú. Por D. Jorge Juan, Comendador de Aliaga en el Orden de S. Juan, Socio correspondiente de la R. Academia de Ciencias de París y D. Antonio Ulloa, de la R. Sociedad de Londres, ambos Capitanes de Fragata de la R. Armada, de las quales se deduce la figura y magnitud de la Tierra y se aplica a la Navegación*. Impreso de Orden del Rey N. Sr. En Madrid, Por Juan Zúñiga, Año 1748, 396 págs. + fig. e índices. BCC (segunda edición, corregida y enmendada por el Author, en Madrid. En la Imprenta Real de la Gazeta, Año de 1773. BUB).

MAUPERTUIS

- *Elements de Geographie, en Oeuvres de Mr. de Maupertuis. Nouvelle Edition Corrigée et augmentée*. Tome Troisième, A Lyon, Chez Jean Marie Bruyset, 1756, págs. 1-67, BCC.
- *Relation du voyage fait par ordre du Roi au Cercle Polaire pour determiner la figure de la Terre, en Oeuvres...* Tomo III, págs. 70-175 (1.ª ed. Paris, 1738) BCC.

MEMORIAS

- *Memorias para la Historia de las ciencias y Bellas Artes. Compuestas en Frances por los Padres de Trevoux y al Castellano por Don Joseph Vicente Rustant, Quien las dedica a los Eruditos y Curiosos*. Con Privilegio del Rey N. S. En Madrid: En la Imprenta de Don Agustin de Gordejuela, 1752. BUB.
- *Memorias para la Historia de Ciencias, y Artes, que se empezaron a imprimir Año de 1701. En Trevoux. Traducido en Castellano por D. Antonio de Ruidiaz, Criado de la Reina nuestra Sra.* En Madrid: En la oficina de Don Gabriel Rami-

rez, Criado de la Reyna Viuda N. Sra., Enero 1755, 296 págs. BUB.

PARA DE FANJAS, François

- *Elementos de Filosofía compuestos en Frances por el Abate Para de Fanzas, Presbítero de la extinguida Compañía de Jesús*, y traducidos al castellano por Don Lucas Gomez Negro, Catedrático de Filosofía por segunda vez en la Real Universidad de Valladolid y Abogado de Su Real Chancillería. En Valladolid. En la Imprenta de la Viuda e Hijos de Santander, 1796, Tomos I y II: Elementos de Física o Compendio del curso Completo de Física especulativa y Experimental, Sistemática y Geométrica, 1796, 460 págs. + 452 págs. BCC.
- *Elementos de Filosofía...*, Tomos III y IV: *Elementos de Metafísica Sagrada y Profana, o Compendio del curso completo de Metafísica y de la Filosofía de la Religión*. En Valladolid. En la Imprenta de la Viuda e Hijos de Santander, Año de 1797, 538 + 400 págs. BCC.

TORRES VILLARROEL, Diego de

- *Libros en que estan reatados diferentes quadernos Physicos, Morales y Mysticos, que años passados dio al Público en producciones pequeñas el Doctor D. Diego de Torres Villarroel*, de el Gremio y Claustro de la Universidad de Salamanca, y su cathedrático de Mathematicas, jubilado por el Rei N. Sr. Impressos en Salamanca. En la Imprenta de Antonio Villagordo y en la de Pedro Ortiz Gomez. En el año de 1752, 14 vols. BUB.
- *Viaje Fantástico del Gran Piscator de Salamanca. Jornadas por uno y otro Mundo. Descubrimiento de sus substancias, generaciones y producciones. Ciencia Juizio y Congetura de el eclipse de el día 22 de Mayo de este presente año de 1724 (de el qual han escrito los Astrólogos del Norte) las reglas generales para judiciar de todos los eclipses, que puedan suceder hasta el fin del Mundo*. Dedicado al Sr. D. Alexandro Navarrete... Por su Autor Don Diego de Torres Villarroel, Profesor de Filosofia y Mathematicas, substituto a la Cátedra de Astronomia de Salamanca etc. Impreso en dicha ciudad con las licencias necesarias (1724), 110 páginas BCC.

TRATADO

- *Tratado de la Esfera y Geografía y Descripción de algunos Mapas para uso del Real Seminario de Educandos de la Ciudad de Valencia*. Con Licencia Madrid, Valencia. En la Imprenta de D. Benito Monfort. Año 1796, 104 págs. A.C.A.

ULLOA, Antonio de

- *Relación Histórica del Viaje a la América meridional hecho de Orden de S.M. para medir algunos grados de Meridiano Terrestre y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura, y Magnitud de la Tierra, con otras varias Observaciones Astronómicas, y Phisicas: Por Don Jorge Juan, Comendador de Aliaga en el Orden de San Juan, Socio correspondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris, y Don Antonio Ulloa, de la Real Sociedad de Londres, ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada*. Impresa de Orden del Rey N. Sr. En Madrid. Por Antonio Marin, Año de 1748, 4 vols., 404 + 279 + 379 + 222 págs. BCC.

VARENIO, Berhhard

- *Geografía general en la que se explican las propiedades generales de la Tierra* (1650). Traducción del Latin por José M.^a Requejo. Edición y estudio introductorio por Horacio Capel. Barcelona, Ediciones de la Universidad, 1974, 146 págs.

VÁZQUEZ, Francisco

- *Nuevo tratado de la Esfera, que contiene una explicación de la Esfera Armilar y sus círculos, con el movimiento de los Astros, Systémas del Mundo antiguos y modernos; con un Compendio del uso de los Globos y medidas geográficas. Traducido, aumentado y acomodado al Meridiano de Madrid*, por el P. D. Francisco Vázquez, C. R. En Madrid, por Pantaleón Aznar, 1795, 46 págs. BCC.

C. Obras recientes

BECK, Hanno

- *Geographie, Europäische Entwicklung in Texten und Erläuterungen*. Freiburg/München, Verlag Karl Albert, 1973, 510 págs.

BLANCO Y SÁNCHEZ, Rufino

- *Bibliografía Pedagógica de obras escritas en castellano o traducidas a este idioma*, Madrid, 1907-1912, 5 vols.

CAPEL, Horacio

- *La personalidad geográfica de Varenio*, en VARENIO: *Geografía General* (1650), Ediciones Universidad de Barcelona, 1974, págs. 9-84.
- *Institucionalización de la Geografía y estrategias de la Comunidad científica de los geógrafos "Geo-Critica"*, Universidad de Barcelona, n.º 8 y 9, 1977, 31 + 27 págs.
- *Institutionalization of Geography and strategies of Change*, en David STODDART (Ed.) *Geography, Ideology and Social concern*, Cambridge, Basil Blackwell, 1981.
- *Valor didáctico de la Historia de la Geografía*, Comunicación al Simposio sobre "La Historia de las Ciencias y la Enseñanza", Universidad de Valencia, abril 1980, págs. 115-121.
- *Organicismo, fuego interior y terremotos en la ciencia española del siglo XVIII "Geo-Critica"*, Universidad de Barcelona, n.º 27-28, mayo-julio 1980, 95 págs.
- *La geografía como ciencia matemática mixta. La aportación del círculo jesuítico madrileño en el siglo XVII "Geo-Critica"*, Universidad de Barcelona, n.º 30, noviembre 1980, 35 págs.
- *Sobre clasificaciones, paradigmas y cambio conceptual en Geografía. Reflexiones introductorias a la Ponencia de Pensamiento Geográfico*, II Coloquio Ibérico de Geografía, Lisboa, 13-17 octubre 1980 (en publicación). Reproducido en "El Basilisco", Oviedo, n.º 11, febrero 1981.
- *Geógrafos españoles en los Países Bajos a fines del siglo XVII*, "Tarraco Revista de Geografía" Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona en Tarragona, vol. II, 1981 (en publicación).
- *La Geografía en los exámenes públicos y el proceso de diferenciación entre Geografía y Matemáticas en la enseñanza durante el siglo XVIII*. "Áreas Revista de Ciencias Sociales". Murcia, Consejo Regional Murciano, vol. I, 1981.
- *Los Diccionarios geográficos de la Ilustración española*, "Geo-Critica", Universidad de Barcelona, n.º 31, enero 1981.

- *Geografía y Matemáticas en la España del siglo XVIII*, Barcelona, Oikos-Tau (en publicación).

CLONARD, Conde de

- *Memoria Histórica de las Academias y Escuelas Militares de España, con la creación y estado presente del Colegio General establecido en la ciudad de Toledo*, Madrid, Imprenta de D. José M. Gómez Colon y Compañía, 1847, 302 págs.

DEMERSON, Paula de; DEMERSON, Jorge, y AGUILAR PIÑAL, Francisco

- *Las Sociedades Económicas de Amigos del País en el siglo XVIII. Guía del Investigador*, San Sebastián, C.S.I.C. Patronato José M.^a Quadrado, 1974, 410 págs. BDGUB.

EHRARD, Jean

- *L'idée de Nature en France dans la première moitié du XVIII^e siècle*, Paris, S.E.V.P.E.N., 1963. Edición abreviada, *L'idée de Nature en France à l'aube des Lumières*, Paris, Flammarion, 1970, 443 págs.

FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, Martín

- *Biblioteca Marítima Española*, obra póstuma del Excmo. Sr. Don Martín Fernández de Navarrete, Director que fue del Depósito Hidrográfico y de la Academia de la Historia, etc. Impresa de Real Orden, Madrid, Imprenta de la Viuda de Calero, 1851, 2 vols., 671 + 784 págs. BCC.

GLENDINNING, Nigel

- *Vida y obra de Cadalso*, Madrid, Editorial Gredos. Biblioteca Románica Hispánica, 1962, 239 págs.

HERR, Richard

- *España y la Revolución del siglo XVIII*, Madrid, Aguilar, 1964, 418 págs.

HUGHES, John B.

- *José Cadalso y las Cartas Marruecas*, Madrid, Editorial Tecnos, 1969, 108 págs. BHUB.

KUHN, T.

- *La revolución copernicana*, trad. cast., Madrid, Siglo XXI, 1978.

LARRAMENDI, Manuel de

- *Corografía ó Descripción General de la Muy Noble y Muy Leal Provincia de Guipuzcoa*, por el R. P. Manuel de Larra-mendi, de la Compañía de Jesús. Obra inédita. Barcelona. Imprenta de la Viuda e Hijos de J. Subirana, 1882, 298 págs. BCC.

NAVARRO, Víctor

- *Contribución a la historia del Copernicanismo en España*, "Cuadernos Hispanoamericanos", n.º 28, enero 1974, págs. 1-21.

SARRAILH, Jean

- *L'Espagne éclairée de la seconde moitié du XVIII^e siècle*, Paris, 1954. Trad. cast., *La España Ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1974, 784 págs.

SIERRA, Eduardo

- *El Geocosmos de Kircher. Una cosmovisión científica del siglo XVII*, "Geo-Critica", 33-34, mayo-julio 1981.

VERNET, Juan

- *Copernicus in Spain*, "Colloquia Copernicana", Varsovia, Ossolineum, 1972, vol. I, V, págs. 271-291.
- *Astrología y Astronomía en el Renacimiento. La Revolución Copernicana*, Barcelona, Ariel, 1974, 150 págs.
- *Historia de la Ciencia española*, Madrid, Instituto de España, 1975, 312 págs.

INDAGACION
Y
REFLEXIONES
SOBRE
LA GEOGRAFÍA,
CON ALGUNAS NOTICIAS PREVIAS,
É INDISPENSABLES.

POR

EL TENIENTE CORONEL DON MANUEL DE AQUIRRE,
SARGENTO MAYOR DEL REGIMIENTO DE CABALLERIA DE
BORBON, E INDIVIDUO B. L. DE LA REAL SOCIEDAD
BASCONGADA DE LOS AMIGOS DEL PAIS.



MADRID MDCCLXXXII.

POR DON JOACHIN IBARRA, IMPRESOR DE CAMARA DE S. M.
CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

*Quod autem post multos qui his de rebus ante nos
dixerunt, aggredimur hæc enarrare, ob id repre-
hendendi tum deum esse, si prorsus eodem om-
nia modo dissereremus.*

STRAB. Geog. lib. 1.



ADVERTENCIA
DEL IMPRESOR.

Como es difícil lograr un conocimiento bastante desmenuzado de los asuntos que contiene esta Obra , si solo se exâmina la tabla de las materias , puesta por su autor al principio de ella , me ha parecido que podrá contribuir á que formen una idea exâcta de su contenido los que quisieren comprarla , el insertar un prospecto , ó noticia, que dió de ella la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País en los Extractos de sus Juntas generales del año de 1780, en los que dice así:

El Socio D. Manuel María de Aguirre, Capitan graduado, Ayudante mayor del Regimiento de Caballería de Borbon, y Director de una de las Compañías del Real Colegio Militar de Caballería de Ocaña , presentó una Obra original suya de 351 páginas en folio , adornada

de primorosas láminas , intitulada Indagacion y Reflexiones sobre la Geografia , que mereció particulares elogios ; y como esta obra es una produccion completa y precisa , no puede reducirse á extracto ; pero se dará no obstante una razon individual de la division de sus capítulos , y método que se propone.

Da el Autor en esta Obra los elementos de la Geografia teórica ; esto es, de aquella parte científica , fundada en la Astronomía , Perspectiva , y Historia Natural , dexando la Descriptiva y Política á los libros llamados comunmente de Geografia , y á los de viages. Divide su obra en dos Partes , destinando la primera á todos los conocimientos astronómicos , que deben preceder al uso y construccion de los globos y mapas : y la segunda á la aplicacion de estos conocimientos al estado , movimientos y variedades de la Tierra , á su division , y á la consideracion de los fenómenos que resultan de la diferente combinacion de las partes , ó materias

que la constituyen. Intenta por consiguiente corregir la falsa idea que se tiene de la Geografia, quando la creen ceñida á la pueril descripcion de ciudades, paseos, jardines, caminos, &c. olvidando que á ella se deben los utilísimos medios de navegar, y hacer transitables los crecidos mares, que separan á los Continentes y á los hombres, ademas de los indispensables no bastantemente estimados recursos de los mapas, y de las nociones de la variedad de aspectos y figuras, que adquiere la superficie de nuestro globo.

Consta la Parte primera de quatro capítulos, y una introduccion, en que dice el motivo que ha obligado á los hombres en todos tiempos á dedicarse con esmero á la observacion de los astros, y pone inmediatamente la definicion de las voces mas usuales, que intervienen en el tratado. En el capítulo primero muestra los progresos, que se han debido á la indagacion cuidadosa de los hombres, y hace la historia de

estos progresos hasta nuestros dias, refutanao al paso los sistemas de Ptolomeo y Descartes , y dá una idea de las leyes astronómicas de Keplero. En el segundo se figura el modo con que parece haberse formado la convexidad de las órbitas elípticas de los cuerpos celestes; y manifestando las suposiciones y razonamientos , que conducirian al hombre á la explicacion de nuestro sistema, lo describe , desviándose de las voluntarias interpretaciones que se dieron á la naturaleza: no olvida los cometas, sus órbitas , ni las estrellas fixas , enumerando los signos , ó asterismos , que de estas se han formado. En el tercero conduce al Observador por todos los trámites y reflexiones , que deben producir el conocimiento de los círculos , zonas, climas , &c.: el de las longitudes y latitudes astronómicas : el de los eclipses y fases de la luna, y demas astros : el de la rotacion de nuestro globo : el de las esferas recta , paralela y obliqua , &c. En el quarto muestra la

utilidad y uso que se hizo de las longitudes, latitudes, ascensiones, &c. en la construccion de las cartas y esferas celestes: da noticia de la aberracion de las estrellas: de la precesion de los equinoccios: del tiempo y de sus variedades en las medidas: de los dias en que el sol entra en los doce signos de la eclíptica: de la paralaxe y de sus utilidades, que hace patentes, resolviendo varios problemas sobre la distancia, &c. de los astros: y finalmente pone el uso de la esfera celeste artificial en algunos problemas, que bastan para tomar conocimiento de su utilidad; á este uso anteceden todas aquellas noticias y suposiciones, que son indispensables.

La Parte segunda contiene siete capítulos, dirigidos á dar un exácto conocimiento de este globo que habitamos. En el primero toma por objeto la figura, magnitud y movimientos de la Tierra: indica con este motivo el modo con que pudieron los hombres trazar el pri-

mer meridiano y los círculos de latitud, los pasos que dieron para medir un grado de círculo máximo, y los felices descubrimientos de los modernos en este asunto: expresa los razonamientos á que dió origen el retardo de las oscilaciones del péndulo en la Cayena: hace demostracion de la verdad inferida por medio de esta máquina, y pone una tabla del diferente peso que tiene en distintas latitudes la misma porcion de materia: determina la figura de la Tierra, y la extension de los grados del meridiano en diferentes latitudes, siguiendo la doctrina y hallazgos de los sabios, enviados á la Laponia y al Perú en nuestros tiempos, de cuyas operaciones se da conocimiento: pone en toesas de París, varas y leguas españolas, la magnitud, extension y masa de la Tierra, y habla de la diferencia de medidas, ó leguas: explica por último, moviendo en su órbita y sobre su eje á nuestro globo, los dias y noches, su variedad, la de las estaciones, y quan-

tos efectos se atribuían antes al movimiento del sol. En el segundo, mostrando el uso, que los hombres hicieron de los conocimientos que iban adquiriendo, pone la construccion de los globos terrestres artificiales, disintiendo del general método que se sigue en sus armazones, ó círculos, con que los suelen envolver, y describe su particular armazon: indica el modo de trazar sobre cartas, destinadas á cubrir un globo elegido, los círculos y superficie terrestre: habla de la eleccion de primeros meridianos, y del modo de contar la longitud; y manifestando los principios y propiedades en que se funda la construccion de los mapas, pasa á trazarlos, empezando por el Mapa-Mundi hasta el de España, no olvidándose de las variedades que ha habido en las cartas generales. Como es indispensable el conocimiento de la longitud y latitud para la exáctitud de los mapas, enseña el modo con que se logran, y se indican las distancias que median, á lo que

sigue una tabla de la relacion que tiene el pie de Castilla con las medidas mas conocidas de Europa. Acaba finalmente el capítulo con una explicacion y plano, ó dibuxo, en que se expresan las señales y marcas con que se anuncian en los mapas todas las particularidades, que interesan. En el tercero, por huir del abuso, que se hace de las falsas suposiciones en la explicacion de los problemas geográficos, pone un uso del globo artificial terrestre, adaptado al sistema Copernicano, cuya verdad confirma con la facil explicacion de la desigualdad de los dias, de las estaciones, &c.: da métodos para conocer los nombres y situacion de los diversos habitantes de la Tierra: y explica finalmente el método de servirse de los mapas. En el quarto raciocina sobre el modo con que pudo obedecer la materia, despues de criada, á las ideas y fines del Hacedor Supremo en el desenvolvimiento de todas las cosas; y considerando los elementos de que se compone

esta nuestra Tierra , pasa á explicar los mas notables fenómenos que observamos , producidos por su encuentro y naturaleza. Considera 1.º el fluxó y refluxo del mar , y despues de tratarlo con extension , calcula las fuerzas atractivas de los astros que lo ocasionan , y explica sus circunstancias : 2.º los crepúsculos , ó los efectos de la refraccion , que padecen en nuestra atmósfera los rayos de luz , demostrando para esto la causa y teoría de esta refracción: indica consiguientemente la diversidad de crepúsculos , que tienen los distintos pueblos : 3.º los vientos , cuyo origen indica explicando las direcciones continuas , por temporadas y variables , que se observan en distintos climas : y 4.º finalmente las corrientes del mar , cuya causa registra , como tambien su diferente permanencia en distintas regiones. En el quinto , apuntando el uso que los hombres han hecho de los quatro elementos , manifiesta la parte considerable que tiene en la navegacion la Geo-

grafia , de la que ha recibido las cartas Plana y Reducida , cuyo uso pone en muchos problemas , despues de haber demostrado la teoría de su construccion, las propiedades de la linea loxodrómica, y la utilidad de las Partes meridionales y Latitudes crecientes , &c. En el sexto recorre toda la superficie del globo , empezando su observacion por los montes , y siguiendo por los rios , mares , lagunas , ó lagos , é islas : en todos estos artículos considera las direcciones, formacion , corrientes , avenidas, cantidad de agua que se consume en la evaporacion , y la que vomitan los rios, mudanza de aspecto , recodos , ángulos correspondientes , &c. explicando al mismo tiempo todas las voces geográficas pertenecientes á estas materias. En el séptimo contempla , ó amplía mas la consideracion de las mudanzas, que sufre la superficie de nuestro globo : pasa á inferir la disposicion primera en que pudo estar la tierra , la variacion que ha sufrido , y se resuelve á buscar

el modo con que pudo descubrirse sobre las aguas, las fajas en que se dividió, y los ángulos que estas forman con el equador.

En la conclusion, con que finaliza su obra, manifiesta la diferencia que debe hacerse entre la Geografia teórica y práctica, y la estrechez de límites á que la ciñen regularmente: prescribe el modo con que debiera escribirse con utilidad de la Nacion la parte práctica, é indica el plan de una Geografia completa, cuya execucion parece dificultosa al Autor, á no concurrir el Ministerio, y las personas destinadas á las Cortes y Países extrangeros, prestando todos los auxilios, que se pedirian.

NOTA.

Como entre aquellos casi inevitables errores de imprenta, que suelen cometerse en las obras, se hallan en los que se han introducido en esta, algunos que es preciso corregir para que puedan hacerse cargo de su contexto los que quieran leerla, se advierte esta circunstancia á fin de que se remedien, antes de pasar á su lectura, ó exámen, segun la siguiente

FE DE ERRATAS.

<i>Pag.</i>	<i>Lin.</i>	<i>Dice.</i>	<i>Debe decir.</i>
18	12	diagonales EF	diagonales DF.
19	20	CHL	ChL.
19	22	al cuerpo S, con	al cuerpo S: con.
23	30	que la describen	que las describen.
30	20	en 13 dias	en 3 dias.
70	23	se hacia en 24	se hacia, en 24.
78	25	conjuncion de 29 dias	conjuncion, de 29 dias.
91	2	el nombre y despojadas	el nombre; y despojadas.
103	30	maneras su diferencia ..	maneras, su diferencia.
142	7	llega el Sol	llega la Tierra.
152	6	iguales XL	iguales α L.
157	5	indica la longitud	indica la latitud.
164	13	distinguiño con	distinguido con.
171	17	que podrá	que podrán.
209	28	y continúa, girando	y continuar girando.
228	28	plano, no muy lejos	plano, ó no muy lejos.
231	22	47 ^a Fol. 131	Fol. 231.
233	32	direccion DG	direccion DE.
234	27	en 8'	en 8°.
287	20	de la Rosa los grados.....	} de la Rosa (Fig.6o) los grados.
294	22	abrazo el número	

PROLOGO.

El ver que han dado origen á la expresion y dulzura de los pinceles de Rafael, y Mengs las toscas rayas con que empezaron los hombres á señalar en la arena los límites de aquellas sombras, que siguen á los cuerpos opacos , quando se muestra mas despejado y brillante el Sol , nos anima á proponer nuestras ideas sobre el modo de considerar la Geografia , y de inquirir su extension y naturaleza.

Descripciones políticas y económicas de los reynos y provincias , prolixas relaciones de las calles , fuentes , palacios, jardines , &c. de las ciudades y pueblos considerables , se han llamado , y solas usurpan comunmente el nombre de *Geografia* con harto perjuicio de los que así piensan , y de la juventud , que podria hacer progresos , á que no aspira , por creer que se consiguió la posesion de la ciencia solo con este esfuerzo de la memoria.

Parte son, es verdad, y muy importante; pero son la parte práctica, á la que debe anteceder (como en la Geometría) la especulativa, ó teórica.

Con el deseo, pues, de abrir un camino, que conduzca al desengaño, y á formar de la Geografía una idea de mayor extension, ó que la ponga para con las gentes en el lugar debido, nos resolvemos á exponer al público nuestros esfuerzos y conato: esfuerzos que han sido hechos para desempeñar el encargo, que el zeloso patriota General el Excelentísimo Señor Conde de O Reylli, solicitador incansable de los progresos, é instruccion del Ejército, quiso fiar á nuestro cuidado y sana intencion en la Escuela Militar y Real Establecimiento de Ávila.

Fué preciso hacer apuntaciones, reflexionar y escribir noticias, que llegaron á componer los quadernos, que ofrecemos á nuestros compatriotas, persuadiéndonos que, aun considerados como la señal, ó rastro de las sombras, de que se ha he-

cho recuerdo , podrán despertar el ingenio y penetracion de alguno mas capaz de hacer inteligibles y provechosos á las diversas clases de la sociedad estos conocimientos tan indispensables en toda república , que aspira á su conservacion, comercio y artes.

Ha sido consecuencia del plan elegido el indicar algunas operaciones, é ideas, no desmenuzando todas las circunstancias, que deben tenerse presentes para una acertada práctica, ya porque se hallan expresadas en otros párrafos , y ocurren inmediatamente , como tambien porque son consecuencia de otras verdades anunciadas ántes : por exemplo , se ha omitido, al buscar la Epacta para un año dado , la atencion que debe hacerse á la novedad introducida en el cálculo del tiempo por la *Correccion Gregoriana* , que nos aleja hoy en el modo de contar de los que no la admitiéron , once dias : lo mismo sucede con los varios modos de averiguar la altura de Polo , indicados en el fol. 101, y con otros muchos casos , &c. &c. ; el

generalizar algunos nombres propios que lo fueron de objetos señalados; el apellidar con voces españolas muchas palabras, ó bien latinas, ó de ninguna lengua por su corrupcion, las quales han llegado hasta nosotros por el demasiado escrúpulo de los que las copiaron, llevados de una intempestiva, ó mal entendida veneracion á la *Antigüedad*, que ofendian con esto mismo; y finalmente el quitar de todo el contexto de la obra el aspecto didáctico, y su poco agradable estructura, que es una de las causas mas poderosas de que no sean solicitadas con afán las ciencias, y de que se hagan repugnantes los acostumbrados medios de su consecucion.

T A B L A

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO.

INTRODUCCION. *Se da idea de lo indispensable que es á la sociedad el conocimiento de las estaciones, y de los motivos que lo produxeron: defínense las voces mas usuales, que intervienen en el contexto del escrito,*

pág. 1.

PARTE PRIMERA.

Progresos de los hombres en el conocimiento de la formacion y leyes con que se gobierna el universo: consecuencias y utilidad, que dimanar de los círculos, divisiones y movimientos representados en las esferas: como tambien su aplicacion y uso en la Geografía,

7.

CAP. I. *Progresos que se han debido á una indagacion cuidadosa, y á las observaciones sobre las leyes que mantienen la armonia del universo,*

7.

CAP. II. *Sistema del mundo, ó explicacion de sus movimientos y leyes,*

16.

CAP. III. *Conseguencias que dimanar de esta formacion del mundo,*

38.

CAP. IV. *Uso y utilidades de las consequencias dimanadas del sistema del mundo,*

68.

PARTE SEGUNDA.

Figura, magnitud, y movimientos de la Tierra: utilidad de los círculos que señalaron sus diferentes partes, y con los que se hizo asequible el representarlas en globos artificiales y mapas, que sirven con increíble acierto para dar una idea clara de los climas, estaciones, &c. y de la varia situacion de los pueblos: consideraciones á que los sujetan sus diversas posiciones y sombras: naturaleza, ó partes constitutivas del globo terrestre, y fenómenos que ocasionan: usos y utilidad que sacan los hombres de estos mismos fenómenos,

109.

CAP. I. *Figura, magnitud y movimientos de la Tierra,*

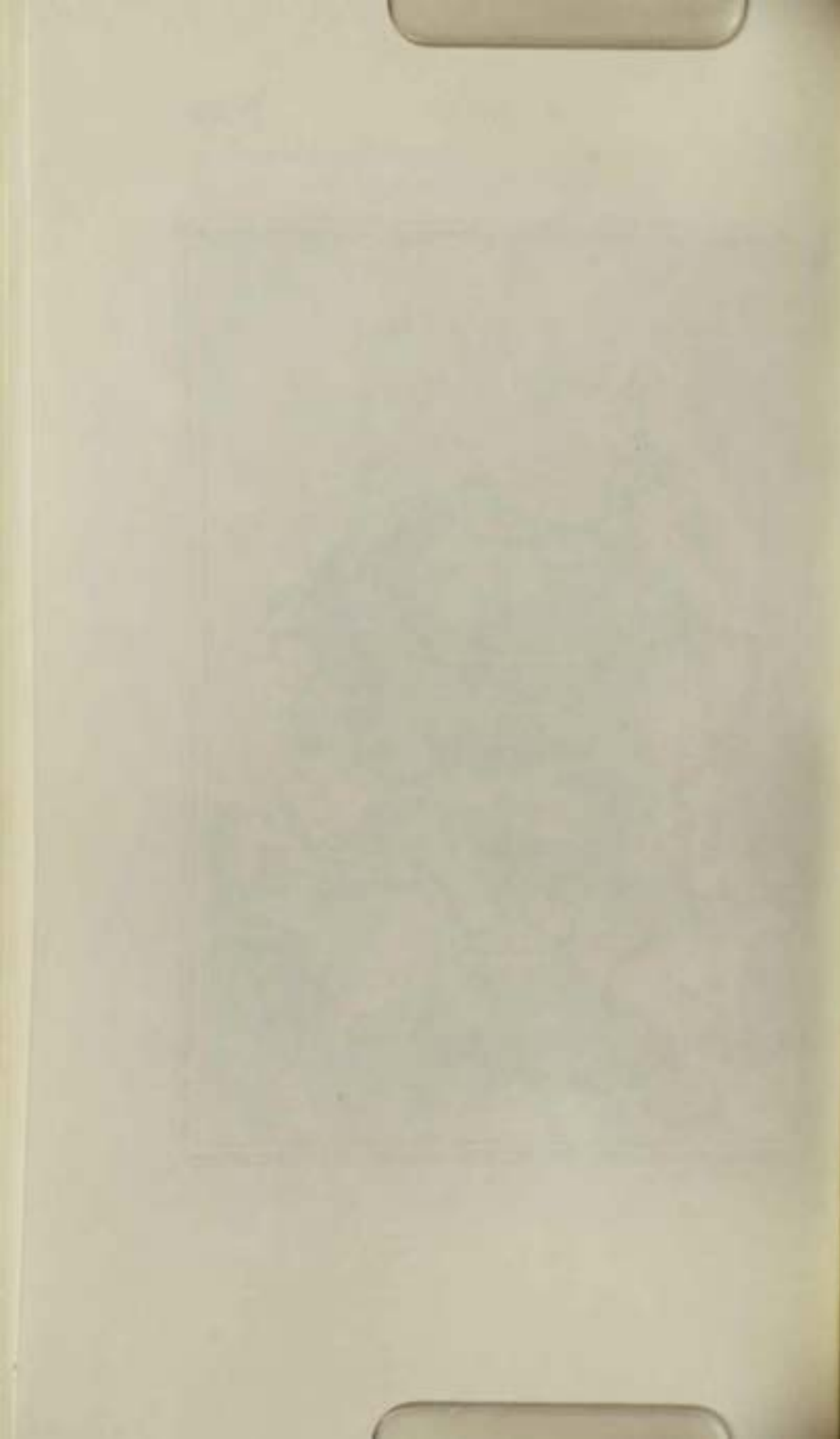
109.

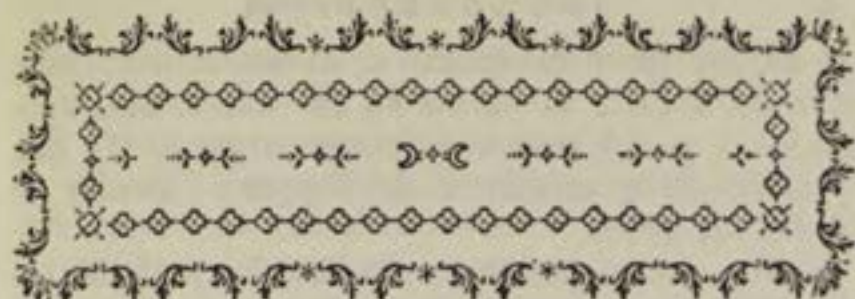
CAP. II. *Produxeron la mayor utilidad los Círculos, &c,*

<i>y Puntos imaginados. Es consecuencia de su hallazgo el ser fácil representar la Tierra en globos artificiales y mapas,</i>	144.
CAP. III. <i>Uso de estos globos artificiales, mapas, y representaciones de la Tierra: nombres que se dan por su situacion y sombras á sus habitantes,</i>	188.
CAP. IV. <i>Partes constitutivas del globo que habitamos: revoluciones y fenómenos de que son causa,</i>	207.
CAP. V. <i>Utilidades que los hombres han sacado de las mismas vicisitudes y movimientos de las partes constitutivas del globo terraqueo,</i>	259.
CAP. VI. <i>Noticias conducentes para cimentar una idea clara, y conocimiento del globo terraqueo,</i>	296.
CAP. VII. <i>Conseguencias á que conducen las nociones dadas en el capítulo antecedente,</i>	325.
CONCLUSION. <i>Noticia del plan concebido para el tratado de Geografía; de las utilidades que habian de resultar; y de las dificultades en su execucion,</i>	334.



1^{re} et 2^{de} Jules César, 3^e et 4^e Octave, et Octavie.





INDAGACION Y REFLEXIONES
SOBRE LA GEOGRAFÍA
CON ALGUNAS NOTICIAS PREVIAS
É INDISPENSABLES.

INTRODUCCION.



Q uan imposibilitados de reunirse en sociedad se hubieran visto los hombres, si no les hubiese indicado en los cielos, con caracteres dignos de su poder, el magnífico y portentoso Autor de la naturaleza los modos y tiempo, en que debian dedicarse á las tareas, ó trabajos, á que los sujetó su union, y con los que compran su corta exístencia los mortales! De este principio nace el cuidado, la indispensable aplicacion, que pusieron en todos tiempos las diversas gentes y naciones en observar aquellos movimientos, vicisitudes y aspectos, que les presentaba el maravilloso espectáculo de los cielos, dado á conocer á los hombres, ó á lo menos asequible

en alguna parte en quanto á su estructura , para que les sirviese de norma en sus industriosas operaciones y del mas convincente argumento , que persuadiera la existencia del Supremo Hacedor de todas las cosas.

Mas antes que emprendamos el reflexionar sobre los esfuerzos y logro de la razon humana en los conocimientos , que ha sabido grangearse por medio de la meditacion y constancia en inquirir las leyes , que mantienen el órden y armonía del Universo , es forzoso explicar algunas voces de que se han valido los observadores , para dar á entender sus ideas , y los fenómenos , apariencias , ó raros sucesos , que notaron en sus experimentos.

Universo dixeron los hombres al conjunto de todas las cosas criadas : y aunque esta voz abraza quantos cuerpos se hallan colocados en el espacio inmenso , como son limitadas nuestras imaginaciones , dióse este nombre á lo que conocemos dentro de esta extension , en que nos parece que corren los planetas , y las estrellas , á todo lo qual apellidaron tambien *Mundo*.

Cosmografía se llamó la descripcion del Universo.

Astronomía las nociones que se adquirieron sobre las estrellas , su luz , magnitud y distancias respectivas , ó bien las leyes de los astros.

Geografía llamaron los hombres al conocimiento y descripciones de la tierra y sus partes : conocimiento y descripciones , que se han hecho de la mayor importancia , por lo que favorecen el bienestar de las sociedades , y como que requieren exactitud , han ido llamando á su socorro la astronomía , historia natural , política y aun otras cien-

cias, que se ven hoy incorporadas con lo que se denomina *Geografía*. Esta, pues, nos proponemos por objeto de nuestras indagaciones.

Como al considerar la tierra, puede tomarse por asunto de reflexión, ó una parte crecida de terreno, ó solamente un parage reducido, se llamó *Corografía* á la descripcion de aquella, y *Topografía* á la de este.

No es solo tierra lo que compone nuestro globo, el agua, que ocupa casi igual parte en su superficie, debió pues entrar en la general descripcion: y obtuvo el nombre de *Hydrografía* la descripcion de las aguas.

Quando atendieron los observadores á los movimientos, que constantemente executaban, al parecer baxo de ciertos límites y reglas, algunos cuerpos celestes al rededor de otro, que miraban como su centro universal, llamaron *Sistema*, comprendiendo baxo de este nombre no solo las opiniones con que los explicaban, sino la armazon (digamoslo así), ó relox, que aparentaba el conjunto de estos cuerpos y la armonía de los diversos círculos, que describian en el espacio: y como un sol, ó masa brillante de fuego acompañada de otros cuerpos, que no lo eran, formaba nuestro sistema mas conocido y asequible á los hombres, pudieron estos tambien llamar por induccion *Sistema* á cada cuerpo luminoso que descubrieron en los cielos, porque suponian muy posible, el que á imitacion del sol conocido, estuviese acompañado de cuerpos opacos, que disfrutasen de su luz y calor en concertados giros, y á distancias proporcionadas.

Así como á este cuerpo igneo, ó masa de fuego y luz llamaron *Sol*, dixeron *Planetas* á los cuerpos destituidos de estas propiedades; y tambien porque ellos solamente son los que vagan por el espacio, tomando diferentes situaciones y distancias, mientras se mantienen constantemente en las mismas las demas estrellas, que fueron llamadas *Fixas* por esta razon.

Al rededor de los planetas se descubrieron otros cuerpos opacos, y merecieron la misma denominacion con el aditamento de *Planetas de segundo órden*. Entre los principales se dixeron con referencia al centro de todos sus movimientos *Planetas superiores* los que se hallaban á mayor distancia que la tierra de este centro comun, é *inferiores* los que se arrimaban mas en sus órbitas y movimiento.

Quando parecia que un planeta continuaba el giro de derecha á izquierda en su órbita, se dixo *Directo*. Si mudando la direccion aparentaban los planetas llevar otro movimiento contrario, se dixeron *Retrogrados*. *Estacionarios* en fin, quando se mantenian quietos y firmes al parecer, de suerte que solamente son efectos de la recíproca situacion de los cuerpos celestes estas denominaciones de sus movimientos.

En sus varios caminos y trayectos sucedió que entre el sol y la tierra v. g. se interponia directamente un planeta: se llamó, pues, *Conjuncion* á la situacion respectiva de estos cuerpos, y *Oposicion*, ó *Conjuncion superior* á la que tomaban, quando el planeta ocupaba el punto de su órbita diametralmente opuesto. A ambas situaciones han

llamado los astrónomos *Sizigias*: y *Linea de las Sizigias* á la que une estos dos puntos. Fig.

Phases se dixeron aquellas apariencias diferentes, con que presentan los planetas sus emisferios iluminados por el sol.

Disco la faz circular, que presentan los cuerpos celestes, iluminada con luz propia, ó reflexada: *Limbo* su circunferencia.

Apogéo de un astro se llamó á la mayor altura, ó distancia, que tomaba respecto del centro en su órbita: y *Perigéo* á la menor.

Aphelio, ó *Absida superior* (considerada como una elipse la órbita del astro) se dixo por el extremo de la porcion mayor del exe principal, ó de la distancia de su extremo al foco. *Perihelio*, ó *Absida inferior* á la porcion y distancia menor desde el otro extremo del exe principal al mismo foco, como tambien *Linea de los Absidas* la que los une. En la Elipse A B Q T, el punto Q, ó la distancia F Q es el aphelio del astro para quien es órbita, y A F, ó el punto A su perihelio (Fig. 1.) I.^a

Exe se dixo en los cuerpos celestes un diámetro que los atraviesa por su centro, y sobre el qual se juzgaba, podian moverse en torno, dando una vuelta entera. La recta, que pasando por el centro del mundo parece terminarse en los cielos, se llamó *Exe del mundo*, y sus extremos *Polos*. Al rededor de este exe aparentan dar una vuelta, ó revolucion diaria todos los cuerpos celestes.

Cielo dixeron los hombres al espacio azul, que les parecia descubrir aun mas allá de los planetas, y colocaron en él las estrellas. Los cielos de Ptolomeo y de otros antiguos eran unas conchas es-

Fig. féricas y concéntricas, en las que ponian como enclavados los planetas, y demas cuerpos celestes, que imaginaban. Los cielos de cristal, y aun el *primer mobil*, eran una cosa semejante, sin mas diferencia que la de ser este el que ponía en movimiento á todos los demas, siendo la causa de la revolucion de los astros.

Como no se hallan en el plano de la órbita, que describe la tierra, las órbitas de los demas planetas, fué consiguiente el que se cortaran: los puntos, en que esto se verifica, fueron llamados *Nodos*, ó *Nodos*; y *Linea de los Nodos* la que los une, ó su comun seccion.

Paralaxe se dixo por aquel diferente lugar que parece ocupa en el cielo el mismo astro, visto del centro de la tierra y desde su superficie, como tambien de diferentes puntos de esta.

En los lugares correspondientes se irán explicando las demas voces, con que expresaron los astrónomos y atentos conocedores de la Geografía sus ideas sobre el orden, estructura y division del Universo.



Fig.

PARTE PRIMERA.

PROGRESOS DE LOS HOMERES EN EL CONOCIMIENTO DE LA FORMACION Y LEYES CON QUE SE GOBIERNA EL UNIVERSO, CONSECUENCIAS Y UTILIDAD, QUE DIMANAN DE LOS CIRCULOS, DIVISIONES Y MOVIMIENTOS REPRESENTADOS EN LAS ESFERAS : COMO TAMBIEN SU APLICACION Y USO EN LA GEOGRAFIA.

C A P I T U L O I.

Progresos que se han debido á una indagacion cuidadosa, y á las observaciones sobre las leyes que mantienen la armonia del Universo



SI comparamos, ó se considera la delicadeza y alcance de nuestros telescopios y máquinas (con cuyo auxilio rastrean y casi tocan los sabios de este siglo los mas ocultos arcanos de la naturaleza) no puede menos de pa-

recernos humilde el primer esfuerzo, que hizo la razon humana, quando intentó averiguar y medir aquella carrera, que finaliza el sol al cabo de un año á pesar de las mudanzas y variacion de sus movimientos.

Los primeros hombres, luego que se hallaron multiplicados considerablemente, aunque todavía

Fig. sin dificultad de existir por la abundancia de caza, y por los rebaños que mantenian en los incultos campos, se juntaban llevados del parentesco y vecindad á celebrar aquellos regocijos y sacrificios, que ofrecian al grande Señor, que los habia conservado, libertándolos de una espantosa ruina. Como eran muy conocidas y continuas las diferencias, que manifestaba la luna, al pasar por la parte del cielo, que los cubria, y como iban creciendo los motivos de buscarse entre estas familias esparcidas para la facilidad de su sustento, tomaron por señal de sus asambleas á la luna, que tan puntualmente volvía al cabo de veinte y nueve dias y medio á dexarse ver, y servirles de norma, como anteriormente.

No bastó su direccion quando los hombres, mas aumentados y extendidos por las Provincias, tuvieron que recurrir al cultivo de la tierra, para que pudiese existir el crecido número de sus familias y descendencia. Ya fué preciso observar las diversas estaciones, en que la tierra, sembrada oportunamente, rinde con creces la semilla que se la confió, y paga el sudor de los cultivadores.

El sol, fomento de la naturaleza, se hizo un objeto de estudio para el hombre, que no tardó en recibir de este astro benigno la leccion de sembrar con utilidad los campos.

La precisa separacion dimanada del afán, con que buscaron las familias engrandecidas terrenos y llanuras á propósito, é inmediatas á las aguas, ó humedad de los ríos, dió motivo de alejarse considerablemente, y de que fueran menester señales que dirigiesen á los que deseaban visitar su nativo

suelo y parientes. La direccion, ó puntos del cielo hacia donde caian tales montes y rios, en donde habian tenido su origen, se asignaban, tomando al sol como punto fixo, ó señal cierta de sus conjeturas y aseveraciones. Fig.

La carrera aparente del sol y las estrellas, baxo de las quales la executaba, fuéron reconocidas poco despues, y formáron de ellas los primeros observadores ciertas reuniones, que colocaron en una faxa, que tambien figuráron en el cielo, y llamándolas *Signos*, ó *Asterismos*, dieron nombre de *Zodíaco* á esta faxa, ó parage de su situacion.

Los Caldeos por medio de vasijas, que llenáron de agua y dexáron destilar, miéntras iban apareciendo algunas estrellas de magnitud notable, se resolvieron á marcar las doce divisiones, en que cortáron el *Zodíaco*. A estas divisiones pusieron nombres, que han servido despues de leccion, y aviso á los agricultores. Todos los pueblos circunvecinos se aprovecharon de la ciencia adquirida, y se difundió entre las gentes este primer conocimiento y principio de astronomía.

Aun creció mas la general poblacion: sintieron las gentes mayor necesidad de alejarse, y llenáron los terrenos habitables, que empezaban ya á tener por límites crecidas lagunas y mares, que quisieron pasar á fin de que sirviesen para los usos á que los destinó la industria, producida por la urgencia del sustento.

Este fué el instante en que adquirió nuevos brios la observacion, y en el que empezáron á desplegar sus fuerzas los genios indagadores. La estrella del norte fué conocida despues que vieron dar

Fig. vueltas al rededor de ella á las siete que forman lo que llamamos *Carro*. Por medio de ella se hizo transitable aquel piélago, ó extension de aguas, que los habia sorprendido tan extrañamente. Aumentábanse las señales que iban notando en el cielo, y ya los filósofos empezáron á mostrar á sus conciudadanos los eclipses y movimientos, que indagaban en los astros.

Todos aquellos pueblos abrazáron una opinion sobre la forma del Universo, y el modo con que se conservaba. En un caos convenian todos, y bastantes señales daban de que habian sido dimanadas de un mismo origen todas estas relaciones.

Los Asirios, Persas, Egipcios, y los industriosos Fenicios (autores de mucha sabiduría) con diversas palabras explicáron una creencia, que fué casi general entre las gentes, que contenia su dominacion.

Fuéron creciendo los progresos de los indagadores, y llegó la razon del hombre á los conocimientos que admiramos.

Años antes
de la era
christiana.

Ya se sabia por este tiempo, que la luna tomaba su luz del sol, y que este la excedia en masa: se construian esferas y relojes de sol, y no eran desconocidas las cartas geográficas.

547 Anaxímandro y su maestro Thales habian dado noticias de esto, igualmente que de la obliquidad de la eclíptica.

Pitágoras enseñó que al rededor del sol se movia la tierra, como tambien los demas astros, y que aquella tenia á mas del movimiento general en su órbita, el de rotacion, que era causa del que aparentaban los demas cuerpos celestes. Mas

como se oponia á la creencia del pueblo , hubo de encerrar entre sus amigos , y las paredes de su casa este principio grande de la Física celeste, porque se atribuía á irreligiosidad su dictámen y ciencia. Tambien contribuyó á determinar de trescientos sesenta y cinco dias el año.

Fig.
530

Aristóteles observó á Marte eclipsado por la luna , y reconoció un cometa que nos describe. Sus esferas ó cielos sólidos , en que pone firmemente engastados los astros , son tan absurdos como la materia primera, que quiere carezca de forma.

340

Claudio Ptolomeo, astrónomo egipcio y del mas extendido renombre, sujetó á 48 constelaciones las estrellas mas considerables, poniendo 21 en la parte septentrional de la esfera celeste, 12 en el Zodiaco , y en la parte meridional las 15 restantes. Compuso su almagesto lleno de observaciones y problemas astronómicos, y el famoso sistema sostenido en todas partes por tantos siglos, y al que apenas pueden derribar los crecidos absurdos, que reconocen en él los astrónomos y físicos del dia.

Despues de
la era chris-
tiana.

Reducíase este sistema á que colocada la tierra (Fig. 2) en el centro del mundo , inmóvil y fixa, hacia girar de occidente á oriente al rededor de ella á todos los astros y al cielo mismo de las estrellas. La luna era el primer planeta, y acababa de andar su giro, ú órbita en un mes: Mercurio el segundo, y hacia lo mismo en tres: Venus el tercero en ocho meses: el sol, que seguía despues, en un año: Marte su inmediato, en dos: Jupiter en doce: Saturno en treinta: y las estrellas en veinte y cinco mil años. A mas de este movimiento general asignaba á todos los astros un movimiento diurno

2.^a
138

Fig. al rededor de la tierra de oriente á occidente. A las estrellas siguieron despues los dos ciclos de cristal y el del primer movil.

3.^a Por mas que los defensores de este sistema se esmeráron en discurrir epí ciclos y excentricidades (que son unos círculos, que hacian describir á cada planeta (Fig. 3.) en la solidez de su cielo correspondiente, sacando á algunos cielos del centro universal para darles otro), no han podido sostenerlo contra las demostraciones geométricas, observaciones y razonamientos, que han descubierto la imposibilidad y ridiculez de sus movimientos: opuestos los unos, sin razon alguna mecánica todos, y fundados solamente en el antojo, é imaginacion de los que con palabras desnudas de conviccion pretenden ser tenidos por sabios: cosa que no la permiten hoy en la Europa la ilustracion y espíritu matemático que reynan. La refutacion de este sistema se halla repetida en todo libro sensato de astronomía.

473 Nació en este año Nicolas Copérnico, y con él el destructor del sistema de Ptolomeo. Mostró los defectos de este, y en el año mil quinientos y treinta dió la verdadera explicacion del sistema del Mundo, tan perseguido entonces, como aplaudido hoy, porque se ve comprobado con todas las experiencias, demostraciones geométricas, y demas conocimientos matemáticos. El sistema de este grande hombre merece atencion, y requiere nociones mas difusas (se indicarán algunas en otro capítulo): y como es el que se adopta generalmente por todos los Europeos y gentes instruidas, lo abrazamos, convencidos por la demostracion

y claridad con que lo puso el inmortal Newton, Fig. y por las sólidas razones que brillan en el discurso de nuestro insigne matemático y sabio Español el Excelentísimo Señor D. Jorge Juan, publicado por orden del Gobierno á la cabeza de sus *Observaciones Astronómicas y Físicas*.

Muerto ya Copérnico, nació Tico-Brahe, uno de los mayores astrónomos de aquel tiempo. Determinó el verdadero lugar de setecientas setenta y siete estrellas fixas. Compuso un sistema del mundo, que participa de los de Ptolomeo y Copérnico. Pero aunque salió al encuentro de las inconsequencias, que resultan de poner á Mercurio y Venus girando al rededor de la tierra, incurrió en el absurdo de querer que se moviese el sol (cuerpo casi infinitamente mayor respecto de la tierra) al rededor de la misma, y que las estrellas llevasen, corriendo con velocidad inconcebible su crecida órbita, este mismo giro: lo que repugna á las leyes de la mecánica y á las de la sana física (Fig. 8). 1546
8.

Con haber hallado Keplero y demostrado geométricamente, que las areas astronómicas descritas por los planetas, son como los tiempos empleados en correrlas, y que los quadrados de los tiempos periódicos de los planetas, que giran al rededor de un centro comun, son como los cubos de sus distancias á este centro, ha dado á los astrónomos dos reglas, ó leyes, que son la llave maestra con que registran hoy los espacios mas dilatados, la magnitud y los movimientos de los cuerpos mas retirados: reglas, ó leyes que acreditan la perspicacia de Copérnico, y que hacen mas y mas recomendable su memoria y nuestro sistema. 1571

Fig. El ingenioso Descartes, ó Cartesio, el matemático y físico grande, nació por este tiempo. Trabajó mucho en la astronomía, y si no acertó á explicar con sus turbillones (ó torbellinos) y materia sutil, la causa física de los movimientos de los cuerpos celestes, á lo menos tuvo la gloria de ser motivo para que Newton la descubriera. El lleno inmenso, el encuentro de tantos movimientos opuestos, como era menester dar á sus torbellinos, y la suposicion de que existia una materia sin qualidades de tal, hacen creer que merece el nombre de delirio de una alma original, é indagadora su sistema de torbellinos.

1596

Aunque se redondeasen y afinaran por medio de un violentísimo movimiento de torbellino las esquinas de las figuras cúbicas, con que supone ha criado Dios la materia, ¿como podian perder la extension aquellas partículas, que quedaron al redondearse despojadas de la parte angular, que no era sino otra porcion de materia pegada á la esférica, que resultó de la frotacion y choque rudo, que no hizo mas que desunirlas? ¿Y como se podrá responder á la demostracion con que hizo ver Newton, que moviéndose en el lleno, aunque de materia sutil, no podrian correr con las leyes que se observan los cuerpos celestes?

1642

En este año nació uno de los hombres mas sabios, profundos y grandes que han producido los siglos, el inmortal Newton, quien descubriendo las leyes y propiedades con que se gobierna el Universo, dió la definicion mas clara del poder y grandeza del Omnipotente.

En el capítulo segundo se hará una insinuacion,

ó breve referencia del modo con que explicó los movimientos del cielo, y el estado brillante á que supo ensalzar los conocimientos, de que puede estar ufana nuestra Europa. Fig.

Si sabemos que la luz nos viene por emision, y que en cada minuto corre quatro millones de leguas: si ya no se halla en el cielo estrella por pequeña que parezca, cuyo lugar no esté determinado: y si tenemos conocidas igualmente veinte y ocho, treinta, ó mas órbitas de otros tantos cometas, á Olao Roemer, á Flansted y á Edmundo Halley se lo debemos agradecer: todos estos descubrimientos se hicieron en este tiempo. 1646
1656

Mopertuis, Clayrau, Lecamus, Lemonier, el Abate Outhier y Celsyus al Norte: Bouguer, de la Condamine, Godin y los dos Españoles los Excelentísimos Señores D. Jorge Juan y D. Antonio Ulloa al Perú, fueron comisionados en este tiempo para medir un grado del meridiano. Por las operaciones y medidas de estos sabios se conoce que la tierra es un esferoyde achatado por los polos y levantado en el equador. 1734

En fin se llegó á decidir en este año que los cometas no eran mas que unos planetas, que giran con movimientos periódicos y de distintas direcciones al rededor del sol: el cometa de este tiempo fué y es la prueba mas convincente de esta verdad. 1759

Tales han sido los progresos de los hombres en ir mejorando sus ideas á fuerza de observar, é inquirir las leyes, que mantienen la maravillosa máquina del universo. Al favor de tantos conocimientos adquiridos se ha facilitado la navegacion, la

Fig. industria , el comercio : y apenas hay region en nuestro globo que sea enteramente desconocida.

No nos espantemos ya de los adelantamientos de la Geografia , cuya dependencia de los citados conocimientos ocurre al considerar que no tuvieron los hombres otro medio para describir la tierra , que el de referir sus movimientos y partes á las distancias y cuerpos celestes , que les sirviéron de apoyo y camino.

C A P I T U L O I I .

Sistema del Mundo , ó explicacion de sus movimientos y leyes.

Luego que llegaron los hombres á rastrear las leyes del movimiento de los cuerpos en la superficie de la tierra , y quando descubriéron el modo con que obedecen á los impulsos recibidos á un mismo tiempo hácia diversas direcciones , haciendo la mas feliz aplicacion de estas sencillas indagaciones , subiéron á la inteligencia y demostracion del arreglo y orden con que giran los cuerpos celestes.

Viéron que los graves impelidos hácia dos direcciones , que formasen ángulos diferentes , corrian las diagonales de unos paralelógramos indicados por ambas. Averiguáron tambien , que quantas veces varía la fuerza ó direccion de cada impulso , variaba igualmente la diagonal , siendo continua esta mudanza quando era sucesiva é instantanea la novedad de la impulsión.

Se llegó á demostrar que no dimanaba de choque ó impulso externo el peso de los cuerpos , ó

aquella fuerza con que vuelven á caer hácia la superficie de la tierra quando son separados de ella; y se reconoció al fin una ley, ó efecto universal, llamado *atraccion*, el qual, aunque desconocido en su origen, se vió que se verificaba siempre en la materia (indiferente por sí al movimiento, ó reposo) y que esta atraccion obraba en razon recíproca de las distancias al cuerpo atrayente, esto es, que era menor quanto mas se alejaba, acelerándose por la misma razon el movimiento de los cuerpos, que corren hácia el centro atrayente, y retardándose el de los que se desvian.

Con tales hallazgos ya pudieron hacer suposiciones los indagadores de la verdad, y comparándolas por medio de la observacion con los fenómenos, que notaban en la naturaleza, establecer principios, que les sirviesen de apoyo en sus ulteriores investigaciones. Supusieron pues (Fig. 4) colocado á cierta distancia de un cuerpo crecido S en el punto A un cuerpo pequeño, que tuviese su tendencia, ó atraccion hácia el centro C del cuerpo S. Consideraron que en este parage podian recibir un impulso A B igual á la fuerza de atraccion supuesta, y que formase con ella el ángulo recto C A B; y á fin de que no padeciera disminucion el impulso, supusieron vacío el espacio, en que se iban á verificar estos movimientos.

Quando empezase ya á obedecer á este impulso A B el cuerpo pequeño, era forzoso que tambien se dexara sentir la fuerza de la atraccion, ó su gravedad, resultando de aquí, por ser estas iguales y encontrarse en ángulo recto, el que obedeciese á los dos, corriendo en el primer instante de

Fig. su movimiento una diagonal de un reducido cuadrado, á cuyo extremo, como no habrían variado las fuerzas, ni el ángulo de las direcciones, empezaria nueva diagonal, y luego otra, con cuya union se formaria un arco AD , que seria el camino andado en el tiempo preciso para correr con el impulso recibido el espacio AB : en el punto D , permaneciendo aun las mismas, la fuerza atractiva y la impulsión, como tambien el ángulo EDC , igual BAC , mientras había de andar el espacio ED igual AB correria en virtud de las dos fuerzas el arco, ó suma de pequeñas diagonales EF . Este mismo efecto era preciso, que sucediese en el tiempo tercero igual al primero, y continuando siempre los motivos del movimiento, porque no se habria acabado la fuerza de impulsión (pues se dixo que era vacío el espacio en que se verificaba su efecto), ni tampoco la de la atracción, ó gravedad, hallándose siempre la misma masa, ó número de partículas atrayentes en el cuerpo S , deberia existir indispensablemente y causar los efectos que de él se siguen; esto es formar al rededor del cuerpo S una curva, ó círculo que se uniria en A , habiendo pasado por D, F, H, X, Z .

Pero como la variación en el ángulo formado por las direcciones, igualmente que la diferencia entre la fuerza atractiva y de impulsión, impediria que fuese un círculo la revolucion dada, examinaron tambien que curva describiria el cuerpo arrojado, ó impelido en qualquiera de estas suposiciones.

4.^a Colocado en a (Fig. 4.), ó á mayor distancia del cuerpo atrayente S , y supuesto el impulso $a b$ igual AB , como seria menor en este caso la fuerza

atractiva, obraria mas libremente la impulsión, y los pequeños desvios, ó diagonales se alejarían menos que en la primera suposición de la ab , y los arcos ad , fd irían formando con las direcciones Ca , Cd , &c. de la fuerza atractiva en cada uno de sus puntos ángulos obtusos, porque el cuerpo movido se alejaba cada vez mas en direccion contraria á la de la gravedad, resultando de aquí el que fuese retardado su movimiento, hasta que llegara á debilitarse tanto la fuerza impulsiva, que fuese igual á la atractiva, y la direccion Cf perpendicular al arco que describiese entonces, ó á la fg . Desde este punto f , como la atracción (ya mas poderosa que antes) obligaria al cuerpo movido á que se desviase de la fg mas que en el punto a , iria creciendo en él la tendencia al centro atrayente, y acelerándose por esta razon su movimiento por arcos semejantes á los descritos ad , df , con quienes formaria la direccion de la gravedad ángulos agudos CHL , CKR &c. pues habiéndose de separar cada vez mas de la fg , bL , KR , siempre va creciendo la proximidad al centro C , ó al cuerpo S , con esta aceleracion de movimiento habria de baxar hasta M , en donde vuelve á ser la direccion CM nuevamente perpendicular al arco ó al impulso aumentado por la aceleracion del descenso; y no obstante de ser en este punto la mayor posible la fuerza atractiva, no puede ménos de obedecer al aumento de impulsión, ya superior á la gravedad, perdiendo esta proximidad al cuerpo S , y empezando la CM á formar ángulos obtusos con los arcos sucesivos, por los que sube con movimiento retardado, que continúa hasta f , describiendo los

Fig. arcos Ma , ad , &c. semejantes, é iguales á sus correspondientes MK , Kb , &c. y andados con movimientos contrarios en tiempos iguales. Entraria pues, el cuerpo arrojado (habiendo corrido la parte KMa de la revolucion total con mayor velocidad que las restantes) en el punto a , de donde salió, con las mismas fuerzas y en el mismo estado que al principio de su trayecto, en el que permanecerá constantemente girando al rededor del cuerpo central.

Quando en vez de variar la razon de las fuerzas se variaba el ángulo de sus direcciones, halláron que debia describir curvas poco diferentes de la anterior, y en todas estas diversas combinaciones unas curvas que tuviesen dos puntos diametralmente opuestos f , M , desigualmente distantes del centro de los movimientos, y cuyas porciones serian andadas con velocidades desiguales.

Como viéron que no se debian embarazar en sus movimientos los cuerpos muy pequeños respecto del central, sino en aquellas reducidas alteraciones, que ocasionase su recíproca atraccion, fuéron multiplicados por los indagadores y se extendió la suposicion á figurarlos girando en sus órbitas al rededor de un cuerpo central S , y siguiendo las mismas leyes; esto es, las que corresponden á la suposicion de ser el impulso y fuerzas atractivas iguales, y recto el ángulo de sus direcciones, como se vió en el primer caso, ó bien las observadas en las últimas suposiciones: pero como no eran tan uniformes, ni tan fáciles de aplicarse con acierto las propiedades de estas curvas, prefiriéron la primera suposicion hasta que tropezáron con el desengaño.

Aun lleváron adelante la suposicion ya dicha, Fig. y no les pareció repugnante el que otro, ú otros cuerpos mucho menores (como los Satélites por exemplo) girasen en torno de cada uno de estos cuerpos, que suponian moviéndose al rededor del que era central: en cuyo caso era forzoso el que llevase consigo cada uno de ellos á sus satélites, que siempre causarían alguna variedad, aunque insensible, al tomar distintas posiciones mas, ó ménos distantes del centro atrayente.

Quando la primera colocacion, é impulso comunicado á todos estos cuerpos impelidos se puso en un mismo plano, y de tal modo combinados, que ni la mutua atraccion, ni otra causa viniese á turbar el movimiento y curva, que cada uno debia describir, halláron que las órbitas trazadas al fin de sus revoluciones, debian ser (verificadas las demas circunstancias de la primera suposicion) unos círculos concéntricos, en los que eran uniformes los movimientos en qualquiera parte de cada curva; que menguaba la velocidad de cada cuerpo quanto mas creciese su distancia al centro; y que corrian en tiempos iguales areas iguales CAD , CDF , &c. siguiéndose de su misma colocacion la apariencia de los movimientos directo y retrogrado de los unos respecto de los otros, como tambien la de ser estacionarios.

Baxo de estas suposiciones y con las conseqüencias dimanadas de ellas, se dedicáron los atentos observadores á confrontar los fenómenos y movimientos de los cuerpos celestes con el plan de sus razonamientos. Por este medio descubrieron sus equivocaciones y las leyes, que sostienen el sistema del

Fig. mundo, notando 1.º que la magnitud y masa del sol eran suficientes para atraer al rededor de sí á todos los planetas y sus satélites, aunque se moviesen en torno de él, como teniéndole por su centro comun; pues la suma de todas sus masas no podia formar equilibrio con la del sol, sino colocándose á mucha distancia del hipomoclio los planetas, y muy cerca de él el sol, suponiéndolos puestos en los brazos de una palanca inflexible: esto mismo se vió acreditado en la ondulacion del sol observada por los indagadores, quienes hallaron que este hipomoclio, ó punto de apoyo de la palanca en sus movimientos estaba no muy distante del centro de este astro, y que al rededor de él se mueven el sol y los demas cuerpos que forman el sistema.

2.º Se experimentó que la atraccion era siempre inherente á cada partícula de la materia, y por consecuencia mucho mayor en el cuerpo que tuviese mas de estas partículas, ó mayor densidad, ó masa. Vióse tambien que bastaba por esta razon para contener en sus órbitas á los planetas la fuerza atractiva del sol; pero como la atraccion mengua con la mayor distancia, era preciso el que fuese menor el movimiento de los mas distantes y su órbita de menos convexidad. Ambas circunstancias fuéron confirmadas por la observacion y experiencia.

3.º Se advirtió que los planetas durante el tiempo que empleaban en su giro al rededor del centro comun, llevaban en algunas ocasiones movimiento mas veloz que en otras, y que al crecer la velocidad se hallaban mas cerca del sol, que no quando se retardaba, y de esta observacion se

inferió, que no eran círculos las órbitas de los planetas, y que pues tenían absidas, eran elipses, en uno de cuyos focos se hallaba el sol: elipses ocasionadas sin duda por la variacion que debió resultar de las direcciones mismas de los planetas y de la diferente razon de las fuerzas atractiva y de impulsión, que les fueron comunicadas.

4.º El mismo aumento de velocidad al acercarse al centro y el retardo al desviarse de él, fueron argumento de que permanecía aun cierta conexión de la velocidad con el aumento y disminución de las fuerzas atractivas, ó de las distancias al centro. Todo lo confirmó la observacion, y halló el sagaz Keplero, que esta conexión se reducía á que los cuadrados de los tiempos periódicos, que emplearon los planetas en andar sus órbitas, eran como los cubos de las distancias al centro de sus movimientos.

5.º Aun dexando de ser círculos las órbitas de los planetas, se observó tambien, que las areas que cada uno describia en tiempos iguales, eran iguales y proporcionadas á los tiempos: porque se llegó á demostrar que las areas de las elipses son iguales entre sí como las del círculo quando se describen en tiempos iguales; pero con la diferencia de que en el círculo son iguales y semejantes, é iguales sin ser semejantes en las elipses, pues en estas va creciendo la anchura ó vase al paso que mengua la longitud: de donde resulta el desigual movimiento de los cuerpos que la describen.

6.º Por las paralaxes y observacion de los discos se encontraron las diferentes distancias á que estan del centro comun los planetas, como tambien

Fig. sus diversas magnitudes y densidades : fué muy fácil el inferir, que la misma impulsión podia obrar efectos muy diferentes, y se descubrió con este otro motivo mas para que no fuesen enteramente simétricos los movimientos y tiempo, que emplean en sus órbitas los planetas; pero siempre quedaba en pie el movimiento al rededor de un centro comun.

7.º Como no se experimentáron en cada revolución las interposiciones de algunos planetas entre el sol y los demas (que era preciso sucediesen, supuestas en un mismo plano todas sus órbitas), y quando se observó que cada planeta correspondia en diferentes tiempos á distintas estrellas, se conoció que estos cuerpos celestes, ó planetas se movian en planos distintos, no obstante de tener todos en uno de sus focos al sol : era por consiguiente forzoso el que se cortaran sus órbitas.

8.º Quando algun planeta, ó satélite llegó á pasar directamente entre otro planeta y el sol, la luz de este se vió interceptada, y el planeta, ó satélite oscurecido. En todos se notó lo mismo, ó se vieron quartos y crecientes de luz, y la consecuencia fué conocer que en nuestro sistema solo tiene luz propia, é independiente el sol, y que los planetas con sus satélites eran cuerpos opacos, que reciben de él la luz y calor que disfrutan.

9.º Calculadas las distancias de los planetas á su centro comun, y la de los satélites á sus respectivos planetas, no olvidando sus velocidades, ni los ángulos que forman en su obliquidad los planos de sus órbitas, se anunciáron los eclipses, y logró verse confirmada por todos los fenómenos y observaciones la feliz aplicacion de las sencillas leyes

del movimiento al mecanismo, con que se mantiene el sistema del mundo. Fig.

Como en la explicacion que Ptolomeo y otros hicieron del movimiento de los cuerpos celestes, no se veían observadas estas leyes, impresas en la materia por el Soberano Hacedor de todas las cosas; no hallándose por otra parte conformes á la experiencia y observacion sus razonamientos, fué admitida por las Naciones cultas la opinion de Copérnico, demostrada por Newton, y con elegancia muy grande por el Excelentísimo Señor D. Jorge Juan en el sublime tratado de Mecánica, intitulado *Exámen Marítimo*.

No es igualmente demostrable el modo con que fuéron impelidos los planetas á diferentes distancias del sol, con velocidades que los obligan á correr sus órbitas en tiempos desiguales: mas adelante aventuraremos alguna conjetura, ó referiremos las de otros con solo el objeto de estimular á discurrir sobre los asuntos físicos.

En la explicacion del sistema del mundo, que abraza distancias tan crecidas, se creyó que era simplificarla el admitir como medida de comparacion la distancia de la tierra al sol dividida en mil partes, y se indicáron por ellas las de todos los demas cuerpos celestes, como se verá en la siguiente exposicion de este sistema, en la qual insertamos dentro de parentesis los signos y caracteres, con que se representan el sol y los planetas.

En un espacio, ó extension vacia de materia, que pueda minorar el movimiento, y cuyos limites no podemos concebir, está siendo el centro de los movimientos, que llevan á su alrededor los planetas,

Fig. 9.^a la enorme masa de fuego, que llamamos *sol* (Fig. 9.) muévase este lumínar (☉) sobre su eje, como lo demuestra el movimiento de las manchas que se notan en su disco, y finaliza su rotación al cabo de veinte y cinco, ó veinte y siete días y medio. Su eje hace con el plano de la eclíptica un ángulo de 87° , $30'$. Se reconoce además en el sol un movimiento de ondulación, dimanado de no coincidir con su centro el de la común gravitación con que son atraídos recíprocamente los planetas unos por otros y todos juntos por el sol.

El planeta que gira más cerca del sol, y que aunque pequeño da una luz bastante clara, cuando puede verse, es Mercurio (☿). Su distancia media es 387 de aquellas 1000 partes, que se eligieron para medida: su excentricidad en la órbita elíptica que describe, es 80. La inclinación, ó ángulo, que hace el plano de esta órbita con la eclíptica, es de 6° , $52'$. Acaba su giro al rededor del sol en 87 días, 23 horas y $15'$. Su alejamiento del sol, ó elongación nunca excede para nosotros de 28° , poco más, ó menos.

Venus (♀) sigue á Mercurio en la inmediación al sol, y aventaja á todos los demás planetas en la brillantez de su luz, su distancia media es 723 y la excentricidad de su órbita 5. La inclinación de esta (se entiende siempre respecto de la eclíptica) 3° , $23'$. El tiempo que emplea en finalizar su giro periódico 224 días, 14 horas y $49'$, y en la vuelta entera, ó rotación que hace sobre su eje 23 horas y $20'$. Este planeta, que nunca se aleja del sol más de 48° , es la estrella que se llamó *Lucifer* quando se veía antes del sol, y *Vesper* quan-

do aparecia despues de puesto este astro: nosotros la llamamos lucero, ó estrella de la aurora. Fig.

El tercer planeta en el órden es la tierra (δ) que habitamos. Su distancia media es 1000: la excentricidad 17 proxímamente se mueve en la eclíptica, que es su órbita, y el tiempo en que finaliza su giro periódico, es 365 dias, 6 horas, 9', y 14'', tiempo llamado año periódico, el qual excede al año trópico (que es el que emplea el sol en andar la distancia contenida entre los trópicos) en 20', y 17''. Da su vuelta de rotacion sobre el exe en 23 horas, 56', y 4''. Este exe hace con el plano de la eclíptica un ángulo de 66° , y 31', con poca diferencia, y el plano de su equador con el de la eclíptica 23° , y casi 29'.

Marte (ϵ) sigue á la tierra en el órden, y su distancia media es 1524: la luz que da es encendida, ó roxa, y se distingue por esta qualidad de los demas planetas; la excentricidad 141, y la inclinacion de su órbita 1° y 52'. El tiempo periódico de su revolucion 686 dias, 22 horas y 29': su vuelta de rotacion se finaliza en 24 horas y 40'.

Jupiter (ζ) el mayor de los planetas y el que se distingue por la clara y abundante luz, que nos envia (consequencia de la mucha, que reflexa su grande superficie) tiene en su distancia media 5201: su excentricidad es 250: la inclinacion de su órbita 1° y 20'. El tiempo periódico de su giro 4332 dias 12 horas y 9'. Su revolucion sobre el exe se hace en 9 horas y 56'.

La distancia media de Saturno (η) el mas remoto de los planetas, y cuya luz pálida, ó triste, es prueba de los efectos, que causa la distancia en

Fig. la luz reflexada, es 9538, su excentricidad 547, la inclinacion de su órbita 2° , y $3'$. El tiempo periódico de su giro 10759 dias, 6 horas y $36'$. Aunque no lo descubre la simple vista, con el teléscopio se nota un crecido anillo al parecer separado, pero que siempre acompaña á este planeta.

Puede saberse, dadas la distancia media y la excentricidad de un planeta, la mayor, ó menor distancia á que llega en su movimiento periódico. Se tendrá la primera añadiendo á la distancia media la excentricidad, y la segunda restando de la misma distancia media la excentricidad. Si á la distancia media FT (Fig. 1) se añade la excentricidad F C se tendrá FQ distancia máxîma, que puede tener el astro en su órbita: si de FT igual AC se quita FC, excentricidad conocida resultará, AF distancia la menor que puede tener el astro en su órbita.

De todos los planetas solo Mercurio y Saturno se hallan en el caso de no habérseles probado movimiento de rotacion como á Marte, Júpiter y Venus, en quienes por las oscuridades, ó manchas de sus discos, se ha averiguado con certeza el movimiento de rotacion. Mas con todo, debiendo ser uno mismo el impulso que ocasionó este movimiento en los planetas, siendo ademas Saturno y Mercurio de la misma naturaleza que los otros, parece induccion muy racional y justa el inferir que tambien se mueven al rededor de sus exes, como queda averiguado respecto de los demas planetas.

Solamente Mercurio y Marte son los que aun no se sabe si tienen al rededor de sí algun satélite, ó planeta de segundo orden, que gire mirándolos como centro. Anegado en los rayos y atmósfera

del sol, el primero apenas se nos dexa conocer, y nos oculta muchas de sus variaciones. El segundo no ha sido observado quizá con bastante atencion, por lo que pueden no habérsele descubierto, aunque los tenga. Fig.

A Venus han querido dar un satélite algunos Astrónomos de este siglo; pero no ha sido recibida, ni comprobada bastantemente su opinion: mas la Tierra, Júpiter y Saturno tienen satélites, cuyos movimientos, y distancias se han averiguado. En la luna (satélite de la tierra) la gravedad, ó peso hácia esta, ó bien la atraccion se aumenta y disminuye por las varias colocaciones que toma en su órbita entre el sol y la tierra, tanto en sus conjunciones como en las quadraturas; ó se arrima y se aleja de ella en fuerza de esta variacion de impulsos, formando al fin de sus movimientos una elipse, en uno de cuyos focos está la tierra. Su distancia media es 60 y $\frac{1}{4}$ semidiámetros de la tierra, ó bien 3,054 de las partes que indicáron la distancia de los planetas al sol: su excentricidad, que varia, si se toma la media, es 3 y $\frac{1}{4}$ semidiámetros; su órbita con el plano de la eclíptica hace un ángulo de 5 grados con poca diferencia; pero esta inclinacion no es constante. En su giro al rededor de la tierra caminan con movimiento desigual y contrario la linea de los absidas (que es casi inmóvil en los planetas primarios, pues corresponden siempre á las mismas estrellas) y la de los nodos, puesto que esta en 19 años con un movimiento retrogrado, y aquella en 9 años con directo finalizan una revolucion. El tiempo periódico de la luna en su órbita es 27 dias, 7 horas y 43', y en el mismo

Fig. tiempo exáctamente acaba una vuelta de rotacion al rededor de su exe : mas quando llega al punto de donde salió , como el sol en su movimiento aparente, ó la tierra en su verdadero , ha adelantado 27° , para que pueda lograr nueva conjuncion la luna necesita andar otros dos dias , haciendo de 29 dias y $\frac{1}{2}$ su revolucion , que entonces se llama *Sinódica*, ó *Lunacion*. El diámetro de la luna al de la tierra tiene la razon de 20 á 73, ó bien de $1:3,65$.

Los que conceden satélite á Venus lo ponen á la misma distancia de este planeta , que la que tiene la luna respecto de la tierra : le dan por diámetro la quarta parte del diámetro de Venus , y quieren que se haga su revolucion periódica en 9 dias y 7 horas.

De los quatro satélites , de Júpiter el primero dista $2\frac{1}{2}$ diámetros de este planeta , y finaliza su giro al rededor de él en un dia , 18 horas , $27'$, y $34''$. El segundo dista 4 y $\frac{1}{2}$ diámetros , y su revolucion se acaba en 13 dias 13 horas , $13'$, y $42''$. El tercero $7\frac{1}{2}$ diámetros , y su movimiento periódico 7 dias , 3 horas , $42'$, y $36''$. El quarto dista $12\frac{1}{2}$ diámetros , y acaba en 16 dias , 16 horas , $32'$, y $9''$ su revolucion. Como son freqüentes las inmersiones y emer-siones , ó los eclipses de estos satélites en la sombra , que hace Júpiter hácia la parte opuesta á la que el sol ilumina , han servido infinito á la Física , y no menos á la Geografía , que con este auxilio sale de una multitud de equivocaciones , en que habia caido por lo tocante á la longitud de algunas Ciudades y otros puntos de la esfera.

De los cinco satélites , que tiene Saturno , el primero , ó el mas cercano dista de él $\frac{1}{4}$ del diáme-

tro del anillo, que circunda al planeta: su movimiento periódico es el de un día, 21 horas, 18' y 27". El segundo dista $1\frac{1}{4}$ del mismo diámetro; y su movimiento periódico es de 2 días, 17 horas, 41' y 22". El tercero $1\frac{3}{4}$ del mismo, y su tiempo periódico 4 días, 12 horas y 25'. El cuarto 4 diámetros; y su revolucion 15 días, 22 horas, 41' y 14". El quinto 12 diámetros; y su tiempo periódico 79 días, 7 horas y 48".

Fig.

Los movimientos de estos satélites de Júpiter y Saturno (que siempre los acompañan, sin alejarse de las distancias señaladas) parecen unas veces retrogrados, y otras veces directos, poniéndose hácia ambas partes; y los de Júpiter principalmente suelen disponerse en línea recta. El anillo, que circunda á Saturno, en ciertas ocasiones se oculta, y es quando nos vienen dirigidos rectamente los rayos de la luz que reflexa en aquella parte que nos presenta, formándose así la obscuridad que se descubre sobre el disco del planeta, y da señales de su existencia. Quieren algunos que este anillo sea la reunion de muchos satélites pequeños y contiguos, que giran á la misma distancia del planeta: pero otros piensan que pudiera ser una porcion de materia despegada del planeta en virtud de la fuerza centrífuga, que sufrió su equador en el movimiento de rotacion. Un Físico célebre explica este fenómeno diciendo, que el no verse efecto de ser transparente la materia de este planeta en su equador, y la sombra, ú obscuridad el no serlo igualmente en la direccion de su exe; esto es, de polo á polo.

Las distancias grandes á que se hallan los satélites son causa de que no se haya podido descu-

Fig. brir el movimiento de rotacion, que tienen sobre sus exes, como tampoco la exácta razon en que están sus diámetros con los de sus respectivos planetas que acompañan. La luna es la que por su inmediacion ha dado lugar á este hallazgo.

Hasta las densidades y cantidad de materia que tienen los planetas, han llegado á medirse geométricamente por medio de las leyes indicadas ya y descubiertas por Newton. Segun ellas han sido averiguadas las de los planetas contenidos en la tabla siguiente. Se tendrán las de los otros, aplicando los mismos principios y cálculo á sus movimientos.

T A B L A

En que se expresa la razon de la cantidad de materia y densidad del sol, comparadas con las de algunos planetas.

Cantidades de Materia.

<i>En el Sol.</i>	<i>En Júpiter.</i>	<i>En Saturno.</i>	<i>En la Tierra.</i>	<i>En la Luna.</i>
10000 ..	9,305...	3,250...	0,0512...	0,0013.

Densidades.

1000.....	9385....	6567.....	39539.....	48911...
-----------	----------	-----------	------------	----------

No se limitan á solos estos planetas y satélites referidos los cuerpos que giran al rededor del centro universal de este sol, que todo lo mantiene en su equilibrio. Los cometas giran tambien segun el mismo orden por unas órbitas muy excéntricas, en uno de cuyos distantisimos focos se halla el sol. Déxanse ver en los perihelios de sus crecidos trayectos, y huyen de nuestra vista para muchos años, al apro-

ximarse á sus aphelios, que se extienden mas allá Fig.
de Saturno.

La novedad que causan al arrimarse al sol, puso en cuidado á las naciones y gentes, quando ignoraban su curso, ú órbitas. Ya no son desconocidas; y la descripcion de 24 de estas órbitas fué uno de los descubrimientos del célebre Halley. El color mas, ó menos encendido de los Cometas, sus crines y colas (que no son sino la reflexion de los rayos del sol en la espesa niebla, ó atmósfera de vapores, que levanta el calor que sufren al pasar por su perihelio) tuvieron supersticiosas significaciones, y fueron anuncio triste en los tiempos de la ignorancia. Aunque por término muy diferente quizas llegarán á temer los hombres el peligro á que está expuesta la tierra, quando acaben de ver mas claramente la irregular situacion de las órbitas de los cometas, ó su libre movimiento. Una vecindad demasiado cercana; un encuentro, ó choque; un pasar la tierra por las espesas atmósferas que los acompañan, podria, si esto llegase á suceder, sacarla de su órbita, la desharia, rompiéndola en piezas, ó la inundaria en agua, fuego, ú otras particulas que traxesen consigo, contrarias puede ser, y destructivas de quanto hace la hermosa variedad de nuestro globo: es verdad que tambien podrian acarrear novedades de gusto á sus habitantes.

Aun se ofrecen á la atencion del que observa el sistema del mundo, muchos mas objetos que los indicados anteriormente. Las estrellas fixas (infinitas en número, y alejadas de nosotros indefinidamente, porque ni aun bastan para aumentar su aparente diámetro los mejores telescopios) son otros tantos

Fig. puntos fijos en la concavidad inmensa de la esfera que nos figuramos. Con estos puntos se comparan los movimientos de los Planetas, y ellos son (como los que busca la Geometría práctica en sus operaciones) los que sirven de apoyo á los ángulos y observaciones, que hacen los hombres en los cielos. Es, pues, indispensable el conocimiento de ellas para los que quieran hacer progresos en la Astronomía. Baste para nosotros el indicar la diferente denominacion, y divisiones, que de ellas han hecho los observadores para sus procedimientos, é investigaciones.

De la primera magnitud llamaron á las estrellas que exceden en tamaño aparente y brillantez: de segunda á las que seguian en estas qualidades; y conforme iban menguando estos requisitos, fueron denominadas de tercera, quarta, &c. hasta sexta magnitud. Para evitar toda confusion, hicieron de un conjunto de estrellas un asterismo, ó constelacion, figurada con algun animal, ú otro objeto, que llevó consigo una denominacion, ó nombre particular. Ya repartido el cielo en estas figuras, se facilitó el entender y asignar la situacion de las estrellas, que lo ocupan. Al enunciar v. g. el ojo del Toro (Taurus) todos comprehendieron que se hablaba de la estrella que tiene su situacion en el ojo del signo representado con la figura del toro. Con esta invencion pudieron determinar el parage de todas las estrellas que conocian; se formaron cartas y globos celestes; y en el año de 1603 Juan Bayer publicó las suyas, colocando en cada signo todas las estrellas visibles que lo componian: las distinguió con caractéres de los alfabetos griego y latino, con que aun hoy se ven marcadas para la mas facil inteligencia de los Astrónomos.

Los asterismos, ó signos en que se divide la Fig. esfera celeste, son

En el emisferio Septentrional.

La Ursa, ú Osa menor, la Ursa, ú Osa mayor, el Dragon, el Cepheo, los Perros de caza, Bootes, la Corona septentrional, Hércules, la Lira, el Cisne, el Lagarto, Casiopea, Girafa, Perseo, Andrómeda, el Triángulo septentrional, ó grande, el Triángulo pequeño, la Mosca, el Cochero, ó Auriga, el Caballo Pegaso, el Caballo pequeño, el Delfin, la Raposa, el Ganso, la Flecha, el Aguila, Antinoo, ó Antinous, el Escudo de Sobieski, el Serpentario, la Serpiente, el Monte Menelao, los Cabellos de Berenice, el Leon menor, y el Lince.

En el Zodiaco.

El Carnero (Aries), el Toro (Tauro), los Gemelos (Geminis) el Cangrejo (Cancer), el Leon, la virgen, ó Doncella (Virgo), la Balanza (Libra), el Escorpion, el Sagitario, el Capricornio, el Aquario, ó Aguador, y los Peces (Piscis).

En el emisferio Austral.

La Ballena, el Rio Eridano, la Liebre, el Orion, el Can mayor, el Unicornio, el Can menor, la Nave de Argos, la Hidra hembra, el Sextante de Urania, la Copa, el Cuervo, el Centauro, la Ara, la Corona austral, el Pez austral, el Fenix, la Grulla, el Indio, el Pavo real, la Paloma de Noé, ó páxa-

Fig. ro del Paraíso, el Triángulo Austral, la Cruz, ó Crucero, la Mosca, el Camaleon, la Encina de Carlos, el Pez volante, el Tucan, ó Ganso americano, la Hidra macho, y el Xiphias, ó Dorado.

El señor Abate la Calle añadió pocos años hace otras 14 constelaciones en el emisferio Austral, y son la Esquadra y Regla, la Brújula, el Nivel y Compas, el Microscopio, el Telescopio, los Buriles de Grabador, el Banco del Escultor, el Horno químico, el Relox de péndola, el Rectículo, ó Romboyde, el Caballete de pintor, la Máquina Pneumática, el Octante de reflexión, y la Montaña la Table (Mesa).

Ultimamente acaba de admitir la Academia de las Ciencias en París á fines del año pasado de 1778, otra constelacion mas, nombrada *el Toro real de Poniatowski*, y descubierta por el Abate Poczobut, Astrónomo del Rey de Polonia, en cuyo obsequio le puso este nombre.

Todas estas denominaciones, dadas por la fantasía, ó interes de los hombres, sirven para descubrir en la cavidad inmensa con mayor facilidad la situacion y órden con que se hallan colocadas las estrellas. Mas adelante se verá el modo de rastrear, y reconocer en los cielos todos los signos, despues de conocidos alguno, ó algunos de los mas notables.

La fäxa, ó nube blanca, que ciñe la esfera celeste casi de norte á medio día, y que llamamos *Via lactea*, igualmente que las manchas blancas que se ven en el polo Antártico, son unos conjuntos de infinitas estrellas, que solo pueden descubrirse con el telescopio, y cuyas luces reunidas forman la claridad que percibimos, como si fuera una nube blanca.

Qué situacion sea en la extension infinita, y

qual la distancia á que están colocadas entre sí las Fig. estrellas, es inasequible á los débiles alcances del hombre; como tambien qué punto ocupa en el espacio dilatado este mundo, ó sistema nuestro. Pero con todo podemos conjeturar, que las estrellas son de la misma naturaleza que el sol, y lo acredita la brillante luz que nos envian á pesar de la distancia casi infinita, que las separa de nosotros: porque si fueran cuerpos opacos (visto que la cantidad de luz disminuye en razon inversa de los quadrados de las distancias al cuerpo iluminante) la luz que recibiesen del sol, ó centro de nuestro sistema, deberia ser casi insensible aun en la superficie de las mismas estrellas, y por consiguiente mucho mas insensible al tener que atravesar, despues de rechazada, las inmensas distancias, que median para llegar á nosotros. Como no parece repugnante el que haya querido Dios que estas estrellas (ó soles como el nuestro) fuesen centros de otros sistemas; esto es, que á su alrededor se muevan otros planetas, que participen de su luz, é influxos, puede nuestra imaginacion suponer (sin temor de absurdo) que quizas es así, en lo que solamente hallamos motivos de admiracion, y de confundirnos al ver las obras del Omnipotente.

El aparecer algunas estrellas que no se habian visto, el ocultarse otras, conocidas antes; y el amonarse otras, ¿seria acaso consecuencia de algunas costras, ó manchas crecidas, que (como sucedió alguna vez en el sol) disminuyesen su luz por algun tiempo para dexárnosla ver despues; ó bien efectos de esta pluralidad de sistemas, ó mundos; y si no,

Fig. mas (esto es, el sol que lo es del nuestro, y las estrellas de sus respectivos) al rededor de algun punto, ó centro que les pudo asignar su Criador en la extension inmensa, que no sabemos concebir?

La figura, distancia, diámetros, densidades, cálculo de movimientos, situacion de nudos en las órbitas, aparentes desarreglos, ó variacion en los giros de los planetas, producida por las atracciones recíprocas que experimentan, retrogradaciones, aberracion de las estrellas, y otros muchos fenómenos, que se notan en los movimientos, y composicion de esta máquina, son ciertamente muy dignos de la observacion y estudio de todo el que se halle con los principios geométricos, que conducen á estas averiguaciones. Aunque es ageno de nuestro intento tratar de todos estos asuntos desmenuzadamente, no lo será el que atendamos á las consecuencias que acarrean, para poder adquirir mejor las noticias, y descripcion de nuestro globo, que de tan cerca nos interesa.

C A P I T U L O III.

Consequencias que dimanar de esta formacion del mundo.

Para dar razon de las variaciones y giros que se observan en los cielos, por ser la tierra la que con su movimiento diario, y anuo las ocasiona, se hace forzoso explicar los motivos, y origen del alucinamiento, que se padece al atribuir á movimiento del sol y de los cielos lo que observamos en los astros.

Así como á una crecida distancia (porque es in-

sensible la razon que hay entre la longitud, de donde observamos; y la que desune los objetos) no puede discernir nuestra vista la separacion que se halla entre dos cuerpos que se nos figuran unidos, aunque se cuenten muchos pasos en el terreno, ó espacio que media; así la distancia, que separa al sol de la tierra, se hace de ningun valor con mucho mas motivo, quando se pone el hombre á observar la colocacion de los astros, y la de los cielos. Es tan grande la distancia que nos separa de las estrellas, que á su respecto se aniquila la longitud á que nos hallamos del centro de todo el sistema: y así, puesto el observador en qualquier punto de la órbita del globo terrestre, siempre se le representará la mitad del cielo, ó esfera de las estrellas con todas las que se muestra poblada igualmente en todos tiempos. Dan razon de esta verdad las siguientes observaciones.

Fig.

1.^a El movimiento relativo es distinto del aparente, porque este es una nueva pintura que se hace en nuestros ojos, de la situacion y figura de los cuerpos; y creemos que los objetos tienen realmente entre sí aquella relacion, que sentimos en la vista, lo que es causa de muchas conjeturas y juicios equivocados.

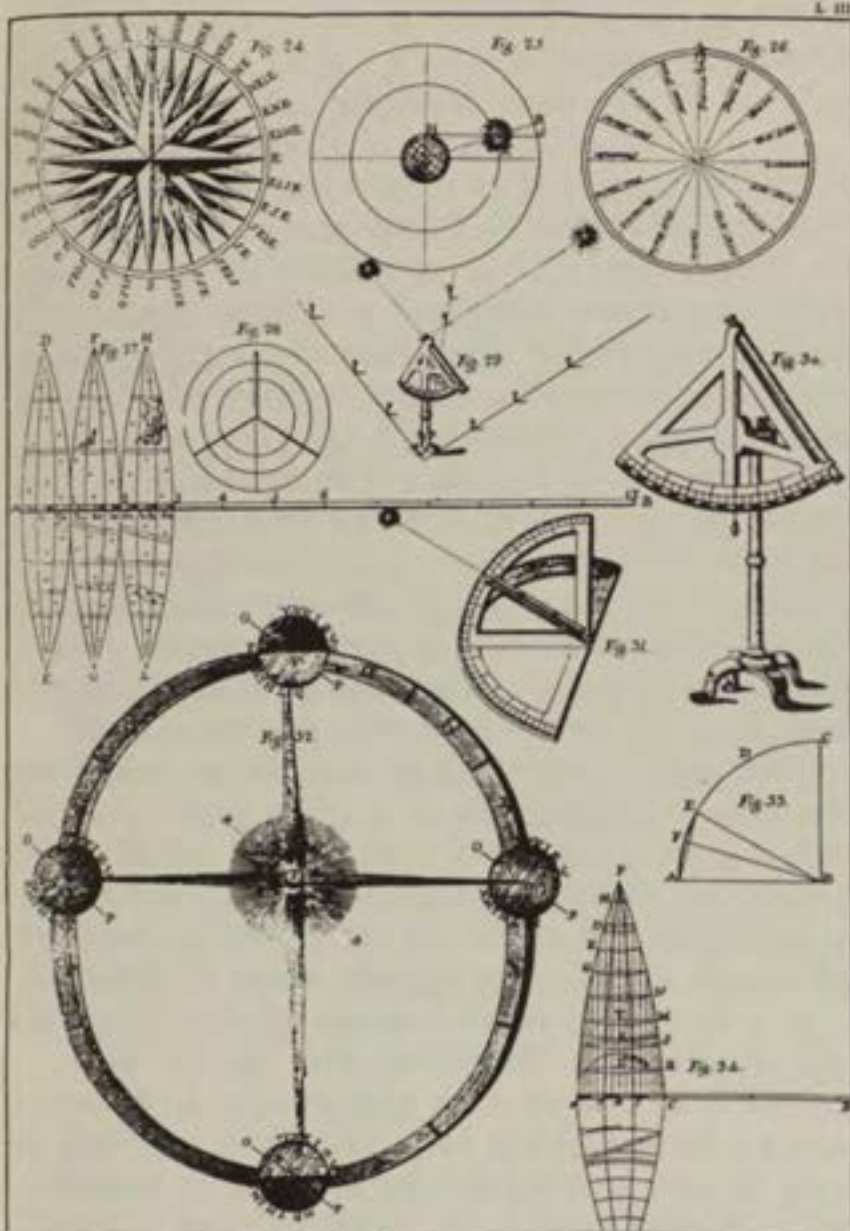
2.^a Si en la atmósfera, que ciñe á nuestro globo, no padeciesen cierta reflexion y refracciones los rayos de luz, un espacio inmenso, negro, é invisible, seria el fondo de los cielos, en el que tropezaria nuestra vista con las estrellas, como con unos puntos de luz, y no tendria el gusto de complacerse en el azul celeste, que tanto la lisonjea, el qual no es mas que una modificacion, ó mezcla del color

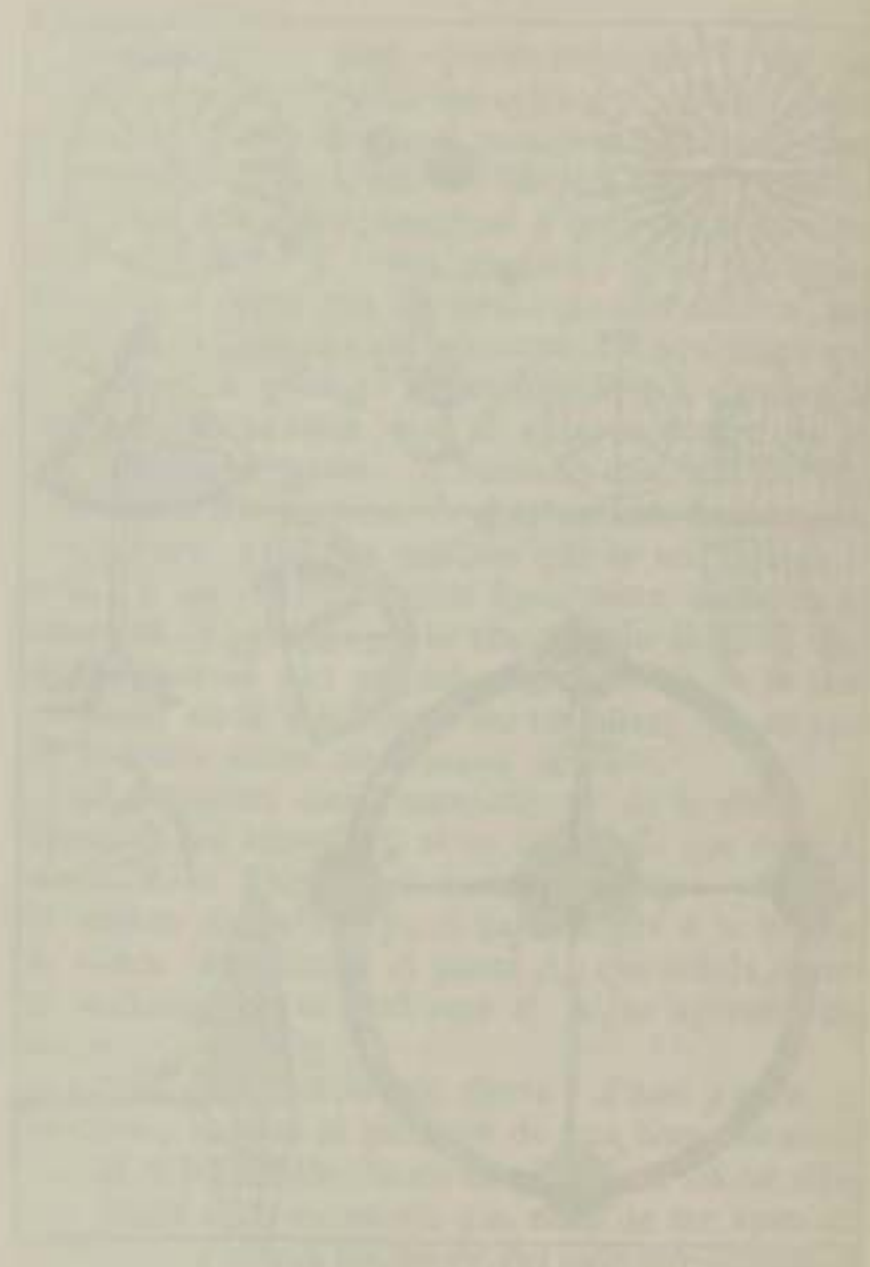
Fig. blanco reflexado, y del negro, que conviene al espacio inmenso.

3.^a Este azul, pues, (acostumbrados á ver que tienen cuerpo palpable los objetos, que acá se nos muestran coloridos) nos parece semejante á ellos; y como no alcanzamos con nuestra vista sino espacios muy reducidos, terminan á igual distancia nuestros esfuerzos, ó rayos visuales, y se nos figura cóncavo á semejanza de una caxa casi esférica, que encierra la máquina del universo. De aquí viene que no pudiendo graduar la separacion y distancias de los cuerpos celestes, que se mueven dentro de él, los creemos pegados, ó rozando con esta bóveda, que tanto nos engaña. A vista de este forzoso alucinamiento, ya no es extraño que se nos figuren la luna y las estrellas como igualmente distantes de nosotros, ó situadas en la concavidad fingida, siendo así que es tan pequeña la distancia de la luna respecto de la que tienen las estrellas, que no puede hallarse entre ellas razon sensible.

4.^a Supuesto este conocimiento de la esfera, ó lugar de las estrellas, si se considera que desde la tierra T se dirige una recta TA, que pase por el centro de un cuerpo S hasta llegar á la supuesta esfera, tendríamos el punto A, que señala la recta prolongada, el qual será el lugar aparente del tal cuerpo S. (Fig. 7.)

5.^a Si este cuerpo, la tierra, ó uno y otro, se mueven, variará la posicion de esta linea: su extremidad A irá señalando un camino entre las estrellas, que podrá observarse sin que dexe de ser aparente. Este mismo efecto resultaria del solo movimiento de la tierra, aunque se mantuviese quieto el cuerpo ce-





leste, como tambien del movimiento de este cuerpo, aunque permaneciera firme la tierra; porque en el primer caso, movida la tierra hácia Q, el cuerpo celeste se veria en R, y en el segundo, transportado el astro á Y, pareceria colocado en C á los que lo viesen desde la tierra (Fig. 7)

6.^a Siendo el movimiento de la tierra y del cuerpo observado tal, que la linea T A se moviese paralelamente hasta coincidir con la P N (que resultó del movimiento igual, que llevaron el cuerpo y la tierra) se le figurará al que mire desde la tierra, que el cuerpo celeste se mantuvo quieto entre las estrellas, porque en este caso (Fig. 7) el mismo, ó igual camino, que corrió la recta en el cielo con un extremo, anduvo con el otro el movimiento de la tierra, movimiento que comparado con la extension de la esfera celeste, se hace insensible. Quando parecen *estacionarios* los planetas, es porque se verifican estas circunstancias respecto del observador, y cuerpo observado.

El movimiento *retrogrado* es un alucinamiento semejante: se mueven en diferentes órbitas con velocidades desiguales, y la anticipacion de unos respecto de los otros, hace que estos parezcan moverse hácia atras. Solamente con indicar las órbitas, los movimientos, y los puntos en que se hallan, se ve patente la razon por que se nos deben figurar así los aspectos de los astros. Véanse las figuras 5, 6.

Uno de los mas poderosos argumentos, que muestran el movimiento de la tierra, es el ver que se observan desde ella estas apariencias en los movimientos de los planetas: no podrian parecer estacionarios, ni retrogrados, si la tierra fuese el centro de sus movimientos,

Fig.

7.^a No solo el movimiento, con que es transportado el centro, y masa de la tierra, produce las apariencias indicadas, sino que el movimiento de rotacion, ó el que la tierra tiene en torno de su eje, las causa igualmente. Si se hallasen colocados al rededor de la tierra (supuesta moviéndose sobre su eje) varios cuerpos celestes en los puntos A, B, C, D, (Fig. 11) no podría el punto Z de la tierra, ó el observador llegar á R sin que el astro D, representado en *d* por lo dicho, hubiese caminado al parecer el arco *d o* en sentido contrario al movimiento de rotacion de la tierra, ni continuaria su vuelta el punto Z desde R hasta Q, sin que se representase en la esfera de las estrellas el arco *o x* movimiento aparente del astro. Lo mismo sucedería con los cuerpos C, B, quando llegase á R el punto Z; C habria representado el arco *c o* y B el *b o*, A se debe ocultar, y no ser mas visto; pero desde R y Q ya descubrirá el punto Z nuevos astros, que para él irán levantándose hácia la parte de cielo que mira sobre sí. Siendo de occidente á oriente el movimiento de rotacion que lleva la tierra, es forzoso que las estrellas, y demas objetos celestes parezcan moverse de oriente á poniente, aunque esten firmes en la esfera celeste. Véase el sencillo modo con que se nos representa el maravilloso movimiento diario de los cielos.

11.^a

Con la noticia de estas observaciones podremos ya mirar la tierra baxo de dos consideraciones, ó como sujeta á todos los movimientos y leyes que rigen á los planetas, ó como dividida en diferentes partes pobladas de racionales y vivientes, cuya

situacion respecto del exe , y superficie de la misma , les acarrea diversos fenómenos , consecuencia de su colocacion , correspondiente á diversos puntos del cielo , ó á diferentes estrellas. Fig.

En el primer caso no hay duda de que siendo S el sol (Fig. 14); T la tierra que gira en su órbita *Ttx*; R Y la esfera de las estrellas , será Y el parage aparente del sol mirado desde la tierra , y el arco R Y el que corresponderá al *Tt* , descrito por la tierra en su movimiento periódico. Este arco R Y será el movimiento aparente del sol , el qual es igual y semejante al que ha llevado la tierra , por ser iguales los ángulos verticales que forman; y considerándose en un plano el rastro aparente que dexa el sol en la esfera de las estrellas , y la órbita de la tierra , es consiguiente que con una revolucion de esta por toda su órbita se habrá señalado otra semejante en la esfera dicha , á la que se podrá llamar *Eclíptica* , ó continuacion del plano de la órbita que describió la tierra , atribuyéndola todas las propiedades , que supondríamos en la órbita terrestre; de donde , si se hallaba esta dividida en doce partes de 30° cada una , con poca dificultad atribuiríamos á la eclíptica celeste la misma division. Véase el origen que pudieran tener los 12 signos de la eclíptica celeste , marcados por las 12 divisiones de la órbita terrestre en nuestra suposicion : baxo de este respecto habrémos de considerarlos para las observaciones ulteriores. 14.

Son , pues , 30° los que pueden contarse en cada uno de los signos , ó divisiones de la eclíptica celeste , las quales se distinguen por nombres y caracteres adaptados , como son los siguientes.

Fig. El Carnero (φ) el Toro ($\mathbf{\text{♉}}$) los Gemelos ($\mathbf{\text{♊}}$) el Cangrejo ($\mathbf{\text{♋}}$) el Leon ($\mathbf{\text{♌}}$) la Doncella, ó Virgen ($\mathbf{\text{♍}}$) la Balanza ($\mathbf{\text{♎}}$) el Escorpion ($\mathbf{\text{♏}}$) el Sagitario ($\mathbf{\text{♐}}$) el Capricornio ($\mathbf{\text{♑}}$) el Aguador, ó Aquario ($\mathbf{\text{♒}}$) y los Peces ($\mathbf{\text{♓}}$)

Como es elíptica la órbita de la tierra, las seis divisiones que estan mas inmediatas al foco, en que se halla el sol, detienen menos, ó se acelera el movimiento de la tierra al pasar por ellas, y por la misma razon la marcha, ó carrera aparente del sol se acelera igualmente por lo que queda manifestado antes; y como son las opuestas divisiones, ó signos los que describe, quando se halla la tierra acelerando su carrera en los seis primeros signos, el movimiento aparente del sol habrá de correr con mayor presteza los seis últimos: así sucede que en los seis últimos signos emplea el sol cerca de 9 dias menos que en los 6 primeros; porque quando él parece que gira por aquellos, la tierra corre en estos acercándose á su perihelio, y en los 6 últimos quando pasa por los primeros el aparente movimiento de este astro (Fig. 14).

14.

Si en el punto en que el plano, ú órbita de la tierra corta, haciendo un ángulo de 66° y $31\frac{1}{4}'$, al exe de este planeta, se considera un plano, ó círculo perpendicular á este mismo exe, y que el plano de este círculo se prolongue hasta la esfera de las estrellas, resultará 1.º en la superficie y masa de la tierra, una separacion en dos partes, ó emisferios iguales hecha por el plano de este círculo, que pasará por el centro (circunstancia que por cortar

en dos partes iguales á la esfera, dió nombre de *círculo máximo* á este, y á quantos hiciesen semejante division) 2.º en el cielo, ó esfera de las estrellas resultará otra separacion igual; porque se supuso que el exe de la tierra prolongado es exe de la esfera celeste, y respecto de la casi infinita distancia de las estrellas, un punto insensible la órbita de nuestro globo, debiéndose confundir por esta razon con el centro de la concavidad inmensa. De donde resulta, que el corte hecho en la tierra, será un corte dirigido por el centro de la esfera celeste perpendicularmente á su exe.

De este primer efecto bien pudo resultar el nombre de *Equador* al círculo máximo que, cortando perpendicularmente al exe del mundo, hacia una division tan igual y sensible en la tierra, y en la esfera de las estrellas. Como los planos de este círculo, y de la eclíptica se suponian pasar por el centro, cortando el primero al exe en ángulos rectos, y el segundo en ángulo de 66° y $31\frac{1}{2}'$, era consiguiente el que se cortasen mutuamente, formando un ángulo de $23^{\circ} 28' 30''$ (que es conforme á las últimas observaciones), y el que distasen esto mismo el exe de la eclíptica, y el del equador (Fig. 12). De la obliquidad con que se cortan los planos de estos dos círculos máximos resultan muchos fenómenos, que nos interesan.

1.º Los puntos, que estos exes señalan en la tierra, y en la esfera celeste, distan entre sí $23^{\circ} 28\frac{1}{2}'$, y si se concibe que el exe de la eclíptica da una revolucion al rededor del exe del Equador, los puntos señalados en la esfera de las estrellas, y en la superficie de la tierra, formarán círculos parale-

Fig.

12.^a

Fig. los al Ecuador, y distantes, tanto en la tierra, como en la esfera celeste, $23^{\circ} 28\frac{1}{2}'$ de los polos, señalados en ambas partes por el exe del Ecuador, ó por el del mundo. Podrán, pues, llamarse *Polares* los quatro círculos, que resultan (dos en la esfera de las estrellas, y dos en la tierra), y distarán lo que los puntos del exe, que los formó con su revolucion; esto es, $23^{\circ} 28\frac{1}{2}'$.

2.º Consideráron los observadores como primer punto de la eclíptica al uno de los que señalan en ella su comun seccion con el Ecuador, y colocáron en él el principio, ó primer grado del Carnero. La distancia á que se hallaba de este punto la aparente situacion del sol, se llamó *Longitud*, y se extendió esta denominacion á la situacion de qualquier otro astro, entendiéndose baxo de esta voz *longitud* la parte de eclíptica, ó arco, que se hallaba interceptado entre el primer punto del Carnero, y el que señalaba el astro, ó el círculo, que, pasando por él, y por los polos, hacia en la eclíptica un corte perpendicular:

Quando por hallarse el astro fuera de la eclíptica era preciso que señalara su longitud el círculo que pasase por él, y por los polos, el arco interceptado entre la eclíptica, y el astro se dixo *Latitud*, y resultó un modo de indicar con acierto la situacion de los astros por medio de su longitud y latitud. A estos círculos, que produxeron el doble uso de mostrar las longitudes, y latitudes de los astros, se les puso el nombre de *Secundarios de la eclíptica*. Si se considera que R Q (Fig. 12, 13) es la eclíptica, C D el equador, C B D M la esfera celeste, y A el primer grado del Carnero, ha-

Ilándose el sol en el punto S de la Eclíptica, su longitud será el arco AS, y ninguna su latitud, porque el sol no la tiene, pues su movimiento aparente es siempre en el plano de la eclíptica. Mas suponiendo en E una estrella, ú otro cuerpo celeste, y que por los polos O, P y el astro pasa, cortando perpendicularmente la eclíptica, el círculo máximo PEXO, la distancia AX de la eclíptica se dirá longitud del astro E, y su latitud el arco EX del círculo PEXO.

3.º Como se llegó á notar la aparente inmovilidad de una estrella que se dexa ver en uno de los polos, ó extremos del exe del mundo, y que al rededor de ella se movian siete estrellas, las mayores de quantas entraban en la constelacion de la Osa mayor, ó *Arctos*, llamaron *Estrella polar Arctica* á la inmóvil, y *Polo Arctico* al señalado en esta parte del cielo. Por la figura de carro, y número de estas siete estrellas fué llamado el polo *Septentrional*, y *Boreal* por el viento que sopla de aquella parte.

El opuesto polo se llamó *Antártico* por su contraria situacion, y *Austral* por el viento que se siente de hácia aquellas regiones. Alejándose los astros de la eclíptica en sus diversas latitudes, forzoso era que se acercasen á los polos, y segun el nombre del que se hallaba mas vecino, se denominó Boreal, ó Austral la diferente latitud de los cuerpos celestes. Siendo O el polo Arctico, y P el Austral (Fig. 13), la latitud del astro E se dirá Austral, igualmente que Boreal, ó Septentrional la de la estrella Z.

4.º Finalmente de esta obliquidad de la eclíp-

Fig.

13.^a

Fig. tica con el equador resultaron las importantes nociones de las *Ascensiones rectas*, y *Declinaciones* del sol, que al parecer se aleja, y se acerca á nosotros con movimientos encontrados: nociones sin las quales serian muy cortos los progresos de la Geografia: de ellas se hablará mas adelante.

Se dixo que no coinciden con el plano de la eclíptica los de las órbitas, que describen los planetas; y como son muy reducidas sus inclinaciones, ó los ángulos que forman, se pudieron ceñir sus desvios á una faxa, que se figuraron los primeros observadores (como queda dicho) tendida por toda la eclíptica. Tomaron ocho grados á una y otra parte de este círculo máximo, y tuvo con esto 16° de ancho el *Zodiaco*, ó la faxa llamada así, la qual se contempló terminada por círculos paralelos á la misma eclíptica, que quedó en la mitad de su anchura.

Al favor de este invento, y de los demas progresos indicados, se explicaron con indecible acierto por medio de los movimientos de la tierra en la eclíptica todos los aspectos, que nos presentan los planetas, y que no son sino efectos, que deben causar respecto de ellos sus recíprocas situaciones y movimientos. Con no menor facilidad se descifran hoy, en vista de lo que queda dicho, las apariencias, que ocasionan los giros de los planetas y sus satélites, y por consiguiente los de la tierra y la luna; pues siendo todos los planetas, y sus satélites, segun reiteradas observaciones, unos cuerpos opacos de figura casi esférica, debe seguirlos en todos sus movimientos una sombra cónica, formada en la parte opuesta á la que ilumina el

sol. Esta sombra de los planetas y satélites, mas, Fig.
ó menos larga segun sus tamaños, irá obscureciendo las partes iluminadas por el sol, segun sean las distancias á que se encuentran en sus movimientos, y conforme se identifique con el plano de las conjunciones la línea de los nodos. De aquí es fácil el inferir por que á veces pierden su luz, ó se eclipsan, la tierra, la luna, y los satélites de los demas planetas, al interponerse los unos entre los otros, y el sol, y por que no la pierde Marte, aun quando se halla en los nodos de su órbita, y en oposicion con la tierra, como tambien por que no la pierde esta, por mas que se interpongan en un mismo plano Venus, y Mercurio. Estos dos planetas parecen unas manchas, que pasan por el disco del sol: igual mancha parecerá á Marte la tierra en su interposicion; porque las sombras cónicas, ó pirámides umbrosas, que llevan consigo Mercurio, Venus, y la tierra, fenecen las de los primeros antes de tocar en el globo terrestre, y la de la tierra, sin que alcance á Marte. La precision de que se encuentre la línea de los nodos en el mismo plano, en que se hallan los cuerpos iluminados, y el luminoso, y la de ser el plano en que se verifican estas circunstancias la órbita de la tierra, dieron á esta el nombre de eclíptica, y con él es distinguida entre todas las órbitas de los demas planetas. Se ha dicho sombra cónica por la que sigue á los planetas, y satélites; porque siendo el diámetro del sol mucho mayor que el de qualquiera de ellos, los rayos de luz, dirigidos desde el *limbo*, y exceso de superficie del *disco solar*, deben ser convergentes, y llegar á concurrir en un punto

Fig. indicado por $\frac{d \times b}{a - b}$ siendo d la distancia desde el centro del planeta al del sol, a el semidiámetro de este, y b el semidiámetro de aquel. Comprobado, pues, que son esféricos los cuerpos, por cuya redondez van siendo convergentes los rayos de luz, es cosa evidente el que hayan de resultar sombras cónicas, que tambien se llaman *Pirámides umbrosas*. Ya se dixo que constaba por reiteradas observaciones, que eran esféricos los cuerpos celestes.

Quando moviéndose de Occidente á Oriente al rededor de la tierra (que gira igualmente en torno del sol) llegan la luna, y sus nodos á interponerse entre estos dos cuerpos, coincidiendo con el plano de la órbita terrestre, se advierte un eclipse de sol; porque la luna, poniéndose directamente entre la tierra, y este astro, la priva de su luz; lo qual solamente puede suceder en los novilunios, ó quando la luna está en *conjuncion*.

Como en estas interposiciones pueden encontrarse la tierra, y la luna en sus respectivos afelios, ó perihelios; ó bien en su afelio la una, quando la otra se halla en su perihelio, ó vice versa, de aquí proviene el que unas veces sea anular el eclipse, y otras total, siendo esto consecuencia de estar la tierra, y la luna mas, ó menos distantes entre sí y del sol, pues debe la tierra sumergirse mas en la sombra, ó ser el eclipse total quando se acercan; y parcial, ó anular si se alejan entre sí. Es fácil concebir que debe ser mayor el diámetro, ó trayecto de obscuridad en un cono, ó pirámide umbrosa, quanto mas se arrima á la base la seccion, y menor al paso que se aleja de ella. Estas diferentes

colocaciones y distancias se observan en la luna, Fig. quando son anulares, y totales los eclipses de sol.

Si continuando su movimiento llega la luna á tocar el plano de la eclíptica, mientras que se encuentra directamente entre ella, y el sol la tierra, se verá eclipsada la luna, porque se halla sin la luz que recibia del sol, por haberse interpuesto la tierra. En los plenilunios, ó quando la luna se halla en *oposicion*, ó en la *conjuncion superior*, suelen verificarse semejantes eclipses, que son mas, ó menos centrales, segun es mayor, ó menor la union, ó proximidad del centro de este satélite con el plano de la eclíptica, ó con los nodos.

A estar mas, ó menos unidos con los nodos, ó con el plano de la eclíptica los centros de los cuerpos que causan los eclipses en el instante de sus conjunciones y oposicion, debemos atribuir las variedades que notamos, quando se experimenta unas veces eclipsada parte del sol, ó de la luna, otras obscurecida una region de la tierra mientras tienen luz las inmediatas, y otras finalmente cubiertos de tinieblas á estos cuerpos, que vuelven á lucir á poco rato.

De la separacion, pues, ó de la obliquidad, que tiene la órbita de la luna respecto de la eclíptica, como tambien del movimiento, que lleva la linea de sus nodos, proviene el no ser tan frecuentes los eclipses, como las conjunciones y oposiciones. Verificanse estas todos los meses; pero como suceden en distintos planos las conjunciones de estos cuerpos, no pierden rayo de luz, y se ven iluminados por el sol, que no tropieza en embarazos. Prescindimos en todo lo dicho de las penumbras, que por

Fig. ser un diámetro tan sensible el del sol, es preciso que acompañen á todas las sombras, que resulten de la interposicion de algun cuerpo opaco. Luego que empieza á ocultarse alguna parte sensible del disco solar, empiezan las penumbras, que cada vez van obscureciéndose mas, hasta que fenecen en una sombra espesa, despues de ocultado ya todo el sol. Solamente siendo un punto el cuerpo luciente, podrian dexar de verificarse las penumbras. Las Figuras 15.^a 16.^a que son el plano y perfil de los movimientos de la tierra y de la luna en sus órbitas, aclaran las razones dadas sobre los eclipses, igualmente que la idea del modo con que la luna nos presenta en cada revolucion diferentes aspectos mas, ó menos iluminados (llámanse *Phases* comunmente), los quales sirven para indicar la edad de la luna, ó el punto de la órbita que ocupa en un tiempo señalado. Estos aspectos son comunes á los demas satélites respecto de sus planetas.

Siendo efectos del movimiento de la tierra, y de la luna los eclipses que notamos, se puede calcular y predecir la hora, el minuto y el tiempo en que ha de empezar, concluir y permanecer esta pérdida de luz, que fué causa del temor de las naciones y gentes, que no conocian este efecto tan sencillo, y que continuará siéndolo mientras no se promueva el conocimiento de la Física.

Si toda la órbita de la tierra es insensible, ó es un punto respecto de su distancia á la esfera de las estrellas (por cuya razon fué considerada como punto central para observar sus movimientos), ni la altura del Observador, ni la del observatorio, como tampoco la distancia desde la superficie al cen-

tro de la tierra, podrán causar variacion alguna al examinar objetos tan alejados. Pero como es opaco este punto, ó tierra, se hace imposible al Observador el ver mas porcion de cielo que aquella mitad, que corresponde á su cabeza. Descubre, pues, colocado en Z lo que indica la recta M N (Fig. 11) que atraviesa por este punto, ó centro, y se termina en la esfera de las estrellas, por lo que nada alcanza de quanto pasa en la mitad, ó emisferio, que se le esconde.

El conocimiento de esta imposibilidad dió origen al *Horizonte*, y vióse trazado su plano con el círculo máxímo que, cortando al globo terrestre, en dos porciones iguales, ó emisferios, iba extendiéndose, hasta llegar á la esfera celeste, que dividió igualmente en dos emisferios, superior el uno, é inferior el no visto. Este horizonte se llamó *Racional* para distinguirlo del *Sensible*, que es un círculo, cuyo plano es tangente á la tierra, y paralelo al plano del horizonte racional. Resultáron como consecuencia de la creacion de este círculo el ser cortados en partes iguales los círculos, ó planos de la eclíptica y del equador, y el que los extremos de un exe, que se pudo considerar elevado perpendicularmente en el centro del nuevo círculo, ó del horizonte, señalasen en la esfera celeste el *Zenit* y *Nadir*, que son los puntos que corresponden á la cabeza y pies del Observador, ó bien los extremos de una linea, que pasando por la cabeza y pies del Observador y por el centro de la tierra, marca en la esfera de las estrellas dos puntos diametralmente opuestos, superior el uno (el *Zenit*) respecto del Observador, y el otro (el *Nadir*) inferior.

Fig. Por estos puntos, ó polos del horizonte se figuraron despues descritos varios círculos, que se llamáron *Verticales*, ó *Azimutales*; entre los que obtuvo el nombre de *Primario* el que pasa por la interseccion que hace el equador con el horizonte: como los planos de estos verticales formaban entre sí varios ángulos se llamáron tambien estos *Ángulos del Azimut*, ó *Azimutales*.

Nombrándose *Dia* la presencia del sol en el emisferio superior, y *Noche* su ausencia, fué duracion del dia para el Observador todo el tiempo que permanecia este astro en la parte de cielo, que alcanzaba con su vista, y mitad del dia el momento, en que llegaba el sol á la mitad de su emisferio, ó quando veia sobre sí la direccion de sus rayos mas perpendicularmente.

Como solo pueden tener en su zenit al sol los habitantes de una parte de la tierra (lo que se verá mas adelante), los pueblos que no veian esta situacion del sol, hubieron de recurrir á otro arbitrio, que les indicase este punto medio de la carrera, que aparentaba dar sobre ellos, ó en su emisferio este astro. Discurrieron, pues, el suponer trazado en el cielo un arco, ó círculo, que pasando por el zenit y los dos polos, dividiесе la parte de esfera celeste, que descubrian en dos porciones iguales, y hallaron que debia ser el medio dia, ó mitad de la carrera del sol el momento en que este astro llegase á tocar el círculo imaginado, de donde resultó el que se denominasen círculos *Meridianos* los que fueron supuestos por las diversas gentes, que tuvieron la precision de valerse de este recurso. Los oficios que habia hecho el zenit en el emisferio su-

perior hubieron de ser comunes al nadir, pues señaló este con la continuacion de los arcos, trazados en el emisferio superior, la media noche; por cuyo medio se vieron marcadas enteramente las direcciones de los círculos meridianos, y fixada su construccion y naturaleza. Fig.

Porque son infinitos los puntos de la superficie de la tierra en que puede colocarse el Observador, y como pueden tambien pasar, ó identificarse con él otros tantos exes, que cruzando por el centro señalen el zenit y nadir, no será difícil dar á cada uno su horizonte, ó plano perpendicular, que pase igualmente por el centro de la tierra, ó del mundo. En este caso es forzoso, que sean tantos los horizontes como exes, ó como puntos se consideren en la superficie de la tierra.

Este es el origen de donde resultan todas las variaciones que observan los diversos habitantes de la tierra. De la combinacion diferente de esta multitud de horizontes con los movimientos de la tierra se ocasionaron los diversos fenómenos, que se notan conforme varían las situaciones, y este es el segundo modo con que diximos podia ser considerado nuestro globo. Mas como estriban en los movimientos del globo terrestre todos estos efectos, indicaremos algunas razones que hagan sensibles la posibilidad y precision de estos movimientos.

Si se atiende á las leyes de la mecánica, al considerar cada planeta como un globo dividido en dos emisferios, y que sus centros de gravedad particulares apoyan sobre el centro general del globo como una palanca sobre su hipomoclio, será fácil el mostrar, que no es suposicion arbitraria de-

Fig. cir, que este globo se debe mover al rededor de su centro y exe, si se da mayor impulso, ó velocidad al un centro de gravedad que permanecia antes en equilibrio con el otro por su igual peso y distancia igual al centro general del globo. Esto sucedió precisamente á la tierra y á los demas planetas, quando se les comunicó la fuerza impulsiva, que los puso en las diferentes distancias del sol á que se ven colocados. Fué obliquo á sus superficies el impulso, ó con direccion distante del centro general de cada uno, y debieron por consiguiente moverse en torno de él y del exe que lo penetra. Las observaciones comprueban esta rotacion en los demas planetas, y la analogía en los restantes. Bernouilly halló por sus cálculos que la distancia entre la direccion del impulso y el centro de la tierra es $\frac{1}{150}$ de su radio.

Suponiendo que el centro de equilibrio en la tierra no coincida con el de la figura, por no ser enteramente homogeneas sus partes, debe tambien tener movimiento de rotacion, al ser impelida en su órbita: pues aunque los centros particulares de gravedad distasen igualmente del general, era forzoso que pudiesen ser, y que fueran desiguales los pesos, y consiguiente la rotacion: ó bien podrian distar desigualmente del centro general los centros de gravedad particulares de los emisferios, y seguirse el mismo efecto. A la desigual distancia entre estos centros pudiera contribuir la rarefaccion y aligeramiento, que debe ocasionar sucesivamente el sol en la parte del globo que ilumina.

Finalmente si las porciones de materia, que componen la tierra y los demas planetas, recibieron en

sus centros y direccion de sus exes la fuerza de alejarse, ó de mantenerse léjos del sol, y la de girar en torno, ó al rededor de este astro, preciso era que obedeciendo á las dos fuerzas á un mismo tiempo, girasen tambien como por conseqüencia al rededor de sus diámetros menores, quando se absorvió la fuerza de impulsión, y luego que dexáron de ser perfectamente esféricos, moviéndose las partes de cada planeta con mas veloz rotacion al paso que se alejaban mas del centro comun, de donde habian sido despedidas. Aun esto es conforme á las observaciones astronómicas. Se advierte que los cuerpos celestes dexan de ser esféricos luego que se les descubre movimiento de rotacion; y Júpiter entre cuyo diámetro en su equador y el exe, ó distancia entre los polos, se nota mayor diferencia, que entre las mismas lineas de los demas planetas, tiene tambien la mayor y mas violenta rotacion.

Por todas razones pues, y en qualquiera suposicion, se comprueba el movimiento de rotacion, que tiene la tierra ademas del general que la transporta en su órbita. Este movimiento general se ve demostrado por la Astronomía, y lo corrobora no poco el considerar la inmensidad de la masa del sol respecto de la de la tierra; pues á no hallarse en esta una fuerza que hace frente á la atraccion, con que la arrebatara hácia sí y atrae siempre aquel lumínar, era indispensable el que se uniera con él y se consumiese. El ver que no sucede esto, prueba claramente que la fuerza centrífuga que adquiere, ó conserva en el movimiento circular mientras describe su órbita, la liberta de esta union y rui-

Fig. na. Una fuerza semejante mantiene á los demas planetas girando al rededor del sol en las órbitas correspondientes. Mas puesta la tierra en el centro de los movimientos inmóvil y quieta, quedaba sin arbitrio de conseguir esta fuerza suficiente para contrapesar á la atraccion del sol, demasiadamente comprobada, para que pueda negarse.

A mas de esto la analogía, é induccion á que nos conduce el ver, que constantemente se mueven los cuerpos menores al rededor de los mayores en la naturaleza, igualmente que las leyes observadas sobre las fuerzas centrífuga y centrípeta, como tambien la razon de los movimientos de los cuerpos celestes con arreglo á las dos leyes de Keplero (indicadas en el cap. I.^o), y finalmente la inconcebible velocidad, con que era preciso se moviesen las estrellas, quedando fija la tierra en el centro del Universo, evidencian mas y mas la imposibilidad de que permanezca firme la tierra, siendo el centro de los movimientos de todos los cuerpos celestes. Siendo así que el sol en este sistema tendria que caminar por hora 6062546 leguas de ocho mil varas cada una. ¿Qué velocidad bastaria para correr en las veinte y quatro horas la órbita inmensa que corresponde á las estrellas, casi infinitamente mas distantes que el sol? Todas las verdades halladas por la Geometría era menester, que dexáran de serlo al verificarse este sistema, que fué tan sostenido por la preocupacion.

Con el movimiento de rotacion de la tierra sobre su exe, todos los puntos de su superficie describen círculos menores; esto es, círculos, cuyos planos no pasan por el centro, ni la cortan en par-

tes iguales. Iran, pues, menguando á proporcion que se alejan del equador, á quien son paralelos. Los puntos de la eclíptica, ó los señalados en las superficies celeste y terrestre por este círculo máximo, que se hallan mas distantes del equador, formarán en fuerza de esta rotacion dos círculos paralelos al equador, los cuales indicarán los límites del aparente movimiento del sol, y en ambas esferas estos círculos fueron llamados *Trópicos* por esta razon. Los demas puntos de la eclíptica tambien describen los suyos, y por ellos parece que dá sus vueltas y giro diario este astro. Los extremos del exe, ó polos de la eclíptica describirán dos círculos menores y paralelos al equador, llamados *Polares*.

Con este movimiento de rotacion queda la tierra dividida en círculos, zonas, climas y otras separaciones; y por este movimiento en fin se explica como pudo la tierra tomar la figura esferoidelata, que pocos años hace se acabó de descubrir. En la parte segunda se tocará este asunto con alguna extension.

Los círculos producidos por la revolucion de la tierra sobre su exe, y llamados *Trópicos*, se dixeron *Trópico del Cangrejo*, y *Trópico de Capricornio*.

El mas próximo al polo ártico se halló precisamente tocando á la eclíptica en el primer grado del Cangrejo y tomó este nombre. El otro por una situacion semejante respecto del Capricornio es correspondiente á este signo. Llamáronse *Solsticios* estos puntos, en que parecia detener sus pasos el aparente movimiento del sol para deshacerlos. Por ellos y los polos del mundo se consideró que pasaba un círculo máximo, ó meridiano, á quien se puso el

Fig.

Fig. nombre de *Coluro de los Solsticios*, á imitacion del círculo, que pasando por los polos y puntos equinocciales, ó los de la comun seccion de la eclíptica y del equador, fué denominado *Coluro de los Equinoccios*. Como los círculos señalados por los polos de la eclíptica podian servir para marcar divisiones en las superficies de la tierra y esfera celeste, igualmente que los trópicos se dividióron ambas superficies por medio de ellos en cinco zonas, ó fajas que fuéron denominadas, la una *Tórrida*, dos *Templadas*, y *Frias* las otras. La distancia entre los dos trópicos (cuya mitad ocupa el equador) se dixo zona tórrida, porque en todos los puntos de ella se veian en algun dia del año perpendiculares los rayos del sol; y de esta circunstancia inferian los habitantes de otros climas, que debia resultar el incendio de aquella parte de la superficie del globo: en lo que se padeció equivocacion no pequeña.

Templadas se dixerón las dos zonas que ocupan las distancias que hay entre los trópicos y círculos polares: llamáronse así, porque jamas lucia en ellas el sol con rayos perpendiculares, y era suave el efecto que hacian: la inmediacion á su respectivo polo las hizo distinguirse con una denominacion alusiva. Frias se dixerón las dos zonas, que abrazan los espacios contenidos entre los círculos polares y polos. Las denomináron frias por ser menos activos los rayos del sol, y mucho mas obliquos que en las zonas templadas. Esta mayor obliquidad de los rayos y su menor actividad, hiciéron muy frias á aquellas regiones, de donde se originó su nombre, al que se agregó tambien el distintivo de su polo correspondiente.

Los demas círculos que produjo el movimiento de rotacion, sirviéron para marcar las distancias á que se hallaban del equador los puntos que los habian formado, y para distinguir los climas. La distancia del círculo era la del punto, y la que mediaba entre dos de estos círculos *Clima*, quedando este nombre para expresar las bandas, ó fajas que ceñian al globo, alejándose mas, ó menos del equador. Determinóse despues en que número de climas se habia de dividir cada emisferio, y resultaron 108 que se verán en la tabla siguiente, en la que casi todos los contenidos entre el equador y círculos polares se exceden en media hora en la duracion de sus dias, y los de las zonas frias, en dias y aun en meses.

Aunque el método de dividir la superficie del globo en climas fué señalar á cada uno media hora de diferencia en la duracion de sus respectivos dias, quando se observaron los efectos que ocasionaba la refraccion de la luz, que se explicará mas adelante, se hizo preciso completar la hora en los climas desde el octavo al duodécimo, y hacer de dos horas al décimotercio y al décimoquarto, con lo que quedáron reducidos á 14 los que debian ser 24: esto es, los climas contenidos entre el equador y uno de los círculos polares. Riccioly fué el autor de esta correccion, y de la tabla que la indica y copiamos.

Fig.

Fig.

T A B L A

De los Climas en que se divide cada Emisferio de nuestro Globo.

Climas.	Duración de los días en horas.	Punto en que finalizan los Climas.	Extensión, ó anchura de los Climas.	Climas.	Duración del día en horas.		Punto en que finalizan los Climas.	Extensión, ó anchura de los Climas.
I	12 $\frac{1}{2}$	7°. 48'	7°. 48'	XIII	22		65. 10	2. 36
II	13	15. 36	7. 48	XIV	24		65. 54	0. 44
III	13 $\frac{1}{2}$	23. 8	7. 32	Días.				
IV	14	29. 49	6. 41		Los de la Zona fría Arctica.	Los de la Zona fría Antártica.		
V	14 $\frac{1}{2}$	35. 35	5. 46					
VI	15	40. 32	4. 57	XV	31.	30	66. 53	0. 59
VII	15 $\frac{1}{2}$	44. 42	4. 10	XVI	62.	60	69. 30	2. 37
VIII	16	48. 15	3. 33	XVII	93.	89	73. 0	3. 30
IX	17	53. 46	5. 31	XVIII	124.	120	78. 6	5. 6
X	18	57. 44	3. 58	XIX	156.	150	84. 0	5. 54
XI	19	60. 39	2. 55	XX	188.	178	90. 0	6. 0
XII	20	62. 44	2. 05					

El ser muy distintas las apariencias que se ofrecían á los Observadores al considerar los aspectos de los cielos desde puntos que tenían diferentes líneas de zenit-nadir, y diversos horizontes, dió lugar á que se indagasen las propiedades, que para ellos presentaban la carrera aparente del sol, el eje universal, ó del mundo, y la posición de los círculos máximos que se habían imaginado.

Originándose del movimiento de rotación el que parezca á los habitantes de la tierra, que un as-

tro se levanta, sube á su zenit y se esconde por el ocaso, solamente atendiéron estos en el principio á inquirir el tiempo que se empleaba en esta revolucion, ó movimiento. Quando volviéron á ver en su zenit al cabo de algunas horas al astro, que se habia observado el dia antes, y quando se hizo repetidas veces la misma observacion, no solo con él, sino tambien con el sol y las estrellss, señalaron límites, ó prefixaron á la revolucion entera de los cuerpos celestes un tiempo determinado; y como en este ínterin se verificaba siempre la alternativa de luz y obscuridad, se facilitó por su medio el hallazgo de las propiedades correspondientes á la colocacion del zenit y nadir, y de los horizontes respecto á la tierra y á la esfera de las estrellas.

Entónces se alcanzó á ver, que los que se hallan precisamente baxo de los polos, miran al exe del mundo como linea de su zenit-nadir, y como su horizonte al equador; pues no encontrándose en otro círculo las qualidades que convienen á su horizonte, se identificaba con el equador. En este caso era forzoso el que ya no pudiesen ver al sol, sino en el tiempo que describe los seis signos de la eclíptica, que se alejan del equador hácia su polo (zenit en esta posicion de la esfera). Seria noche por consiguiente para ellos el tiempo que emplease el movimiento aparente de este astro en andar los otros seis signos, que caen baxo del equador, ó de su horizonte. Debe ser, pues, de un año su dia total, quedándoles seis meses de presencia del sol sobre su horizonte, y seis de ausencia debaxo de él, que es con corta diferencia el tiempo que emplea este astro en correr los seis signos

Fig.

Fig. de cada parte. No seran por su zenit los giros que el sol aparenta dar : todos irán siendo paralelos al horizonte, tanto al adelantarse hácia el trópico vecino, como al retroceder; ó bien serán *Círculos Almicantarats*, que son unos círculos menores paralelos al horizonte, que sirven para indicar la altura que tienen sobre él los astros : seran por consiguiente muy obliquos los rayos que dirija el sol á los habitantes de esta parte ; pues nunca puede pasar de $23^{\circ} 28\frac{1}{4}'$ la altura mayor de este astro sobre su horizonte. A esta posicion de la tierra y esfera celeste llamaron *Esfera paralela* los Geógrafos ; y se adoptó la denominacion.

Ya se presentaba con otras propiedades la situacion de los que habitan baxo de los círculos polares. Viéron que no era el equador su horizonte, ni el exe del mundo su linea zenit-nadir ; pero como los extremos del exe de la eclíptica habian producido estos círculos, él fué reconocido por la linea zenit-nadir de estos pueblos, y la eclíptica por su horizonte, á causa de que solo en ella podian verificarse las qualidades de horizonte respecto de esta situacion. En este caso el equador y todos sus paralelos era preciso que fuesen cortados obliquamente por el horizonte, y como por consecuencia cortada en desiguales partes la diaria aparente carrera del sol, hasta que al describir los trópicos (que no los podia cortar este horizonte, pues le tocaban en un solo punto) se les presentase todo un giro diurno del sol, ó toda una ausencia. Como el tocar los trópicos á la eclíptica en un punto, es causa de esta continuada presencia, ó ausencia del sol, durante un dia entero, ó una revolucion total, debe suceder aquella quan-

do se halle el sol en el vecino trópico, y esta en el mas lejano, ú opuesto; y solo tendran estos habitantes los dias iguales á las noches, quando el aparente movimiento del sol describa el equador, que es el único círculo, ó giro de este lumínar cortado por su horizonte (la eclíptica) en dos partes iguales. Fig.

Solo en tener un dia de 24 horas, ó de un giro entero del sol, y una noche de igual duracion no convienen los moradores de las zonas templadas, esto es, los que se hallan entre los trópicos y círculos polares, con los que habitan baxo de estos círculos. Todos los giros diurnos del sol paralelos al equador, se hallaron cortados por el horizonte de estos habitantes en partes desiguales, y solamente al pasar el movimiento aparente de este astro por el equador lograron el dia igual á la noche. Se observó pues, que crecian, ó menguaban los demas á proporcion que era mayor la desigualdad de las porciones cortadas por el horizonte. La mayor de todas se verificó en el trópico mas vecino, y resultaron de este tan desigual corte el dia mayor, y la noche menor de quantos experimentaban los de un emisferio. Todo lo contrario les sucedió en el opuesto trópico, porque el giro que daba el sol, quando se hallaba en él, era cortado en partes muy desiguales, de las que solamente se dexaba ver la mas reducida, resultando de aquí el menor dia que experimentaban estos habitantes, y la noche de mas larga duracion.

Con sola la diferencia de que los habitantes de los trópicos y de los climas contenidos entre estos y el equador, ó bien de la distancia que media entre estos dos círculos, miran una vez los primeros y dos

Fig. los otros al sol perpendicularmente sobre sí, tambien siguen á los de las zonas templadas en las propiedades de que quede descubierto sobre el horizonte el un polo, y encubierto baxo de él el otro, y de que sean cortados obliquamente por su horizonte los paralelos al equador que describe el aparente movimiento del sol: tales son los efectos que experimentaron todos estos habitantes, que tienen tambien iguales los dias á las noches, quando pasa el sol por el equador: circunstancia, que verificada en todos los puntos de la esfera, excepto en los polos, hizo dar el nombre de *Equinoccial* á este círculo máximo, que iguala el dia á la noche para todos los habitantes de la tierra. Los Geógrafos llamaron *Esfera obliqua* á la situacion de todos estos puntos, cuyos horizontes cortan obliquamente al equador y á sus paralelos: se ha admitido esta denominacion y baxo de ella la misma idea.

Los habitantes del equador experimentaron efectos bien encontrados: vieron que el sol pasaba dos veces sobre ellos mientras andaba su movimiento aparente la distancia entre los trópicos, y que sus noches eran siempre iguales á los dias. Era preciso que el equador y todos sus paralelos fuesen cortados por medio y en ángulos rectos por su horizonte, y que los polos del exe comun, ó del mundo descansaran sobre el mismo horizonte. El exe de este, ó la linea zenit-nadir debia por consiguiente ser un diámetro del equador. *Esfera recta* llamaron los Geógrafos á esta situacion, y fué seguido el concepto y su nombre. Como las estrellas y demas cuerpos son arrebatados al parecer con el mismo movimiento con que se mueve

el sol, es consiguiente el que ocasionen diferencia en el modo de observar sus giros las tres situaciones de la esfera, que acaban de explicarse. Fig.

Sin mas artificio que el haber dado diferentes líneas de zenit-nadir y sus correspondientes horizontes á los diversos puntos, que ocupan los hombres en la superficie del globo, y haber obligado á este, (en fuerza de las leyes y propiedades, conocidas, ó impresas en la materia) á que gire por la eclíptica al rededor del sol, y sobre su eje con el movimiento de rotacion, sujetó tan precisa y sencillamente todas las vicisitudes y movimientos del universo el Supremo y Sabio Hacedor de todas las cosas.

No se explicarán tan facil y geométricamente, ni pueden concebirse estos movimientos del sol y de las estrellas á que los obligan el sistema de Ptolomeo, y el que se llamó *Compuesto*, por ser el mismo sistema corregido y aumentado. Y si no, prescindiendo de lo imposible que es el movimiento, que deberian llevar las estrellas (como queda indicado) ¿qué causa puede tener, ó qué impulso para tardar el mismo tiempo en concluir el giro al rededor del equador, como en finalizar el del trópico, siendo mucho menor la circunferencia de este? ¿Quien es el que le detiene nueve dias mas en andar la distancia contenida entre el equador y el trópico del Cangrejo, siendo igual á la que hay al del Capricornio, ó seis signes iguales los que llenan las dos distancias desde el equador á los trópicos? Finalmente ¿qué mecanismo, ó qué impulso es el que obliga al sol, ó le da fuerza para ladearse todos los dias, y adelantar un grado en la eclíptica?

Fig. No deben contentarse con suposiciones destituidas de fundamento, y ajenas de razon los que pretenden buscarla, y solicitan primero quando han de dar asenso á las ideas de otro, la conviccion de sus entendimientos.

C A P I T U L O IV.

Uso y utilidades de las consecuencias dimanadas del sistema del mundo.

Apenas se habia figurado el hombre la distribucion de los puntos que le mostraban en la esfera de las estrellas el movimiento aparente del sol y demas astros, quando para lograr un uso ventajoso de los conocimientos adquiridos, forjó esferas, ó globos, que representasen el cielo, la tierra y los cortes, ó situacion de los círculos observados.

17.^a En la esfera celeste (Fig. 17) dibuxó todos los círculos y los signos, segun el orden y respectiva situacion con que se manifiestan en las diarias y anuas revoluciones.

22.^a En la terrestre la variedad de climas, zonas, longitud y latitud de los diversos parages de la superficie del globo que habitamos (Fig. 22), y las separaciones mas conducentes para una especificada descripcion de sus partes.

18.^a 23.^a En una esfera mixta (Fig. 18, 23) llamada *Armillar*, puso en fin la idea de los movimientos con que giran los astros y la tierra, formando una bóveda, ó artesonado de círculos y órbitas, que dan á entender con sus direcciones las que siguen en el espacio inmenso los planetas y cuerpos celestes.

Entónces fué quando á proporcion de las averiguaciones, que intentaban los Observadores, se vieron los polos, la eclíptica, el equador y su mutua obliquidad, los climas, ó fajas que ciñen la tierra, el exe de esta, los meridianos, el horizonte, el zenit y nadir, y finalmente otros puntos de la esfera acompañados de nuevas qualidades, que extendian, é hicieron facil el conocimiento de estas partes, tan esenciales para el progreso de los conocimientos humanos.

Las estrellas y astros, que solamente habian presentado las propiedades de su longitud y latitud, ya mostraron otras en sus ascensiones recta y obliqua. La primera de estas se vió marcada por el meridiano, que pasando por el astro (quando no se hallaba en el equador) cortaba á este círculo en un punto, la distancia desde el qual al elegido en el primero del Carnero, ó en el primer grado de este signo, fué llamada *Ascension recta* del astro, señalada con un arco, ó con grados del equador. La segunda *la Ascension obliqua* fué indicada igualmente con grados del equador, pero con la diferencia que el arco, ó medida debia contarse entre el primer punto del Carnero, y el que resultaba marcado en el mismo círculo máximo por el punto que toca al horizonte al levantarse sobre él la estrella, ó astro; y así en las (Fig. 19 y 20), siendo la doble raya el horizonte, E Q el equador, A, B sus polos, C el punto primero del Carnero, S la situacion del astro, la porcion de equador C R en la figura 19, y la C R del mismo en la 20, serán en aquella la ascension recta, y en esta la obliqua del astro.

Fig.

19.^a 20.^a

Fig. Por este medio lograron los Meridianos indicar las ascenciones rectas, y el horizonte las obliquas en la esfera de esta denominacion; y como podia el astro alejarse del equador mas y mas, á la porcion SR de meridiano comprehendida entre el equador y el astro (Fig. 19, 20), atribuyeron las graduaciones de los respectivos desvios, ó declinacion de los astros: crecia, pues, la declinacion de los cuerpos celestes con los grados del arco que la mostraba. Adquirieron esta propiedad mas los Meridianos y fueron llamados *Círculos de declinacion*.

19.^a 20.^a

Como los meridianos con su encuentro cortaban al equador perpendicularmente, dividiéndolo en muchas partes, de las cuales cada una necesitaba cierto tiempo para correr, ó ir ganando lugar al paso que se movia la tierra sobre su exe, ocurrió trazar 12 de estos meridianos igualmente distantes entre sí, cuyos semicírculos dividiesen en 24 partes iguales la redondez del equador; de donde por ser preciso que cada una ganase 24 lugares para volver (fenecida una entera revolucion) al parage que tuvo al emprenderla, resultó dividida esta revolucion, ó el tiempo en que se hacia en 24 partes iguales, esto es, el dia total, que emplea cada revolucion de la tierra sobre su exe, en 24 horas: con lo que pudieron llamarse tambien *Círculos horarios* los que al principio fueron meridianos solamente. Convenia atender al movimiento de las subdivisiones, que podian hacerse de cada una de las 24 partes iguales del equador, y fué indispensable dividir la medida del tiempo, ó la hora en partes menores, es á saber en minutos y segundos, y se verificó la particion de la hora en 60 de los

primeros, cada uno de estos en 60", y así al infinito; subdividiéndose de 60 en 60. Fig.

Por medio de las ascensiones, declinacion, longitud y latitud, atribuidas á los astros, fué asequible y facil colocar en las esferas y cartas celestes todos los astros, signos, ó constelaciones, que se notaban en los cielos. Aun en las terrestres produxeron crecidas ventajas estas propiedades: de ellas se tratará mas adelante. Con los meridianos se señalaron tambien las elevaciones, ó alturas meridianas del sol y demás astros sobre el horizonte, las quales fueron medidas con los arcos, ó porciones del meridiano, interceptadas entre la situacion del astro y el horizonte.

Nuevas qualidades se hallaron en el horizonte, útiles para la esfera celeste y para el globo que habitamos. El arco de horizonte que mediaba entre el equador, y el punto por donde subia el astro á ser visto, se llamó *Amplitud ortiva*, y *Occidua* la opuesta porcion del mismo horizonte, comprehendida entre el equador y el punto del ocaso del astro. Vieron que en el horizonte debian marcarse los verdaderos puntos de oriente y occidente, y resultó el que lograsen esta denominacion los dos puntos en que era cortada por el equador y los verticales primarios, ó círculos azimutales, que desde el zenit pasan cortando perpendicularmente al horizonte. El vertical meridiano, ó los polos del mundo por donde pasa, marcaron sobre el horizonte los puntos norte y sur, distantes 90° de los oriente y occidente. Estos quadrantes podian ser divididos en ocho, ó mas partes por los círculos azimutales, y en efecto los consideraron así, con lo

Fig. 24.^a 26.^a que resultó dividida en treinta y dos partes, direcciones, ó rumbos la circunferencia del horizonte: en igual número de rumbos se dividieron los distintos caminos que siguen los vientos, y se formáron las rosas náuticas, ó brújulas que conocemos. Todos lograron su denominacion (Fig. 24, 26) y fué muy útil el que se distinguieran.

En las observaciones de la luna y de algunos cuerpos celestes, no tan lejanos como la esfera de las estrellas, se notó que la distancia desde la superficie al centro de la tierra causaba algun error (ó paralage) en las observaciones: fué preciso ya desde aquel momento considerar dos horizontes, el racional y el sensible: el primero siguiendo las propiedades ya explicadas, y el segundo á mas de las dichas la de indicar el alcance y extension de nuestra vista debil como los demas sentidos. Este mirar el astro desde diferentes puntos habia de representarlo en diversa situacion, ó parage de los cielos; y el ángulo, ó arco, que anunciaba esta diferencia, sirvió para exquisitas averiguaciones sobre las distancias de los cuerpos celestes.

Por medio de los círculos paralelos al equador, ó de las fajas ocasionadas por la diaria revolucion, se facilitó el marcar las situaciones de todos los puntos celestes, como tambien por medio de los círculos llamados *Verticales*, y de *Posicion*.

Finalmente con las observaciones y práctica de las ideas adquiridas se llegó á conocer aquel tardísimo movimiento, que tiene el exe de la tierra al rededor del de la eclíptica, el qual es la causa y origen de la *Precesion* de los equinoccios baxo las estrellas del signo Peces. Los equinoccios,

ó nodos formados por la seccion comun de la eclíptica y equador, moviéndose con direccion encontrada á la de la tierra en 25000 años, ó algo mas acababan de recorrer todos los puntos de la eclíptica. Trescientos y noventa años antes de nuestra era aun sucedia el equinoccio en la primera estrella del Carnero, y hoy se verifica baxo la primera de los Peces: esta diferencia que es la duodécima parte de la circunferencia, ha necesitado 2100 y mas años de este tardo movimiento. A este movimiento tardo, que aparentaban seguir las estrellas, se agregó el de *Aberracion*, tambien aparente, y se reduce á los efectos que debe ocasionar la combinacion de la luz con el movimiento del que la observa. Es arrastrado con la tierra el que mira á una estrella, y aunque se hace casi insensible toda su órbita respecto de la distancia á las estrellas, con todo la situacion en los distintos puntos de ella, ocasiona alguna variedad en la direccion de los rayos de luz: pequeña á la verdad, pero que es sensible y se conoce baxo el nombre de *Aberracion*.

Fig.

No bastaba el haber colocado en la eclíptica los 12 signos para poder decir en qual de ellos se encontraba el sol en tal dia señalado del mes, ó año, y se vió que era indispensable ajustar el tiempo civil al astronómico, ó al riguroso, que emplean en sus revoluciones los cuerpos celestes. Entonces fué preciso determinar los dias en que entraba el aparente movimiento del sol en las constelaciones del zodiaco celeste; el tiempo que empleaba la luna en la revolucion en su órbita; el que consumia el sol en andar el espacio entre los trópicos; y en fin el que

Fig. se observaba en las estrellas, fixando con esto límites ciertos al día, mes y año, ó á la duracion de los movimientos de la tierra y planetas, y á los aparentes de los demas cuerpos celestes.

Mas continua era la presencia del sol, y mayor su brillantez que la de la luna y la de los otros planetas, mas importantes sus influxos, y mas regulares sus movimientos, no fué mucho el que los hombres atendiesen á los giros aparentes del sol con preferencia á todos los otros. Una revolucion entera, que la tierra dió sobre su exe, les hizo creer que el sol habia descrito (envolviendo con su movimiento el suelo que pisaban) un círculo entero, del que solamente veían la mitad. Repetidas veces se observó el mismo giro, y conocieron que empleaba siempre igual tiempo, ó duracion de instantes y le dieron nombre. Llamaron *Día* á la tardanza del sol en volver al mismo parage de donde habia salido; y como en su carrera lo veían ocupar puntos diferentes, dividieron en arcos diurno y nocturno sus movimientos: el meridiano que cortaba ambos arcos del círculo, que correspondia á cada Observador, señaló las mitades de su día y de su noche, diciéndose *subir* el arrimarse al meridiano, y *baxar* el movimiento del sol hácia el ocaso.

Quando á mas de este movimiento advirtieron que el sol con direccion distinta se alejaba unas veces de su zenit, ó cabeza, y que otras se acercaba, observando una ley constante en sus vicisitudes, miraron con atencion sus pasos y solamente al cabo de 360 dias, ó pocos mas, creyeron que volvía á tocar el punto desde donde habia empezado su movimiento. Como que no habia salido

de la eclíptica su giro, y que baxo de un signo salia 30 dias consecutivos, dividieron en doce partes (aplicándolas á los doce signos de este círculo máximo) la revolucion total. Denomináronla con la voz *Año* y las divisiones con la de *Meses*.

De la mayor atencion y acierto de algunos Pueblos, y de la desemejanza con que observó cada uno estos movimientos del sol, resultáron entre las gentes años de diferentes duraciones. Los Egipcios lo hicieron de 360 dias, pero se veian precisados á intercalar cinco mas, y aun con todo al cabo de algunos años perdian dias y meses, ó considerables partes de tiempo.

Los Romanos y otras naciones se manejaron tambien con alguna equivocacion en sus años, hasta que Julio Cesar reduxo la duracion del año á 365 dias, añadiendo uno mas de quatro en quatro que se llamó *Bis-Sextil* (entre nosotros *Bisiesto*); porque se hacia la intercalacion de este dia con el nombre de *Bis Sexto Kal. Mart.* No bastó esta correccion: al paso que crecian los conocimientos astronómicos entre las gentes se aumentaron los recursos para averiguar los movimientos de los cuerpos celestes. Llegó á ser considerable el error que se observaba en la medida del tiempo; y Gregorio XIII. en el año de mil quinientos ochenta y dos, juntahdo los mayores y mas sabios Astrónomos de aquel tiempo, logró asignar unos límites tan acertados, que regirán por muchos años sin necesidad de nuevo arreglo.

Estos límites se reduxeron á corregir la suposicion hecha por Julio Cesar sobre la duracion del año. Este le habia dado 365 dias y 6 horas, siendo

Fig.

Fig. así que no tiene mas que 365 dias, 5 horas, 48' y 48"; con lo que en cada año bisiesto añadía mas de lo justo 44' y 48", el qual exceso, repetido veinte y cinco veces, ó durante un siglo, ascendia á 18 horas y 40'. Gregorio XIII. dispuso que fuese año comun y no bisiesto el centenar, que debia serlo por el establecimiento de Julio Cesar; pero como resultaba ser demasíadamente fuerte, ó excesiva de 5 horas y 20' la supresion del bisiesto en cada año centenar, fué preciso dexar tres años centenares consecutivos sin bisiesto, y concedérselo al quarto, de donde ha resultado que siendo años comunes los 1700, 1800, y 1900, sea bisiesto el de 2000.

No todos los Pueblos han admitido la *Correccion Gregoriana* (así se llamó el último arreglo, dado á la duracion del año por la solicitud y cuidados del Papa Gregorio XIII), y se diferencia su modo de contar del nuestro en las voces *Estilo antiguo* y *Estilo moderno*. Los que siguen el antiguo estilo, ó la disposicion de Julio Cesar, cuentan 11 dias menos que nosotros, y serán 12 en el siglo XIX.

En el modo de empezar á contar la diaria aparente revolucion del sol, hubo tambien diferencia entre las naciones. Los Hebreos y Asirios tomaron como principio de este movimiento la hora en que salía el sol por su horizonte, y fué seguida esta distribucion por otros Pueblos. Los Italianos y Bohemios la hora en que se ponía el sol; y los restantes Pueblos Europeos empezaron á contar su dia desde la media noche, que es precisamente quando no pueden ver al sol. Es diferente de todos estos el dia astronómico.

Todos admitieron 24 horas en el dia, contán-

dolas seguidamente algunos, como los Italianos, y dividiéndolas otros en dos partes de á 12 horas, como las demas Naciones Europeas y los Hebreos. Estos consideraban la diaria aparente revolucion del sol: primero dividida en quatro partes (que se contaban, la primera con el nombre de *Vigilia* desde que se ponía el sol hasta media noche; la segunda tambien con el mismo nombre, desde esta hora hasta que salía el sol; la tercera desde que salía el sol hasta medio dia; y la quarta desde esta hora hasta ponerse el sol): y segundo cada dos de las vigiliass y partes del dia y de la noche en 12 horas, que solamente podian ser iguales en los equinoccios. De aquí se infiere, que quando se habla en los Libros Sagrados y particularmente en el Nuevo Testamento de la Pasion de nuestro Redentor, por la hora sexta debemos entender las 12 del medio dia, las tres de la tarde por la nona, y por la tercia en fin las nueve de la mañana. La Iglesia cuenta aun hoy para la distribucion de su rezo y horas con el mismo orden.

Tan finos son, tan á propósito para las delicadas observaciones los instrumentos de que se valen los Astrónomos modernos, que (apoyados ademas en el conocimiento de las irregularidades, á que debe sujetar los movimientos de los planetas el orden en que estan colocados y su mutua atraccion) han podido graduar no solo la duracion del movimiento que la tierra hace en torno de su exe, sino la de su movimiento periódico al rededor del sol, y la del que lleva la luna en su órbita.

En la rotacion diaria y carretera anua de la tierra han notado: primero, que una vez tarda mas

Fig. de 24 horas en aquella y otras menos : segundo, que emplea mas tiempo en algunos signos que en otros ; y tercero , que acaba con alguna desigualdad la vuelta de su órbita , desigualdad que asciende á cerca de 7'. Han discurrido, pues , un movimiento medio entre las variedades que tienen las revoluciones , ó giros de la tierra , y con asignar al dia 23 horas 56' 4" y 6"', sujetan , ó remedian para facilitar sus cálculos las desigualdades indicadas. A la diferencia entre 24 horas y el tiempo medio llaman *Equacion del tiempo* , ó de los relóxes , porque deben construirse con atencion á este arreglo para que sean exáctos. Se tiene la equacion del tiempo, dividiendo en dias de horas iguales todo el tiempo que emplea en volver al equinoccio el movimiento aparente del sol.

Han averiguado igualmente que en 27 dias , 7 horas y 43' , acaba la luna su revolucion en la órbita (que casi tiene por centro á la tierra) con la que aun no queda en conjuncion , sino al cabo de otros dos dias y algo mas por los grados que anduvo la tierra en el ínterin. De donde un mes lunar sencillo es de 27 dias , 7 horas y 43' ; pero el que se llama *Lunacion* , ó *Mes sinódico* , porque se cumple al verificarse la conjuncion de 29 dias , 12 horas y casi 44'.

Como son doce las vueltas que da en su órbita la luna , mientras la tierra concluye en la suya una revolucion , se cuentan dos géneros de años , el uno solar , y año lunar el otro. El año solar , ó es trópico , ó sidereo : el tiempo que emplea la tierra en finalizar su órbita , ó el aparente movimiento del sol en volver á la estrella de donde

emprendió su carrera , se llama *Siderco* y es de Fig. 365, dias, 6 horas 9' y 14" con poca diferencia; pero se dice *Trópico*, ó *Civil* el que emplea el aparente movimiento del sol en andar la distancia entre los trópicos, y es de 365 dias, 5 horas y 49' con poca diferencia. De la comparacion de estos dos géneros de año resultáron varios cálculos; por exemplo el Aureo número, la Epacta &c. pues no siendo bastantes para llenar, ó componer el año solar las doce lunaciones sinódicas, que constituyen el año lunar, se hace forzoso el que no se verifiquen á la misma hora y dias del mes con poca diferencia las mismas fases de la luna, sino al cabo de 19 años de 365 dias y un cuarto. A este período llamáron *Ciclo de oro*, ó de la luna, ó *Aureo número*, y se halla facilmente para qualquier año que se quiera solo con añadir una unidad al número que expresa el año, y partir la suma despues por doce, tomando la resta que queda, despreciado el cociente. Se añade una unidad, porque habia ya un año para esta cuenta, quando empezó nuestra era.

La epacta es un número que indica en cada año la edad que tenia la luna á fin del próximo pasado. Como en cada año aumenta casi de 11 dias la edad de la luna, ó la epacta, para tener la que corresponde al aureo número, se quitará de este la unidad, y multiplicando lo que queda por once, si se quita del producto el número treinta tantas veces como quepa, el residuo será la epacta que se buscaba. Se quita el treinta, aunque es solamente de $29\frac{1}{2}$ dias cada lunacion sinódica, porque no se exige rigor en estas operaciones, que necesitan alguna modificacion de siglo en siglo por el bisiesto

Fig. que se omite. Los demas cómputos no producen tan inmediatas utilidades como estos, y así se omiten por no ir contra la brevedad, que miramos como un objeto principal en nuestros razonamientos.

Adquiridas estas nociones, ya no pudo ocurrir dificultad en asignar los dias, en que el sol entra á correr cada uno de los doce signos del Zodiaco con su aparente movimiento, ni en establecer el tiempo de las diversas estaciones, que experimentan segun su situacion los habitantes de la superficie terrestre. A veinte de Marzo y veinte y dos de Septiembre se fixaron con poca diferencia los dias, en que el sol entra en el primer grado del Carnero, y en el de la Balanza, que son los puntos equinocciales y en los que empiezan la Primavera y el Otoño. A veinte y uno de Junio y veinte y uno de Diciembre con poca diferencia los que señalaban su entrada en los primeros grados del Cangrejo y del signo Capricornio, ó en los puntos Solsticiales, que dan principio al Verano, é Invierno; y para el ingreso en los demas signos los que indica la tabla siguiente.

T A B L A

Que indica los dias en que entra el sol en los signos de la eclíptica.

El Carnero	♈	Marzo del 19 al 20.	{	La Balanza	♎	desde 22 al 23 de Sept.	
El Toro	♉	Abril . . . 19.. 20.		El Escorpion	♏	 23. 24 de Oct.	
Los Gemelos	{	♊		El Sagitario	♐	 21. 22 Nov.	
ó Mellizos				El Capri-	{	♑	 21. 22 Diciem.
El Cangrejo	♋	Junio.... 21. 22.		cornio			
El Leon	♌	Julio.... 22. 23.	{	El Aquario	♒	 19. 20 Enero.	
La Doncella,	{	♍		ó Aguador	♓	 18. 19 Febre.	
ó Virgen				Los Peces	♐	 18. 19 Febre.	

Al ver que el sol empieza su carrera desde el veinte de Marzo, y el no principiar el año con la renovacion del movimiento anuo de este astro, parece que es consecuencia de haber variado el principio del año de los Romanos su segundo Rey Numa Pompilio, añadiendo los meses de Enero y Febrero que antes no habia. Con este aumento lo dexó Julio César, y ha venido hasta nosotros la costumbre de contar el año como lo contaban ellos; á lo que han contribuido eficazmente las órdenes de los Príncipes, como sucedió en Francia y en otros Reynos.

Las diferentes combinaciones, que han hecho los pueblos con los años para arreglar sus estatutos, ceremonias de Religion y costumbres, diéron origen á varias divisiones del tiempo baxo los nombres de *Siglo*, *Lustro*, *Olimpiada* &c. y cada Nacion empezó á contar á su manera estas divisiones. Los Egipcios tomaron el principio de su año desde que entraba el sol en el trópico del Cangrejo, y otras gentes tuvieron un principio diferente. Las significaciones de este género de períodos de

Fig. tiempo, como tambien los pueblos, entre quienes se viéron usados, son conocidos, y nadie ignora que la voz siglo usada en el dia, encierra el espacio de cien años: que el lustro, division de los Romanos, admitida alguna vez entre nosotros, contiene el espacio de cinco años; y que con el nombre de olimpiada se entendió un período de quatro años, al cabo de los cuales volvian á celebrar sus juegos olímpicos las Ciudades de Grecia.

Despues de estar ya en uso los conocimientos indicados, quando los hombres viéron su utilidad, no solamente indagaron las distancias y movimiento de los cuerpos celestes, representando con la perfeccion que notamos, las posiciones de los astros y de las estrellas que entran en cada signo, sino que hiciéron casi general y muy fácil la noticia de nuestro globo por medio de las esferas artificiales, cartas geográficas y dibuxos, que lo representan con propiedad, é igualmente asequibles las ideas de la situacion de los cuerpos celestes y sus magnitudes por medio tambien de esferas, planisferios celestes, y aplicaciones que se hiciéron de las propiedades averiguadas. Mas adelante pensamos manifestar los métodos de construir estos planisferios y esferas celestes, indicando su uso, y en la parte segunda el de las cartas, ó representaciones de la tierra y su construccion. Mas, antes que se verifique esto, no juzgamos ageno de nuestro intento mostrar el modo con que se subió á tan útiles conocimientos, y al logro de resolver con facilidad los fenómenos, que resultan de los movimientos, que siguen constantemente los cuerpos celestes en nuestro sistema. A este fin se dirigen las siguientes questões.

Conocidos todos los efectos y leyes del movimiento de los cuerpos que giran al rededor de un centro de gravitacion, se desea averiguar las masas de los cuerpos celestes que se mueven en torno del sol, y específicamente la de Venus.

Sentada la ley de que los cuerpos que atraen son como los cubos de los diámetros de las revoluciones, ú órbitas de los que giran en torno, ó como los cubos de las distancias al cuerpo central partidos por los quadrados de los tiempos periódicos, que emplean en sus revoluciones, ya no resta mas que hacer la aplicacion de esta doctrina al caso propuesto. Siendo, pues, conocida la distancia entre Venus y su satélite (admitido el que lo tenga en los términos que se indicaron en el cap. IIº.) y tambien el tiempo de la revolucion de ambos, igualmente que la separacion, que media entre el sol y Venus, considerando el movimiento de este planeta al rededor del sol, y el del satélite al rededor de Venus, como sucede, supóngase.

$a = 5394$ horas del tiempo que emplea Venus en acabar su órbita.

$b = 223$ horas del tiempo que emplea el satélite en la suya.

$c = 723$ partes de las milesimas en que se consideró dividida la distancia del sol á Venus.

$d = 3,054$ de estas mismas partes que dista de Venus su satélite.

$S =$ la masa del sol, y $V =$ la masa de Venus,

será $S:V::\frac{c^3}{a^2}:\frac{d^3}{b^2}$, y substituyendo sus valores se

tendrá la razon en que estan las masas del sol y de Venus, la qual segun estos datos seria de 22789, 5 : 1. Poo

Fig. igual método se descubren las masas de los demas planetas.

Como ademas del conocimiento de las relaciones que tienen entre sí las masas, alcanzaron tambien los Astrónomos las que hay entre los diámetros de los cuerpos celestes, fué fácil hallar sus densidades, dividiendo nuevamente por el diámetro el cociente, que indicaba la gravedad respectiva en las superficies: gravedad que resulta de partir por los quadradados de sus respectivos diámetros las masas halladas.

Se quieren averiguar las distancias que separan entre sí, y del sol á los planetas y señaladamente á la tierra.

25.^a Sabida la paralaxe horizontal del sol, que es $8''$ y $30'''$ segun las últimas observaciones del paso de Venus por el disco del sol, y considerándose (Fig. 25) representada esta paralaxe con el ángulo $HKY = RKS$: sabido ademas el valor, ó extension del radio de la tierra: en el triángulo HKY resultan conocidos el ángulo en H recto, el en K de $8'' 30'''$, el tercero en Y de $89^\circ, 59', 51'', 30'''$. con lo que será fácil averiguar el lado YK ; haciendo la operacion por las reglas explicadas en la Trigonometría, resultará la expresada distancia en varas, toesas, leguas, ú otra qualquier medida, que se haya elegido para exprésar el semidiámetro de la tierra. Así se halló que la distancia que nos separa del sol es $23157237, 928$, ó bien 23157238 leguas de 8000 varas cada una, ó 185257904000 varas de Castilla. Como esta distancia, dividida en 1000 , fué la que sirvió para indicar las respectivas á que se hallan del centro comun los planetas, será fácil el indicar en leguas, varas castellanas, ú otra medida las dis-

tancias que en el capítulo segundo se anunciaron por las partes milésimas, cuyo valor queda determinado en esta resolucion. Con este arbitrio se averigua quanto dista la luna de la tierra.

Repetida igual operacion con los demas planetas, ó bien dirigiéndose por la segunda ley de Keplero, será cosa obvia el asignar las distancias que los separan de nosotros, y del sol; como por exemplo

Dados los tiempos periódicos de la tierra y de Júpiter, averiguar la distancia de este al sol.

Conocida la que separa á la tierra del mismo astro y con los datos.

suponiendo $\left\{ \begin{array}{l} a = \text{tiempo periódico de la tierra} \\ b = \text{idem de Júpiter} \\ c = \text{distancia de la tierra al sol} \end{array} \right\}, y x$

la de Júpiter al mismo astro, resultará por la ley citada $a^3 : b^3 :: c^3 : x^3$; déense sus valores y quedará

en la expresion de $x = c \sqrt[3]{\frac{b^3}{a^3}}$ asignada la distancia

de Júpiter al sol. De esta segunda ley de Keplero se saca una de las demostraciones, que manifiestan que es imposible el movimiento del sol al rededor de la tierra; pues haciendo la proporcion como 729 (quadrado de 27) á 133225 (quadrado de 365) así 216000 (cubo de 60 semidiámetros que dista de la tierra la luna) á 39474074 (cubo de la distancia que resulta desde la tierra al sol), de cuya cantidad sacada la raiz cúbica, resultan 340,5 semidiámetros de la tierra por la distancia de esta al sol, distancia á lo ménos 68 veces menor que la observada por todos los Astrónomos, y la que demuestran las leyes de la mecánica.

De la aplicacion de semejantes propiedades sa-
x ij

Fig. có Guillermo Wisthon las noticias, que por medio de la siguiente tabla da en su leccion 7.^a de Astronomía.

T A B L A

Que manifiesta las distancias de los planetas al sol, sus diámetros y tiempo de su periódica revolucion.

<i>Distancias del sol en millas Inglesas.</i>		<i>Diametros en millas Inglesas.</i>	
Mercurio....	32000000	}	Mercurio..... 4240
Venus.....	59000000		Venus..... 7906
Tierra.....	81000000		Tierra..... 7935
Marte.....	123000000		Marte..... 4444
Júpiter.....	424000000		Júpiter..... 81155
Saturno.....	777000000		Saturno..... 67860
			Luna..... 2175

Revolucion total en su órbita

Dias Horas		Dias Horas		Dias Horas
Mercurio 87. 23	}	Tierra. 365... 6	}	Júpiter. 4333. 12 *
Venus. 224. 17		Marte. 686. 23		Saturno. 10759. 7

Por estos medios y otros de igual naturaleza se ha podido llegar á describir (sin dexar arbitrio á los desarreglos de la imaginacion) nuestro sistema en los términos, que se indicáron en el cap. II.^o Con no menor seguridad se formáron las esferas, ó globos artificiales, en que se descifran los movimientos, y se manifiesta la situacion de los cuerpos celestes por un medio que, aunque orgánico, se apoya sobre toda la certeza de la Geometría. Damos su construccion y uso en los párrafos siguientes.

* Puede haber alguna variedad en estas dimensiones por los adelantamientos á que ha llegado la Astronomía.

En la superficie de una esfera, ó bola de qualquier materia que sea, se quieren tener dibuxados todos los círculos y asterismos, ó signos, de suerte que por ella puedan explicarse los fenómenos astronómicos. Fig.

Tómense en la esfera dada dos puntos diametralmente opuestos, de los cuales se suspenda por medio de unos clavos, que pueden servir de extremos del exe, que se considera atravesar por ellos; sujétense en unos huecos, que para el intento deben estar fabricados en un círculo de bronce, que ha de servir de meridiano y contener dentro de sí á la esfera, sin que la prive el movimiento sobre su exe: este meridiano habrá de estar dividido en quatro quadrantes graduados, cuyos grados empiecen á contarse desde la mitad de cada semicírculo hácia los huecos en que apoya el exe de la esfera; puesta una punta, ó lapiz en el primero de estos grados, ó en el que dista 90° de los extremos del exe, ó de los polos (pues que los representan) se hará dar una vuelta entera sobre su exe á la esfera, y quedará descrito el equador, que conviene distinguir con doble raya; á la distancia de 23° y $29'$ de los polos se aplicará igualmente la punta, apoyándola contra el meridiano, y dando otra vuelta á la esfera, resultará uno de los círculos polares en cada parte. Como el exe de la eclíptica tiene sus extremos, ó sus polos baxo de estos círculos, sacando los clavos que suspendian á la esfera en los polos del equador, aplíquense á los de la eclíptica: múevase la esfera en esta situacion, y colocando la punta (destinada á señalar) en el primer grado, ó distancia de 90° de los extre-

Fig. mos del exe de la eclíptica, resultará marcada la eclíptica, que deberá señalarse igualmente con doble raya. Volviendo á colocar los clavos en los polos del equador, aplíquese el lapiz á los puntos, en que dista mas de este círculo máxîmo la eclíptica: muévase la esfera sobre su exe y se tendrán los dos trópicos distantes del equador tantos grados, como son los que forma la inclinacion de la eclíptica con el equador: los coluros se tendrán, colocando sucesivamente los puntos equinocciales y los de los solsticios baxo del meridiano, por cuyo plano se pasará el lapiz, ó punta de suerte que dexe rastro en la superficie de la esfera. Hecho esto, se tiene á mano una lista de las estrellas que entran en cada signo, y una noticia individual de su longitud, latitud, declinacion y ascensiones, y por este medio se irán colocando los signos y las correspondientes estrellas segun las nociones indicadas anteriormente; despues de lo qual se dibuxan las figuras con el cuidado de que cada una encierre el prefixado número de estrellas, ó la parte de cielo correspondiente.

Como seria molesto variar á cada instante los polos de la esfera, pasándolos del exe del equador al de la eclíptica, se hace para su uso, ó para suplir á los efectos que resultan de esta mudanza, un quadrante graduado de bronce con un encaxe á propósito para que corra por el meridiano ciñendo al globo, y se fixe quando convenga; el qual aplicado á los polos de la eclíptica, sirve para indicar las latitudes y longitud de las estrellas, ó cuerpos celestes, como tambien para mostrar los círculos verticales, ó el azimuth de cada astro,

quando se aplica al vértice, ó zenit correspondiente. Fig.

Añádese al un extremo del exe, ó polo del equador un círculo pequeño de bronce con una mano, ó aguja como de relox unida al exe del globo, y que conforme se mueve este, va señalando en él las horas, ó partes de las 24 iguales en que está dividido, y hace el servicio de los círculos horarios.

Toda esta armazon se encaxona en unas muescas, hechas expresamente dentro de un círculo ancho, que sirve de horizonte, el qual está sostenido sobre pilares en una disposicion proporcionada para que corte á la esfera en dos emisferios superior, é inferior: en este horizonte se marcan los vientos, ó rumbos; los doce signos de la eclíptica; los dias en que entra en ellos el sol; y la situacion, ó adelantamiento en que se hallan las estrellas de las doce constelaciones celestes respecto de las doce del mismo nombre situadas en la eclíptica artificial. Tambien se coloca en él una brújula, que sirve para dar al meridiano de bronce y al globo la situacion correspondiente al parage en que se observa.

Es de advertir que como varian la longitud y la situacion de las estrellas por su *aberracion* y *precesion de los equinoccios*, no puede ser perpetuo el uso de un globo hecho para tiempo determinado. Al cabo de setenta y dos años con poca diferencia mudan de un grado, y no puede pasar de siglo sin que sea muy sensible el error que se cometeria en la práctica y uso de él, á no tener mucho cuidado con los efectos de esta aberracion y precesion para corregirlos.

Puede dibuxarse la esfera celeste sobre un papel con tal órden que aplicado á un globo resulte,

Fig. la misma esfera artificial, sin necesidad de la molestia antecedente para lograrlo.

Hágase una armazon y globo del tamaño que se quiera: dénsese horizonte, meridiano, quadrante movable y graduado, círculo horario y polos como queda dicho; pero en vez de ir describiendo en la bola, ó globo los círculos y asterismos, tómese sobre un papel (Fig. 27) una recta AB igual á la circunferencia del globo elegido; divídase en doce partes iguales en los puntos 1, 2, 3 &c. y con la distancia de diez de ellas describáanse arcos, que pasen por todos los extremos de las divisiones, los quales se cortarán en los puntos D, E &c.: subdivídanse ademas en tres partes iguales, cada una de las quales valga diez de las treinta en que deben considerarse divididas las doce partes ya mencionadas, y desde los puntos D, E y de sus semejantes F, G, H, L que marcan, ó son el polo de cada parte, tírense líneas que representarán los meridianos que cortan al equador: desde los mismos puntos D, E y sus semejantes con distancia de 23° y $29'$, ó de las partes en que se subdividió la AB y que representan los 360° del equador, describáanse en cada division, ó area contenida por los delineados arcos, porciones de círculo, que quando se pegue el papel á la superficie de la bola, representarán los círculos polares: con la distancia de 66° y $31'$ desde los mismos puntos D, E , márquense otros arcos, que al unirse formarán los dos trópicos: elíjase en el equador AB el punto que mide las ascensiones; por estas y la declinacion de las estrellas váyanse colocando en las doce divisiones, areas, ó figuras curvilineas que resultaron, los asterismos, ó signos en que se ha-

llan las estrellas, dibuxando los animales y demas objetos, que les dan el nombre y despojadas del papel blanco que habia entre ellas, péguense sobre el dispuesto globo, y se tendrán los círculos y la colocacion de las estrellas en este globo, cubierto con las doce divisiones. Fig.

Se ha reconocido que no es muy exácta esta construccion por las alteraciones originadas de la humedad de la cola y de otros accidentes en la extension del papel, quando se sobrepone al globo. No obstante, en medio de que nos hemos propuesto dar en el capítulo que trate de la construccion de mapas y globos terrestres, el nuevo método mas admitido y exácto que el que acabamos de indicar, dexamos este para que se pueda formar una idea del modo y figura que tienen con poca diferencia los retazos con que se cubren las esferas.

Si se quisiere poner la eclíptica á fin de colocar en la esfera los astros por medio de su longitud, y latitudes, señálese sobre los correspondientes círculos de declinacion, empezando desde los puntos equinocciales ya elegidos, la declinacion que van adquiriendo los grados de la eclíptica hasta encontrarse con los trópicos; pásense dos curvas á los dos lados del equador, de suerte que toquen en todas las declinaciones asignadas, y resultará la eclíptica pedida. En el caso de querer colocar los signos, valiéndose de la longitud y latitudes de los astros, será mas fácil construir las doce divisiones, como hechas sobre la eclíptica y sus polos: entónces la linea A B, que fue antes equador, pasa á ser eclíptica, y á secundarios de esta los círculos que eran de declinacion. En este caso

Fig. señaladas las latitudes que tienen los grados del equador, resultará marcado este círculo si se pasan por ellas las curvas, que formáron antes la eclíptica.

En los emisferios, ó cartas celestes que representan la esfera de las estrellas, se observa esta última construccion; y como los círculos que las terminan son la misma eclíptica, se colocan en ellas los astros por medio de las noticias de su latitud y longitudes. Estas cartas, ó mapas celestes son dirigidos al mismo fin de hacer comprehensible la colocacion de los signos en los emisferios celestes; es útil por consiguiente su conocimiento, que se facilita haciéndose cargo que cada emisferio de estos no es mas que la pintura de una mitad del globo celeste, registrada desde el exe y vista interiormente, suponiéndose en el centro de este globo el observador. En el capítulo que trate de los Mapamundis y Cartas geográficas se anunciarán algunos de los principios en que se funda este modo de representar en un plano los distintos puntos situados en las superficies convexas de los globos.

Antes que se pase á hacer de esta esfera el uso ventajoso que proporciona, es indispensable dar noticia de algunos conocimientos, sin los que seria muy dificultoso el resolver muchas dudas que pueden ofrecerse: se manifiestan pues en las advertencias siguientes.

1.^a Debe saberse tomar la altura del sol, de los planetas y demas astros.

30.^a Entre varios métodos el regular es tener un cuadrante (Fig. 30), ó sector bien graduado, desde cuyo centro pende un hilo con un plomo al extremo; está colocado sobre un pie firme, y tiene

pínulas, ó anteojos, que faciliten el ver al astro mirado desde la circunferencia. Quando se descubre el objeto, los grados del quadrante interceptados entre el hilo y el lado por donde se observa, denotan en su complemento la altura del astro. Fig.

La delicadeza de los Astrónomos del dia halla mas precision en estas operaciones, que necesitan de una exâctitud suma: los Micrómetros, con que arman los sectores, ó quadrantes, y los delicados alambres que se cruzan en el centro de sus vidrios, son conseqüencia de su escrupulosidad, y aseguran mas y mas la exâctitud de las observaciones astronómicas.

En todas estas operaciones es indispensable tener presentes los efectos de la refraccion, (que aunque varía por las desigualdades de la atmósfera segun el tiempo y climas distintos, se sujeta en algun modo á límites conocidos) como tambien los de la paralaxe, que es distinta en cada astro, por ser diferentes las distancias á que se hallan, á fin de que se puedan quitar, ó restar de la altura tomada los de aquella (de la refraccion), y añadir los de esta (de la paralaxe) si se exigiere algun rigor en estas prácticas.

En la tabla siguiente se pueden ver los efectos que causa la refraccion en todas las alturas de los astros: se facilitarán por consiguiente con su uso las operaciones.

Fig.

T A B L A

De las refracciones de los astros en todos los grados de elevacion sobre el horizonte.

Altura Refraccion.	Altura Refracc ^o .	Altura Refracc ^o .	Altura Refracc ^o .	Altura Refracc ^o .	Altura Refracc ^o .	Altura Refracc ^o .
0°.32'.20	13°.4'.12	16°.2'.0	39°.1'.12	52°.0'.47	65°.0'.27	78°.0'.12
1.27.56	14.3.54	27.1.55	40.1.10	53.0.45	66.0.26	79.0.11
2.21.4	15.3.38	28.1.51	41.1.7	54.0.43	67.0.25	80.0.10
3.16.6	16.3.24	29.1.46	42.1.5	55.0.41	68.0.24	81.0.9
4.12.48	17.3.11	30.1.42	43.1.3	56.0.40	69.0.22	82.0.8
5.10.32	18.3.0	31.1.38	44.1.1	57.0.38	70.0.21	83.0.7
6.8.55	19.2.49	32.1.34	45.0.59	58.0.37	71.0.20	84.0.6
7.7.44	20.2.39	33.1.30	46.0.58	59.0.35	72.0.19	85.0.5
8.6.47	21.2.32	34.1.27	47.0.56	60.0.34	73.0.18	86.0.4
9.6.4	22.2.25	35.1.23	48.0.54	61.0.33	74.0.17	87.0.3
10.5.28	23.2.18	36.1.20	49.0.52	62.0.31	75.0.16	88.0.2
11.4.58	24.2.12	37.1.18	50.0.50	63.0.30	76.0.14	89.0.1
12.4.32	25.2.6	38.1.15	51.0.49	64.0.28	77.0.13	90.0.0

La aberracion de las estrellas y sus movimientos aparentes (efecto de las leyes de óptica y del movimiento de la tierra) descubiertos por el famoso Ingles Bradley, son asunto de consideracion en las observaciones semejantes, y nunca dexan de entrar en el cálculo de los sabios Observadores de nuestro tiempo.

Como el zenit de qualquier punto de la tierra está indicado por un aplomo, ó perpendicular á aquel horizonte, es mas segura aun la averiguacion de la altura dicha, restando de los 90°, que dista del horizonte el zenit, la distancia que tiene de este el astro, ó la estrella, cuya altura se busca. En esta operacion son menores las refracciones, las pa-

ralaxes y los demas alucinamientos, y por esta razon se prefiere este método. De él se han servido para hallar las amplitudes de los arcos de meridiano, que se midiéron con el fin de averiguar la verdadera figura de la tierra. Para concebir una idea exácta de la escrupulosidad, atencion á los engaños, que quedan anunciados, y precauciones indispensables que se toman para semejantes operaciones, véase el apreciable escrito del Excelentísimo Señor D. Jorge Juan, intitulado : *Observaciones Astronómicas y Físicas*.

Fig.

2.^a Trazar la meridiana en qualquier parage, que se elija para las observaciones, es una de las cosas que no deben ignorarse.

Esto se consigue de varias maneras; las mas usuales son : 1.^o por medio del quadrante, mirando hácia el mediodia, nótese la elevacion de una estrella sobre el horizonte en la parte oriental antes de llegar á su mayor altura, y sin mover del mismo parage el punto fixo del instrumento, ó la plomada; obsérvese quando llega la estrella á verse hácia la parte occidental por el mismo ángulo que se advirtió en la oriental, y quando esto se verifique córtese por medio con una recta el ángulo, que forman en el terreno las dos situaciones del plano del quadrante, y esta linea que debe pasar por el centro, ó punto en que estuvo el del instrumento, será la meridiana (Fig. 29). 2.^o en un plano que esté bien horizontal, trácense varios círculos (quando son de color se facilita mucho la operacion) y en el que fué centro de ellos levántese perpendicularmente (Fig. 28) un exe, ó estilo cuyo extremo no sea delgado, ó bien que tenga un agujero, ó hueco que dé paso á

29.^a

28.^a

Fig. los rayos del sol : algunas horas antes de medio dia nótese la sombra que el estilo va haciendo en los círculos , y despues de medio dia señálense igualmente las sombras que se verifiquen hácia la parte opuesta ; córtense por medio los arcos contenidos entre las señales de las sombras , y la recta que marca esta division pasando por el centro de los círculos , será la meridiana de aquel parage. 3.º tambien se señala con la brújula la meridiana; pero en este caso es indispensable atender á sus declinaciones, porque no en todas partes , ni en todos tiempos se dirige exáctamente al norte la aguja dada de iman, de donde será preciso valerse de alguna tabla que indique sus declinaciones, con cuyo auxilio , como se logra la correccion debida , se hace mas expedito este método : sírvense de él con frecuencia los Observadores , y por esta razon se hallan puestas las brújulas en los horizontes de los globos , ó esferas artificiales.

3.ª Es indispensable saber hallar el azimuth , ó ángulo azimuthal y las alturas horizontal y meridional del sol , planetas y demas astros.

31.ª Esto se logra con un instrumento que se reduce (Fig. 31) á un semicírculo graduado horizontal, en el centro del qual se levanta perpendicularmente á su plano un quadrante , tambien graduado y movable en su posicion recta por toda la circunferencia del semicírculo : el quadrante tiene una alidada con pínulas , ó anteojo , y por ella se observan las alturas al mismo tiempo que se notan los ángulos azimuthales en la porcion del semicírculo que intercepta el quadrante hácia oriente , ó poniente , segun donde estuviere el astro , que se deberá descubrir

por la alidada al mismo tiempo, lo que al verificarse dará en el quadrante la altura del astro y el azimut en el semicírculo horizontal. El quadrante hace en este instrumento el oficio de círculo vertical, y se debe advertir para su uso que el diámetro del semicírculo debe cortar á la meridiana en ángulos rectos, haciendo que coincida esta con el radio recto del semicírculo, esto es, con el radio que divide en dos partes iguales su circunferencia. Para averiguar la altura meridiana del astro, puesto el semicírculo horizontal con las prevenciones que acaban de hacerse, se notará por la alidada la altura del sol, planeta, ó estrella, advirtiéndole que si se desea saber la hora en que se verifica, debe elegirse un relox seguro, que indique minutos y segundos de tiempo.

Fig.

Porque no pueden nuestros ojos sufrir la brillantez del sol, deberán empañarse los vidrios (si es antejo el que se puso en la alidada) con el humo de tea, ó de otra cosa semejante; y si fuesen pínulas, se moverá la alidada hasta que pase por entrambas el rayo del sol, que entró por la primera; y esto indica la debida direccion de la alidada.

4.^a Así como es el mayor apoyo para el acierto de las observaciones el trazar la meridiana, es tambien uno de los mas considerables el averiguar la altura de polo del parage que debe servir á las observaciones, ó bien la elevacion del equador sobre un horizonte determinado.

Esto se consigue en una noche despejada y larga, en que alguna de las estrellas, siempre aparentes en el emisferio del observador, pase dos veces,

Fig. ó toque con su movimiento diario al meridiano (ya conocido) en el qual colocado el plano del cuadrante, se observan las alturas mayor y menor que tiene, y si tomando la semidiferencia se agrega á la menor, esta suma indicará la altura de polo, ó bien si se resta de la mayor altura la semidiferencia, se tendrá igualmente en el residuo la altura de polo que se buscó. Esto se hace evidente al que considera el movimiento diario, con que al parecer se mueven todas las estrellas al rededor del exe del mundo, y de sus polos las inmediatas; porque en esta suposicion es indispensable el que se halle en el centro de su giro el polo, ó el exe en torno del qual dán vuelta; y conocido el círculo, es consiguiente la averiguacion del diámetro, y por medio de la suma, ó resta indicada, la altura que se solicitaba.

En la esfera obliqua es en donde solamente puede servir el método que dexamos expuesto; y al paso que crece la altura de polo, irá disminuyendo la del equador; porque como este dista 90° de cada uno de los polos, conforme se vá levantando el uno sobre el horizonte en un emisferio, se vá ocultando el otro baxo de él, y minorando por consiguiente á proporcion, ó escondiéndose los grados de meridiano, que antes se contaban entre el equador y el horizonte. Quando llegan á coincidir, ya es paralela la situacion del globo, y el polo zenit, en cuyo caso tampoco sirve el método expuesto. En la esfera recta, ó quando dista del horizonte los 90° el equador, descansan los polos sobre el horizonte, y corta este los círculos que describen los astros en partes iguales; por lo que tampoco puede

servir el arbitrio propuesto, ni es necesario en ninguno de los dos casos. Fig.

Por un razonamiento, ó induccion muy fácil se vé como la latitud de los diferentes puntos de la esfera es igual á la altura de polo, que cada uno de ellos logra.

5.^a y última : Es igualmente necesario el saber reducir á horas y minutos de tiempo los grados y minutos del equador, ó de otro círculo máximo.

Para conseguirlo basta reflexionar, que todo el equador dá una revolucion sobre su exe en cada 24 horas, y que siendo 360 los grados de él, es preciso que pasen 15 en cada una para que se verifique en las 24 la vuelta total; porque $15 \times 24 = 360$. Como los grados igualmente que las horas se dividen en 60 minutos corresponderán á cada minuto de tiempo 15 minutos de grado, y así en las ulteriores subdivisiones de los grados y del tiempo.

Pídesese, por exemplo, reducir á horas y minutos de tiempo 45° , $17'$, y $8''$ del equador, ó de otro círculo máximo. Redúzcanse á segundos del equador todos los grados y minutos propuestos; pártanse luego por 15; el cociente indicará en segundos de tiempo el valor de dicha cantidad: reduciendo despues á horas y minutos estos segundos de tiempo, se tendrá que los 45° , $17'$ y $8''$ equivalen á 3 horas, $1'$ y $8\frac{1}{2}''$, ó poco mas.

Sabida esta correspondencia entre los grados, minutos &c. del equador, y las horas, minutos &c. de tiempo; será fácil reducir á grados de equador las horas y minutos de tiempo: bastará para esto el multiplicarlas por 15, lo que es una operacion inversa

Fig. de la antecedente. Se infiere de esta relacion de grados y horas, que un grado de equador vale la décima quinta parte de una hora, esto es, $4'$ de tiempo, y $1'$ de grado la décima quinta parte del de tiempo, ó bien $4''$: pueden abreviarse por consiguiente las reducciones valiéndose de esta observacion.

Con estas advertencias se hace ya fácil el uso del globo artificial en la resolucion de muchos problemas, ó questões de curiosidad, é importancia. La primera operacion que se debe executar con el globo es darle una situacion conveniente: por exemplo:

Se trata de dar á la esfera celeste, ó globo artificial una posicion paralela, ó semejante á la que tiene el cielo respecto de un punto elegido en la tierra.

Colóquese el globo artificial en un plano, ó terreno horizontal, en el que esté trazada la meridiana; hágase que coincida con esta el plano del meridiano de bronce; que los polos del globo se dirijan hacia los de su denominacion en el cielo, y que al mas cercano del observador se le dé la altura que tiene el parage, ó punto desde donde se observa: hecho esto resultará en el meridiano, horizonte, exe y los polos la misma situacion que la que tienen en la esfera de las estrellas, ó en el cielo; y por consiguiente paralela, ó semejante á la del cielo la disposicion del globo artificial.

Se desea hallar el punto de la eclíptica, en que está el sol en un dia señalado.

Búsquese en el círculo de los meses, trazado sobre el horizonte el dia que se propone, véase el

grado del signo que le corresponde (indicado tambien en otro círculo del mismo horizonte) y recorriendo los signos de la eclíptica, dibuxados en el globo, y divididos en los mismos 30° , señálese el grado del signo, que se notó en el horizonte, y este será el punto que ocupa el sol en aquel dia. Fig.

Haciendo la operacion inversa, se sabrá á que dia y mes corresponde cada punto de los que se propongan ocupados por el sol, esto es, transpórtense á los signos del horizonte.

El hallar la declinacion, ascensiones recta y obliqua y sus diferencias, tanto respecto al sol, como á qualquier otro astro, es igualmente fácil: no hay mas que poner baxo del meridiano el punto, en que se halla el sol, ú otro cuerpo celeste, y los grados de este círculo indicarán todo, conforme á la explicacion que se dió de estas voces.

Si se quiere saber la altura meridiana del sol, hállese por lo que queda dicho la declinacion del sol, y si esta es de la misma denominacion que el emisferio, en que se observa, se añadirá á la altura del equador, y la suma dará lo que se pide; pero si fuere de contraria denominacion, se restará, y el residuo muestra lo que se buscaba.

Sabida la altura meridiana del sol, si se resta de ella la declinacion (siendo esta del mismo nombre del emisferio en que se observa), ó se añade (siendo de contrario), se tendrá la altura de polo. De aquí se infieren otros muchos modos de averiguar esta altura de polo, que importa tanto para semejantes operaciones.

Quando se desea indagar la hora en que se le-

Fig. vanta el sol y en que se pone, como tambien sus amplitudes, en un dia dado.

Colóquese baxo del meridiano el punto de la eclíptica en que se halle el sol, y poniendo á las 12 la manecilla del círculo horario de bronce, muévase la esfera hácia la parte oriental hasta que el punto llegue al horizonte, y la aguja, ó manecilla habrá señalado las horas que tardará el sol en llegar al medio dia, y por consiguiente la en que se levantó.

Para la amplitud ortiva cuéntense los grados del horizonte comprendidos entre el punto de la eclíptica en que se levanta el sol, y el que señala el equador, ó el vertical primario: repítanse las mismas operaciones por la parte occidental, y quedarán satisfechas las propuestas solicitudes, cometiendo el pequeño error, que resulta de suponer paralelos al equador los arcos diurnos que describe la direccion del sol. De aquí dimana como consecuencia el saber la duracion del dia y de la noche; pues restando de 24 horas las horas de dia halladas, se tendrá la noche, ó ausencia del sol.

Por medio del quadrante graduado de bronce, que sirve de círculo vertical y de secundario de la eclíptica, se resuelven facilmente muchos problemas, que seria largo el expresar: son obvios los usos que pudieran indicarse.

Para conseguir el conocimiento de la longitud y latitud de las estrellas, ó planetas.

Colóquese el quadrante de bronce en el meridiano del globo artificial sobre el polo de la eclíptica que tenga la misma denominacion que la longi-

tud y latitud propuesta, y haciendo que el quadrante Fig.
pase por la estrella, ó planeta hasta la eclíptica,
cuéntense sobre esta los grados interceptados entre el punto del Carnero y el quadrante, y en este nótese los grados que se encuentran entre la eclíptica y el astro: la primera medida dará la longitud, y la segunda la latitud. De aquí se infiere el modo de colocar qualquier cuerpo celeste sobre la esfera, sabidas su longitud y latitud. Tambien se ve que han de tener la misma longitud y latitud los astros que distan igualmente de la eclíptica, y estan debaxo de un mismo círculo máximo.

Quando se desea hallar la ascension recta y obliqua, como tambien la declinacion de una estrella, ó planeta.

Ya entran en este caso á ser útiles los secundarios del equador. Muévase, pues, la esfera artificial hasta que la estrella cayga baxo del meridiano y la distancia del equador, que se halle entre el punto equinoccial del Carnero y el marcado por el meridiano en el equador, será la ascension recta, y los grados del meridiano interceptados entre el astro y el equador, su declinacion. Si volviendo la esfera se hace que la estrella toque al horizonte, y se nota tambien el punto del equador que lo toca igualmente al mismo tiempo, la porcion de equador comprendida entre este punto y el del Carnero, será la ascension obliqua del astro y la diferencia de los dos arcos de equador, tomados de estas dos maneras su diferencia ascensional.

Se quiere saber que estrellas son las que se levantan con el sol en un dia señalado.

Fig. Para esto búsquese, segun lo que queda dicho, el punto de la eclíptica en que se halla el sol en aquel dia elegido, y muévase el globo hasta que toque al horizonte el punto hallado; nótese las estrellas que se encuentran con él en la parte oriental del mismo horizonte; y queda averiguado lo que se quiso saber.

Para hallar el azimut y la altura de una estrella en qualquiera hora señalada.

Póngase baxo del meridiano artificial el punto en que se encuentra el sol en aquel dia, y la mano del círculo horario á las 12. Vuélvase hácia oriente, ó poniente el globo hasta que la mano del círculo horario esté en la hora propuesta, y colocando entónces el quadrante vertical sobre las estrellas, ó astro, cuéntense los grados que hay desde ellas al horizonte, y los que median entre el punto que señalan en él el quadrante y el equador: los primeros darán la altura del astro, y los segundos su azimut.

Si se quisiere disponer la esfera artificial de suerte que corresponda á la situacion del cielo en una hora señalada de un dia elegido.

Dada á la esfera la situacion del meridiano y del exe, como queda dicho, póngase baxo del meridiano artificial el punto de la eclíptica en que se halle el sol en aquel dia, y la mano del círculo horario á las 12; hecho esto, vuélvase el globo, ó esfera artificial hasta que señale el círculo horario la hora que se pedia, y la situacion que tenga entónces el emisferio descubierto artificial, será la que tenga el cielo. Igualmente indicará la primera posicion del sol baxo del meridiano el aspecto del cielo á medio dia.

Se desean conocer las estrellas del cielo, conocida solamente una de ellas; ó bien los signos celestes, reconoció uno. Fig.

Dispóngase la esfera artificial segun el método indicado para la hora de la observacion con arreglo al estado del cielo; nótese la estrella conocida, ó el signo en la superficie del globo artificial y tambien las mas lucidas que la acompañan en el signo, ó parte de cielo en que se halla, y sin dificultad podrán reconocerse estas en la esfera celeste por la situacion respectiva que tienen con la conocida, como tambien por la disposicion y varias figuras que forman: del mismo modo se reconocerán las menos lucidas que entran en aquel signo (si fué solamente una estrella la conocida) el qual bien descubierto por este medio, proporcionará el conocer los inmediatos, y por medio de estos los demas.

Con sola la observacion de las estrellas, entre quienes se sabe hallarse en un tiempo dado qualquier planeta, será este reconocido sin dificultad, á lo que contribuirán la diferente luz y color con que se muestra, igualmente que su ningun brillo.

Quando se quiere hallar el punto de la eclíptica con quien nace, sube á la mayor altura, ó se pone una estrella dada, y el tiempo de su mayor elevacion.

Dispóngase por lo indicado ya, la esfera artificial conforme á la situacion del cielo; llévase, volviendo el globo, la estrella al horizonte ortivo, ó por la parte en donde se supone nacen los astros, y véase que punto de la eclíptica toca al horizonte al mismo tiempo: póngase despues baxo del meri-

Fig. diano hasta que se reconozca en él el punto mas elevado de la eclíptica y el círculo horario (cuya mano se debió poner á la hora en que se verificaba el nacimiento de la estrella) indicará la hora de la mayor altura, ó *culminacion* del astro: aplíquese asimismo sobre el horizonte occiduo, ó parte en que aparentan ponerse los astros, y observado el punto de la eclíptica que lo toca igualmente, se tendrá quanto se exígia.

Por medio de las Efemerides y otras tablas, inventadas para facilitar las observaciones, se resuelven muchos problemas, que seria prolixo el referir, y nuestro objeto es solamente dar una idea de las utilidades que resultan del conocimiento de la esfera celeste, y del uso de la artificial.

Pero antes de concluir este capítulo, conviene decir algo de las esferas *Armilares*.

Ptholomeo, ó sus secuaces para hacer inteligibles el sistema y círculos, por donde pretendian que anduviesen los astros al rededor de la tierra, estable y fixa, forjaron un artesonado de varias faxas y círculos dispuestos conforme á su opinion: cayó esta, ó se demuestra su imposibilidad; no es ya por consiguiente de uso alguno esta esfera armilar representada en la (Fig. 18).

Copérnico y sus discípulos han hecho lo mismo con su sistema, y como este se halla apoyado de la Física y leyes matemáticas, sirve actualmente para dar alguna idea de los giros y situacion de los cuerpos celestes al rededor del sol.

Se quiere construir una esfera armilar con arreglo al sistema copernicano.

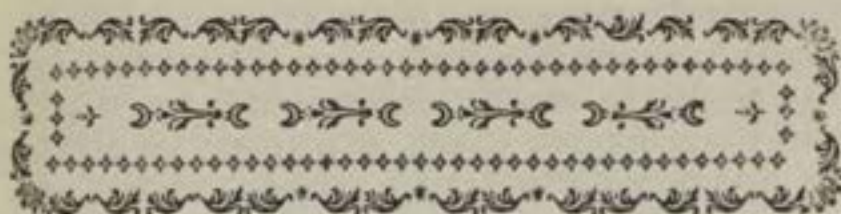
Dentro de una caja formada con un círculo, (que se apoya en algunos pies, ó en uno solo, (Fig. 23) llamado horizonte (porque sirve de tal en la esfera), y con otro que se encaxona perpendicularmente en el primero, se coloca un artesonado esférico, hecho por dos círculos llamados coluros, cuyos planos se cortan en ángulos rectos, y por otros dos, cuyos planos son el uno perpendicular á los primeros y obliquo el otro, llamados *Zodiaco* y *Equador*; en el centro de todos estos círculos se pone una bola dorada, que representa al sol, y al rededor de ella tantos círculos, como planetas se mueven en nuestro sistema: como los movimientos de la tierra nos interesan mas próximamente, se coloca una bola sensible que la representa sobre una pieza pequeña de madera colocada en su círculo correspondiente, y dispuesta en términos de que se mueva tambien sobre su exe, y que lleve consigo ademas un círculo movible, que la sirve de horizonte, y otro mayor que representa la órbita de la luna. En cada círculo de los planetas se hallan unas figuras que los representan, y por medio de esta construccion se logran las ventajas y soluciones que pueden resultar de sola la inspeccion de su mecanismo.

Como los círculos, órbitas y puntos de este artesonado no estan regularmente á las precisas distancias, ni con aquellas proporciones (porque para hacerlo así era precisa una fábrica muy crecida), no puede ser clara la idea que dá del sistema del mundo; pero siempre proporciona alguna luz á los que no solicitan mas que exâminar la disposicion general de los cuerpos celestes, sepa-

Fig. rándose de todo el rigor de la teoría que representan.

La delicadeza, é industria de los artífices han formado, y construyen estas esferas con muelles y tal artificio, que dando cuerda como á un reloj, se ven los movimientos de los cuerpos celestes con arreglo á la opinion y sistema de Copérnico.





PARTE SEGUNDA.

FIGURA , MAGNITUD Y MOVIMIENTOS DE LA TIERRA: UTILIDAD DE LOS CÍRCULOS QUE SEÑALARON SUS DIFERENTES PARTES , Y CON LOS QUE SE HIZO ASEQUIBLE EL REPRESENTARLAS EN GLOBOS ARTIFICIALES Y MAPAS QUE SIRVEN CON INCREIBLE ACIERTO , PARA DAR UNA IDEA CLARA DE LOS CLIMAS , ESTACIONES , &C. Y DE LA VARIA SITUACION DE LOS PUEBLOS : CONSIDERACIONES A QUE LOS SUJETAN SUS DIVERSAS POSICIONES Y SOMBRAS: NATURALEZA , Ó PARTES CONSTITUTIVAS DEL GLOBO TERRESTRE Y FENÓMENOS QUE OCASIONAN : USOS Y UTILIDAD QUE SACAN LOS HOMBRES DE ESTOS MISMOS FENÓMENOS.

CAPITULO I.

Figura , magnitud y movimientos de la tierra.



Si el descubrimiento de la figura de la tierra no hubiese exígido las mas delicadas noticias de la Astronomía y Física , parecería que al tratar los asuntos que se han tocado en la primera Parte , habíamos perdido de vista el motivo y objeto principal de las reflexiones de este escrito. La tierra que habitamos y la des-

Fig. cripcion de sus partes, dimos á entender que llevarian nuestras atenciones; pero ya que fué preciso dar idea de aquellos conocimientos, que allanaron el camino por donde se lograron las noticias de que vamos á tratar, y que compondrán esta segunda Parte, procuraremos cumplir en ella lo que tenemos ofrecido.

Y á la verdad ¿qué descripcion? ¿cómo podríamos colocar, ni dar á entender la diversidad de los climas, zonas, estaciones y líneas que dividen la superficie de esta tierra, si no indagásemos antes su figura, magnitud y efectos, dimanados de sus movimientos? ¿y cómo lograríamos combinar todas estas ideas sin los conocimientos indicados en la Parte primera? Hasta aquí hemos visto á la tierra girar en su órbita al rededor del sol y sobre su exe, considerándola como uno de los planetas que forman la maravillosa armonia de los cuerpos que componen nuestro sistema; en adelante ya debemos observarla como nuestra habitacion, y mirar qué efectos causa respecto á los diferentes parages de su superficie (ocupada por los hombres y vivientes) la situacion del exe, la obliquidad de la eclíptica y el mayor amontonamiento de la materia en alguna de sus regiones.

Si no hubiese dentro del hombre un principio generoso, que lo hace capaz de aspirar á conocimientos sublimes, jamas se hubiera atrevido su debil mano á medir y abrazar la crecida redondez de la masa enorme en que habita. Su vista tan corta como sus brazos, nunca se hubiera arrojado al empeño de descubrir la convexidad del suelo que lo mantiene; y si la inclinacion, ó necesidad de

valerse de este principio espiritual y noble, no hubiese estimulado á los primeros habitantes á contemplar, é inquirir esta habitacion, ó estancia suya, quizás viviríamos aún creyendo que era una llanura inmensa esta masa que se presenta poblada hácia todos los rumbos y partes del cielo, que la rodea. Fig.

Ya estaban llenas de habitantes las llanuras de Babilonia y los campos Asirios, quando juzgaban todavía sus moradores que al rededor y por encima de un inmenso llano, compuesto de estas grandes vegas y descampados, corria el sol, seguido del numeroso cortejo de las estrellas. Extendiéronse algo, ó crecieron sus observaciones, y el hallazgo de una estrella, que parecia no seguir la comun revolucion, fué una de sus mejores adquisiciones. La direccion de una linea que hicieron pasar por el parage de esta estrella y el del sol, quando para ellos estaba en medio de su carrera, ó en su mayor elevacion, fué la primera consecuencia de donde dimanó la idea y formacion de un meridiano, que les sirvió ya para dirigir sus rumbos, ó caminos todas las veces que se les ofrecia viajar, discurriendo que la raya, ó arco, que contemplaban como trazado en la bóveda celeste, señalaba sobre el suelo una marca, que seguia la misma direccion, la qual fué llamada *Línea meridiana* desde entonces. Creció la poblacion de los hombres; multiplicáronse los motivos de alejarse hácia todos rumbos, y fueron continuas las ocasiones de reparo, que ofreció el cielo á la distinta situacion de los observadores. Los que marcháron en prolongacion de la meridiana, dirigiéndose hácia el norte, viéron que iban tomando mayor altura las estrellas, que al

Fig. parecer no se atrevian antes á subir sobre el horizonte, y que iban baxando al mismo tiempo las que se descubrieron desde el anterior destino hácia la parte austral. Los que se adelantaron por este rumbo, viéron efectos encontrados: descubrieron nuevas estrellas, quando se les obscurecian las observadas antes.

Luego que se divulgáron las encontradas observaciones de los que salieron del nativo suelo, entró la reflexion á indagar la causa de este acontecimiento. Como se figuraban una distancia crecida entre el cielo, ó estrellas y la tierra, juzgáron imposible los primeros Observadores el que variasen tan sensiblemente de elevacion sobre el horizonte los astros, siendo una llanura el terreno que pisaban. Viéron que debia ser convexâ para que resultase tan pronta variacion, y verificándose esta nuevamente, quedó determinada la convexidad de la tierra de norte á medio dia; y por consiguiente dada la figura circular á la meridiana, ó raya, que ya habian trazado sobre su superficie.

En direcciones encontradas á las anteriores, se extendiéron tambien los hombres, y el ver que podian transferir al suelo el meridiano celeste, que en cada pais se imaginaba, les hizo marcar en pasos, ú otra medida la distancia entre su nueva meridiana y la que habian dexado. La observacion de que amanecia mas prontamente y se anticipaba el medio dia en los parages que caían hácia el oriente del sol, y que se retardaban estos mismos momentos en los que se arrimáron al ocaso, juntamente con la advertencia de alguno que notó que lo primero que se ocultaba al separarse, ó al na-

vegar, alejándose de las costas, eran los parages mas baxos, y lo último los eminentes, contribuyó á hacerles ver, que tambien en la direccion perpendicular á los meridianos, que habian trazado, era convexa la superficie que los sostenia: quedó, pues, creida una semiesfera (porque quizás era la curva circular la única curva que conocian) la tierra que se dexaba descubrir. Fig.

Crecieron con la poblacion y necesidad de los hombres las observaciones; y la explicacion de los eclipses de luna hizo patente que la tierra toda (origen de la sombra circular que la ocultaba) era un globo, y se difundió este conocimiento. Ya se aseguró que podia tambien estar poblada por la parte opuesta; pero despues la falta de Física creyó delinqüente tal aseveracion. Renaciéron las ciencias, y descubierta toda la redondez de la tierra por medio de navegaciones y viages de ilustrados varones, aspiráron las gentes á conocer sus dimensiones y magnitud.

Muchos sabios de la antigüedad y con mayor fama Erathostenes, habian trabajado por hallar el valor de un grado, ó de una parte de las 360 en que se dividió todo círculo, y en que por la suposicion de ser esférica debia tambien dividirse la redondez de la tierra, seguros de que averiguada esta parte, tendrian toda la circunferencia y su diámetro por las leyes de la Geometría.

No sosegáron los pueblos modernos, y en el siglo XVII. por la duda de si era perfecta la redondez atribuida á la tierra, y por la incertidumbre en la extension de sus límites, Francia, Inglaterra, Italia y la Alemania procuráron salir de su inquietud

Fig. por medio de observaciones y escrupulosas medidas, que executáron Norwd, Fernelio, Keplero, Picard, los Casinis, Snelio, Riccioli y otros.

Aun no sosegáron los sabios, y quizás estaba destinado este descubrimiento á una casualidad (inventora feliz de las mejores noticias y hallazgos, que ahora tenemos): en efecto el sagaz Richer destinado para hacer observaciones en la Isla Cayena situada á menos de cinco grados del equador, traxo como el principal de sus descubrimientos la disminucion que le fué preciso hacer en la longitud del péndulo (construido en Paris con arreglo al tiempo medio, y de suerte, que señalaba exáctamente el número preciso de segundos) para que los marcasse igualmente en la Cayena, parage de sus observaciones.

Ya ilustraban entónces á la Europa el inmortal Newton y el sabio Huygens. Con el regreso de Richer y su inopinado hallazgo los dos conviniéron en dar una figura achatada por los polos á la que se habia creido hasta entónces esfera perfecta; pero discordes en el motivo de este fenómeno, fuéron tambien de diferente sentir en la razon que establecian entre el diámetro del equador y el exe. Asignaba el primero $\frac{1}{33}$ por el exceso del diámetro del equador sobre el exe, y Huygens $\frac{1}{57\frac{1}{2}}$. A este tiempo observó Newton la sensible diferencia que se nota con los telescopios entre el diámetro del equador de Júpiter y su exe, con lo que afirmándose mas y mas por esta nueva observacion en su teoría, explicó estas desigualdades por medio de la atraccion y el movimiento de rotacion de los planetas sobre sus exes.

Decia este hombre profundo, "que á nadie pue-
" de esconderse el que todo cuerpo, movido al re-
" dedor de un centro, siente una fuerza centrífuga,
" y que esta se aumenta á proporcion que crece la
" circunferencia de la curva que describe, pues lo
" demuestran las experiencias mas obvias. En este
" supuesto, moviéndose la tierra sobre su exe, y
" siendo los círculos tanto menores quanto mas se
" alejan del equador los puntos que los describen,
" es preciso que en la inmediacion al equador y ba-
" xo de este círculo (el mayor de quantos pueden
" describirse con el movimiento de rotacion) sea
" mucho mas crecida la fuerza centrífuga, que no en
" los demas puntos que se alejan; y que por la mis-
" ma razon sea menor esta fuerza á proporcion que
" se separan del equador, hasta que se desvanezca
" en los polos. Es, pues, consiguiente el que la mis-
" ma cantidad de materia, que sufriría una misma
" ley, ó atraccion en todos los puntos de la tierra,
" pese menos, ú obedezca con menos actividad á es-
" ta gravedad, que experimenta mayor oposicion, ó
" contrario impulso, quanto mas se arrima al equa-
" dor, ó crece su fuerza centrífuga con el movimien-
" to de rotacion". El haber sido preciso á Richer
acortar su péndulo para que señalase los segundos de
tiempo con la puntualidad que en Paris, argüía
segun Newton la menor gravedad, ó peso, que
sufria en la Cayena el péndulo, que sintió mayor
gravitacion dentro de Paris; porque verificándose
(como debe verificarse) el mayor acopio de mate-
ria en el equador, quedan las partes de esta super-
ficie mas distantes del centro de la tierra que las
de la de Paris, y la atraccion obra en razon in-

Fig. versa de los quadrados de las distancias al centro que atrae.

No hay duda de que la gravedad del cuerpo, que marca las oscilaciones en un péndulo, es el que deslizándolo por el arco (que suele ser muy pequeño) como por un plano inclinado, le obliga á buscar la direccion perpendicular, en que por los obices destructores de la velocidad, que adquiere al baxar, y que lo levantaría á una altura igual á la que tuvo en el principio de su descenso, reposa al fin suspendido por el hilo, ó alambre, á no ser que el artificio hecho á este intento, no lo liberte de los efectos de la frotacion y resistencia del medio en que se mueve, ó no haga que se conserve sin disminucion la fuerza que adquiere al baxar en busca del centro que le llama: ventaja conseguida ya en los relojes de péndola, en los que por medio de la pequeñez del ángulo, que forma la vertical con el alambre en los movimientos, se logra el que sean isocronas, ó enteramente iguales, sus oscilaciones: circunstancia indispensable para el acierto de los experimentos, y que dió origen á muchas invenciones, entre las que ocupa el primer lugar el movimiento en la Cicloyde. Así, pues, quanto mas peso se añada al cuerpo, no variando su volumen, caerá con mayor velocidad, ó prontitud al dar sus oscilaciones, como se experimenta en los graves, que baxan con mayor velocidad en su descenso por el ayre libre, quanto mayor es su solidez, ó densidad; porque se aumenta la causa impelente, que lo precipita por el arco, ó plano inclinado, que media entre la direccion perpendicular á la superficie de la tierra, y la distancia, ó

abertura del ángulo, á que lo obligan, formada por el alambre con la direccion perpendicular. Los mismos efectos deben resultar acortando el radio del movimiento oscilatorio, ó el alambre que suspende al cuerpo que forma las oscilaciones; porque como deben tener menos extension los grados de un círculo descrito con menor radio, sucederá que en el péndulo acortado, como se supone, se alejará menos, ó quedará á menor distancia de la direccion perpendicular el cuerpo que se mueve, aunque sea uno mismo el ángulo, á que lo desvían los esfuerzos de la máquina, y será por consiguiente de mucha menos extension el plano inclinado, que tiene que baxar en este caso, y mas breve el tiempo que emplee en andarlo. Todo esto se hace palpable al observar atentamente los círculos $A D c E$, $a d c e$ (Fig. 10) descritos con diámetros, que se hallan en la razon de 4:1. Es conforme á las leyes de la mecánica el que el plano inclinado $D c$ y el $d c$ se corran por un grave en el tiempo que andaría perpendicularmente las alturas $A c$, y $a c$ que son unos espacios que por estar en la razon 4:1 requieren para ser andados, el primero doble tiempo que el segundo; pues suponiendo que anda en 1" el espacio $A X$, ó el diámetro $a c$, aun le queda que baxar $X c$, que contiene tres veces al espacio $A X$, ó al diámetro $a c$; y es sabido, como tambien arreglado á todas las observaciones, que la razon de los espacios, que corre un cuerpo en su descenso, es 1, 3, 5, &c. luego empleará 2" en andar $D c$ mientras emplea solamente 1" en correr $d c$; y suponiéndose iguales los ángulos en ambos casos de la variacion en la longitud del péndulo, serán los

Fig.

10.^a

Fig. pequeños ángulos que forme el hilo, ó alambre, partes semejantes de sus quadrantes, y seguirán por consiguiente la misma razon : de donde se infiere, que deberá acelerar su movimiento todo péndulo al paso que se disminuya su longitud, dando mas oscilaciones, ó mas á menudo dentro de un tiempo señalado. Permaneciendo una misma la máquina, el cuerpo oscilatorio, el alambre, ó hilo (excepto en aquellas cortas diferencias causadas por la expansion y coartacion de los cuerpos, expuestos al mayor calor, ó al frio mas activo (diferencias que fueron graduadas, é introducidas en el cálculo, quando se hiciéron todas estas averiguaciones) ¿qué otra causa puede precisar á extender, ó alargar tan considerablemente el alambre del péndulo en la Laponia, ó cerca del polo, y con el fin de conseguir el mismo efecto, á disminuir, ó acortarlo tan considerablemente en el equador y sus inmediaciones, si no se recurre á que el mismo cuerpo dentro del mismo volumen tiene mucho mas peso cerca del polo (sin duda porque se acerca mas al centro de la tierra) que no en el equador, en donde la distancia al centro es mas crecida y disminuye á proporcion la causa de su peso? En este razonamiento se han fundado los Observadores para indicar las diferentes gravedades que tiene un mismo cuerpo en las diversas distancias del equador, en que se hiciéron los experimentos, cuyas resultas fueron el hallazgo de los valores siguientes.

T A B L A

En donde se manifiesta el diferente peso que tiene en distintas latitudes la misma porcion de materia.

	Latitud.	Peso.		Latitud.	Peso.	
En Pello.	66°, 51'.	100137.	{	En S. Christóbal. 17°, 19'.	99590.	
En Londres.	51°, 31'.	100018.		En la Guadalupe. 16°, 0'.	99533.	
En Paris.	48°, 50'.	100000.		En la Martinica.. 14°, 14'.	99533.	
En S. ^{ta} Domingo. 19°, 48'.		99647.		En la Gorea. . . .	14°, 40'.	99546.
En la Jamayca... 18°, 0'.		99744.		En Portobelo. . .	9°, 33'.	99666.
				En la Cayena. . .	4°, 56'.	99716.

Newton dió á la tierra , siguiendo las leyes de la Hidrostática, la figura de un elipsoyde, ó esferoydelata , que hizo sensible por medio de esta suposicion. " Del mismo modo que se formaria con un fluido (que se moviese sobre un exe, ó direccion constante) un elipsoyde , así la tierra para que permanciesen en equilibrio todas sus partes, era menester que indemnizase con un acopio mayor de materia la menor gravitacion , ó peso , que siente su masa en los puntos en que crece la fuerza centrífuga. Dado pues, el que hubiese dos tubos, que llenos de agua, ú otro fluido , tuvieran su comunicacion en el centro de la tierra (supuesta esférica) dirigiéndose el uno desde el equador , y el otro desde la inmediacion del polo , no hay duda que al considerarla moviéndose sobre su exe, es preciso que las partículas superiores del tubo , radio del equador, sintiesen mayor fuerza centrífuga que las superiores del que se dirigia desde la inmediacion del polo, porque los radios de su revolucion

Fig. » serian como sus respectivas distancias al exe, re-
» sultando por consiguiente el que se aligerase la
» porcion de agua del tubo, radio del equador, y el
» que pesando mas el agua del otro tubo obligase
» al fluido contenido en el primero á que subiera, has-
» ta tanto que con la mayor cantidad de agua pu-
» diese equilibrar al mayor peso del tubo, que venia
» desde la inmediacion del polo". Al pasar á la in-
» dagacion de la figura de todo un meridiano con-
» templó su plano atravesado de semejantes radios,
» y las respectivas alturas del agua en los tubos,
» calculadas con atencion suma, le diéron la figura
» esferoydelata, que describió, asignando la razon de
» su diámetro, ó del exe de la tierra con el diáme-
» tro del equador: esta razon se ha visto compro-
» bada casi exâctamente en las últimas observacio-
» nes y medida de la tierra.

Aun no quisiéron aquietarse con este razonamiento, ni con la explicacion de las variedades del péndulo, los sabios de Francia, y despues de haber recurrido á la dilatacion de los metales (que no pudo derribar las razones de Newton, porque se observó en diversos puntos de la tierra que nunca se alargaba, ó se encogia la materia en fuerza del calor y frio, tanto como era preciso acortar la longitud del péndulo en la zona tórrida, y alargar en las frias) dixéron que era indispensable la medida práctica de los grados para admitir una suposicion, que aunque ingeniosa podria ser falsa.

Los Casinis (familia de sabios como por herencia) fuéron comisionados para la execucion de este proyecto, y despues de prolixas observaciones y medidas sobre el meridiano de Francia, halláron

de menor extension los grados hácia el Norte, y se levántó entónce la opinion de que era contraria á la que habian dado Newton y Huygens la figura de la tierra: quisiéron que se alargara esta hácia los polos, fiados en que era preciso que fuese mayor la redondez y convexidad de un arco del óvalo, ó elipse en el parage que se anda menos para mudar de grado, y que fuera en vista de las medidas hechas, ó se verificase en el extremo del exe mayor la mayor convexidad; "siendo así que hácia
" el norte de Francia, decian ellos, hemos tenido
" que andar menos toesas para mudar de grado que
" no en la parte meridional, se sigue que el exe
" mayor de la elipse, ú óvalo, (que es la figura de la
" tierra) está entre los polos, hácia donde va creciendo la convexidad de los arcos del meridiano"

La precision de que fuera mayor la convexidad del meridiano en aquel parage, en que se tuviese que andar menos toesas, ó terreno para correr un grado, la concedia Newton, porque esto era una consecuencia de la figura, demostrada por la hidrostática, y una verdad geométrica, palpable aun á la vista: pues no habiendo diferencia en el número de grados de los círculos por diferentes que sean sus radios, solamente se distinguen los que se formáron con radio mas crecido en que sus grados son de mayor extension que los trazados con radios mas diminutos y esto en razon de la diferencia de los radios. Hallándose de diversa magnitud, ó extension los grados del meridiano, era preciso inferir que todos estos grados, ó arcos de círculo no habian sido descritos desde un mismo centro, ó bien que hubo desigualdad de radios, al

Fig.

Fig. formarse; y como se halló con esta observacion, que no era círculo el meridiano, se dió la mayor convexidad al arco, ó grados que habian sido descritos por un radio menor, ó lo que es lo mismo, se halló que se alejaba de su respectivo centro la convexidad de cada porcion de arco, conforme tenian que alargarse para concurrir las dos perpendiculares á la convexidad, consideradas en las extremidades de cada uno de los arcos observados. Suponiendo, pues, un óvalo, ó elipse poco diferente la figura del meridiano, era muy natural que su exe mayor, ó los extremos que mas distan del centro de toda esta figura, (extremos formados por unos arcos descritos por los menores radios, como consta de su construccion) estuviesen en aquella parte, en que era menor la extension de los grados. A la asercion de los Franceses respondió Newton " que los Casinis se equivocaban en medio de
" la sagacidad y pericia con que habian tomado las
" medidas, y que ademas no era posible conocer
" con sensible diferencia la que habia entre grados
" contiguos, como eran los observados en Francia."

Era demasiado importante el conocimiento de la figura que tiene la tierra, no solo para la Geografia, sino tambien para la navegacion y observaciones astronómicas sobre la paralaxe, &c. para que descansase la Europa, iluminada en este siglo XVIII. por la proteccion de sus Soberanos, con la dudosa resolucion de la dificultad propuesta. El Rey de Francia Luis XV. envió algunos sabios, los unos á que midiesen un grado del meridiano en la Laponia, ó en la inmediacion del polo, y los otros á que hicieran lo mismo en el Perú por la parte in-

mediata al equador. El Rey de España Felipe V. Fig. el Animoso, quiso contribuir tambien á tan gloriosa empresa, mandando que dos Españoles (dignos de nuestro agradecimiento, particular aprecio y memoria) acompañasen á los que marchaban al Perú. Despues de indecibles fatigas en el norte y en el equador quedó decidida por fin la dificultosa cuestión de la figura de la tierra: los grados vecinos al polo se hallaron de mayor extension, que los contiguos al equador, y se asignáron en fin los valores de los grados del meridiano, exâminados igualmente en diferentes latitudes conforme á la noticia siguiente.

<i>Valores del grado de latitud.</i>		<i>Medio en diferentes latitudes.</i>	
	toesas		tocas
En el Perú á la latitud.	} 00, 30'. 56768	{	En Francia. 49°, 23'. 57199.
En el cabo de Buena Esperanza			En Laponia. 66°, 20'. 57395.
	33°, 18'. 56994		

Vueltos á Europa y á Francia todos estos Sabios, con los mismos instrumentos que habian servido en las averiguaciones del círculo polar, se midió nuevamente la merldiana de los Casinis, y se halló la razon con que iba creciendo el valor de sus grados conforme se arriman al norte. Despues de estas unánimes observaciones y medidas ya no hubo mas diferencia que la corta, en que disentian estos Sabios, al asignar la razon del exe de la tierra con el diámetro del equador; pero señalando un medio término entre todas las que determinaban, resultó la razon dada por Newton de 229 á 230.

Al ver la delicadeza de las observaciones as-

Fig. tronómicas; la escrupulosa exáctitud de las medidas geográficas, apoyadas en la mas bien combinada Geometría; la eleccion de bases y puntos que se tomaron á los dos lados del arco de la meridiana en toda su amplitud; el cuidado con que se reduxéron á medidas horizontales las obliquas, ó de desnivel, que resultaban de la diferente elevacion de los cerros, que sirviéron de puntos á los triángulos formados; la atencion continua al grado de calor, ó frio para introducir en el cálculo las pequeñas diferencias que debian dimanar de la mayor, ó menor expansion de los instrumentos y medidas; el cómputo de los efectos que debian causar por su elevacion sobre la superficie del mar los valles y montes, en que se manejaban los péndulos y otros instrumentos; y finalmente el nimio cuidado con la refraccion, paralaxe, aberracion y demas efectos, ó alucinamientos que pueden ocasionar algun error en las observaciones, que son indispensables en todas estas operaciones de suma importancia, y de no menos delicadeza, adherirá qualquiera al resultado, sin que le quede arbitrio para negar el acierto, admirándose al mismo tiempo de los progresos que ha hecho la razon del hombre desde que se atuvo á la experiencia y observaciones, despreciando los sueños y antojos de la imaginacion, que las mas veces alucina, quando sirve de maestra y guia única.

Si acaso alguno se opusiera á tan útiles descubrimientos, diciendo "que no debe, ni puede la " tierra seguir las leyes de los fluidos en el movimiento de rotacion", no tardaría en convencerse y salir de su error, al considerar que en el principio

de todas las cosas pudo Dios darla esta figura, tan adaptada para que adquiriese su movimiento de rotacion, del que habian de resultar tantos fenómenos, como quedan indicados, y tan útiles para la existencia de esta variedad y hermosura de la naturaleza; ó bien que al separarse las aguas y congregarse las partículas de materia destinadas á formar nuestra tierra, ó habitacion, es natural que aun estuvieran tan húmedas que formasen una masa blanda y casi fluida, capaz de ser amoldada por el movimiento de rotacion que la comunicó Dios por medio de algun choque, explosion, ó incendio, que desconocemos, y que quizás fué la causa de que se desprendiesen del cuerpo central las masas que ahora giran en torno de él. Quedó, pues, la tierra hecha un sólido de figura esferoydelata (que fué la que debió tomar quando blanda) desde que se endureció con la continuacion de los ardores del sol, y por los efectos de los vientos, y de la gravitacion de toda la masa, que la fué haciendo mas y mas compacta. ¿Acaso es nuevo el endurecerse y formar peñascos, piedras preciosas las mas consistentes, raras petrificaciones, y aun los metales mas duros, las partículas de materia que se hallan en estado de fluidez, quando se van juntando en las minas y otras partes? Son casuales á la materia grosera las situaciones de dureza y fluidez.

Admitida, pues, como admitimos, la figura esferoydelata de la tierra, y sabida la circunferencia del equador, y por consiguiente su diámetro, como tambien la razon de este con el exe del globo (permítasenos en adelante esta expresion, sin que se oponga á la figura establecida), será fácil determinar su magnitud

Fig. y solidez. Como la desigualdad y masa de los montes se hacen de ningun valor comparadas con toda la tierra, solamente consideramos por ahora la superficie de la tierra como producida por la revolucion de una semiellipse al rededor de su exe menor.

Baxo de este supuesto, y con atencion á las reglas de la Geometría y á las últimas dimensiones de los grados del meridiano y del equador (dimensiones que han sido admitidas por todos los Sabios como las mas ciertas y executadas con toda la posible exâctitud) pasamos á indicar la masa, la superficie, los límites y la magnitud de esta tierra, ó globo, cuyo conocimiento nos es de tanta importancia: mas para executar lo se hacen precisas las advertencias siguientes.

1.^a Como se hicieron en toesas de Paris las medidas, que se han indicado, seguimos al transferirlas á varas nuestras de Castilla, la razon de 3: 7, averiguada por el Ilustre D. Jorge Juan: son pues...

Toesas de Paris.

Los valores {	Del grado del meridiano contiguo al equador.	56767, 788.
	De un grado de equador, ó círculo máximo	57228, 5.
	De la circunferencia del equador.	20602260.
	Del diámetro del equador.	6557908, 6.

En varas de Castilla, ó de Burgos son estos valores.

Varas de Castilla.

Valores {	Del grado del meridiano junto al equador.	132458, 17.
	Del grado de equador.	133533, 67.
	De la circunferencia del equador.	48071940.
	Del diámetro del equador.	15301786, 4.

2.^a Aunque no puede saberse á punto fixo la extension de las varias especies de leguas, que se

han usado en España, con todo como la llamada *Fig. Geográfica* se extiende á 7630 y casi $\frac{1}{4}$ varas de Castilla, y como por otra parte son de 8000 las que se han construido segun las disposiciones del Gobierno en los caminos, dirigidos á expensas del Rey desde Madrid á los Sitios Reales, admitimos por legua Española la que consta de 8000 varas, ménos distante de la Geográfica antigua, y mas adaptada que otra alguna para la facilidad de los cálculos: bien entendido que la legua marítima, que sirve en los cómputos de navegacion y que vale 60 millas, ó 6676, 66 varas, debe permanecer siempre por la general práctica y uso que de ella hacen todas las gentes en sus navegaciones. Baxo de esta suposicion asignamos en leguas Españolas (llamando así á las que constan de 8000 varas) los valores siguientes.

Leguas Españolas.

Valores	De la circunferencia del equador.	6009, 000.
	De su diámetro.	1912, 725.
	Del grado de equador.	16, 692.
	De la superficie de todo el globo, ó tierra.	11443592, 672.
	De su solidez.	3632211571, 92.
	Del exceso de distancia al centro de la tierra que tienen los puntos del equador sobre la que logran los de los polos.	4, 16.
	Del exe de la tierra, ó de nuestro globo.	1904, 408.

Esta solidez, esta masa es la que con su atraccion contiene dentro de su órbita á la luna; esta la que obliga por la misma razon á caer precipitadamente hácia ella á qualquier cuerpo, que confiado á su peso vemos baxar con movimiento acelerado, y finalmente la superficie indicada, la haz

Fig. de este elipsoyde, ó globo es la habitación de los vivientes, y de los hombres, que han formado sobre ella las separaciones, Reynos y gobiernos distintos, con que se manejan divididos en sociedades, mas, ó ménos dichosas segun son mas, ó ménos acertadas las leyes que las constituyen. Antes de pasar, ó dexando al desempeño de otros la descripcion de los diversos Imperios, Repúblicas, y Reynos, en que estan divididos actualmente los hombres que pueblan la tierra, juzgamos conforme á nuestro objeto aclarar, como sucede el que se verifiquen con el movimiento de la tierra en su órbita y sobre su exe la diferencia de dias; la de las estaciones del año; la vicisitud de los tiempos, y los demas fenómenos que experimentamos.

En los capítulos antecedentes quedó ya indicado, aunque en términos generales, como podian causar la variedad de las tres diferentes posiciones de la esfera la diversa colocacion, en que se contemplaban las lineas zenit-nadir, y la de sus respectivos horizontes. Se dió á entender que el mayor, ó menor ángulo, que estos horizontes formasen con el equador, y que la situacion de las lineas zenit-nadir, mas, ó ménos distantes de este círculo máximo y de los polos, producian la desigual duracion de los dias y noches; diversa la denominacion de las zonas; y aquellas diferencias en fin, que sorprenden al que no exâmina atentamente el órden con que camina la tierra en sus movimientos *anuo* y de *rotacion*.

Habiéndose manifestado tambien como por medio del movimiento de rotacion de la tierra parecian nacer, llegar al meridiano, y ocultarse los as-

tros, ya no nos queda sino el aclarar las ideas anunciadas en el párrafo antecedente; para lo qual se hace indispensable tener presentes las siguientes averiguaciones, ó datos.

1.º La tierra durante todo el movimiento en su órbita al rededor del sol, mantiene á su exe en la misma direccion; esto es, el exe es paralelo á sí mismo y al del mundo, del mismo modo que conserva su direccion hácia el norte la brúxula, que conocemos por mas vueltas que se dén á la caxa en que se halla la aguja. Persevera por consiguiente este exe formando con el plano de la eclíptica el ángulo de 66° y $31' \frac{1}{2}$.

2.º Como por su figura y colocacion no puede dexar de ser iluminada por el sol la mitad, ó poco mas de la superficie de la tierra mientras se halla en las tinieblas, ó sombra (ocasionada por su opacidad) la otra media parte, es conseqüente el que los dias y las noches no sean otra cosa que el tiempo empleado por los varios puntos, ó lugares de la superficie en andar con el movimiento de rotacion estas porciones, iluminada y obscurecida. Será pues mayor el dia, y la noche menor, quando por la situacion de su linea zenit-nadir y de su respectivo horizonte se vea un pueblo precisado á correr un arco iluminado mayor que el obscurecido; como tambien habrán de ser iguales los dias á las noches siempre que sean iguales entre sí las porciones iluminada y obscurecida, por donde camina, ó debe atravesar qualquier punto que se considere en la superficie de nuestro globo.

3.º Círculo *Terminador de la luz* llamaremos á la señal, ó límite, que indica el fin de la luz y el principio de la sombra, que circuyen á la tierra: será

Fig.

Fig. por consiguiente el terminador de la luz un círculo máximo y el anuncio de la duracion, que deben tener el dia y la noche.

Por medio de estos datos, con solo el exámen de la diferente posicion que van tomando en cada grado, ó punto de la órbita (que describe la tierra) el círculo terminador de la luz y las partes de su superficie, ó las lineas de zenit-nadir y sus diversos correspondientes horizontes, quedarán resueltos y explicados los fenómenos y causas de las vicisitudes, que notamos.

32.^a Supóngase que la tierra llegó en su órbita A C D E (Fig. 32) al punto A, ó signo de la *Balanza*, el sol S parecerá que se encuentra en D, signo del *Carnero*, y no dudarán los habitantes de ella en atribuir á esta colocacion aparente del sol los efectos, que experimentan, y que son producidos por la situacion que tomó la tierra en este punto de su órbita. Primeramente quando está en este signo la tierra, como se cortan en él los planos de la eclíptica y equador, segun lo dicho en la primera Parte, vienen directos sobre la superficie del globo, ó perpendiculares al plano, en que se puede considerar el exe de la tierra, los rayos del sol, que prolongados lo cortan en ángulos rectos, coincidiendo con el plano del equador. Ya no se hará extraño el que nos parezca en este caso que el sol se mueve en el mismo equador, quando en fuerza del movimiento de rotacion todos los puntos de este círculo máximo terrestre H I pasan por debaxo de la direccion de los rayos de este astro. Segundo : siendo perpendicular al exe O P de la tierra la direccion de los rayos del sol, el círcu-

lo terminador de la luz P Y O L, ó F G G deberá pa-
 sar indispensablemente por los polos O, P, cortan-
 do como un meridiano al equador y á todos sus para-
 lelos en dos mitades, iluminada la una, y la otra
 envuelta en obscuridad. De aquí es fácil el inferir,
 que siendo el movimiento diario de la tierra sobre
 su exe el que forma con los puntos de su superficie
 este equador y todos sus paralelos, deberán tar-
 dar estos mismos puntos igual tiempo, (por ser
 uniforme el movimiento de rotacion) en andar ca-
 da mitad (ya sea iluminada, ú obscura) de su
 diaria revolucion; y de suceder esto así viene el
 ser las noches iguales á los dias quando nos pare-
 ce que el sol entra en el signo del *Carnero*, sien-
 do efecto de nuestra colocacion en el signo la *Balan-
 za* de la órbita que describimos. Son pues en este ca-
 so los dias iguales á las noches, si exceptuamos los
 polos, para uno de los quales nace el sol en este dia,
 y se esconde para el otro, empezando aquella larga
 ausencia de seis meses, que debe hacer quando está
 dando el largo dia al opuesto polo. Qualquiera que
 sea la latitud M de un Pueblo (de Madrid por exem-
 plo) siendo el semicírculo M N iluminado igual al
 que está entre las sombras, como tiene que andar
 ambos semicírculos en 24 horas la Villa de Madrid
 con su movimiento de rotacion, se sigue que ha
 de tener la igualdad anunciada.

Si como forma un ángulo de $66^{\circ} 31' \frac{1}{2}$ fuera
 recta, ó perpendicular la colocacion del exe de la
 tierra respecto de la eclíptica, no se diferenciaria
 esta del equador, y nunca se apartaria la direc-
 cion del sol del plano de este círculo, dando por
 consiguiente á la tierra todas las noches y dias

Fig. iguales ; pero como no es así, apenas empieza la tierra á caminar (con su exe O P paralelo al del Mundo R B) hácia el signo *Escorpion*, de este hácia el *Sagitario*, y de este en fin hasta el de *Capricornio*, quando varia la direccion de los rayos del sol respecto de su exe O P, y parece que empieza tambien á moverse el sol con igual movimiento hácia el signo *Toro*, de este al de los *Gemelos*, y de aquí hasta tocar el signo del *Cangrejo*, luego que llega la tierra al de *Capricornio*. Atribuyen, pues, los hombres á este movimiento aparente del sol las novedades que experimentan al correr esta parte de la órbita.

Como al salir de la *Balanza* se mudan los dos ángulos rectos (que hacía con el exe O P de la tierra la direccion S A de los rayos del sol) en dos obliquos, agudo el uno, y el otro obtuso, es indispensable el que dexe de pasar el terminador de la luz por uno de los polos, por aquel precisamente hácia quien forma el ángulo obtuso la direccion del sol, que no puede iluminar sino el emisferio señalado por un plano que le sea perpendicular. Esta obliquidad de los dos ángulos y su desigualdad irán creciendo mas y mas en la razon de lo que se aleja la tierra de los puntos equinocciales, y al entrar en *Capricornio* ya se hallará en F G el diámetro del círculo variable, ó el del terminador de la luz, que habrá aumentado el ángulo que indica la mayor obliquidad en la direccion de los rayos del sol. El plano que se considere pasar por F G señalará sobre la superficie del globo en esta nueva posicion (como en todas las demas) el círculo terminador de la luz. La situacion aparente del sol y la

direccion de sus rayos (que cae precisamente, coio- cada la tierra en el *Capricornio*, sobre el trópico del *Cangrejo*) hará creer que el sol describe en aquel dia el mismo trópico paralelo al equador, y se le atribuirán todas las conseqüencias, que de aquí resultan. En esta situacion ya la sombra ha ocupado toda una zona fria, la Austral en nuestro caso, supuesto en O el polo Arctico, y quedará enteramente iluminada la Septentrional. Como la sombra fué ganando poco á poco todo este espacio, igualmente que la luz el suyo, conforme iba creciendo la obliquidad de los rayos del sol respecto al exe de la tierra, ya habrán girado muchas veces con el movimiento de rotacion en la sombra y en la luz algunos de los pueblos contenidos en estas zonas, y se habrá verificado entre ellos la diferencia de dias y meses de una continua luz, ú obscuridad, segun se alejan, ó se arriman á los polos, desde donde empiezan á extenderse sobre las dos zonas las tinieblas y la luz, que las cubren alternativamente. Aunque no con tanto exceso tambien habrá ido creciendo la desigualdad de los dias y noches en las demas zonas, pues que creció cada vez mas la obliquidad, con que corta los paralelos al equador el terminador de la luz, porque quedando divididos los círculos diarios, descritos por los puntos de la superficie, en partes desiguales, era forzoso que tardasen mas en andar la parte iluminada, si fué la mayor, ó la obscura si excedia á la iluminada. Colocándose la tierra en *Capricornio*, se verifica para ella uno de los *Solsticios*, porque esta situacion es la mayor distancia de los equinoccios á que puede llegar, igualmente que la

Fig.

Fig. mayor obliquidad , que puede adquirir respecto del exe de la tierra la direccion de los rayos del sol, que no pasa por esta razon de $23^{\circ} 28' \frac{1}{2}$ que es lo que falta al exe de la tierra para ser perpendicular al plano de su órbita. Aquí son cortados por el terminador de la luz F G en partes las mas desiguales todos los paralelos al equador , y es su consecuencia la mayor desigualdad entre los dias y noches , y el ser estas las mas cortas del año para los que habitan el emisferio Boreal , resultando por lo mismo el que sean los dias de mayor duracion, como tambien el que sucedan efectos enteramente opuestos para los que se hallan en el emisferio Austral ; y esto siempre con proporcion en ambas partes , y en cada una de ellas , á su diferente latitud , ó distancia del equador. No por esto padecen semejantes desigualdades los que habitan baxo de este círculo equinoccial : qualquiera que sea el ángulo , que forme con el exe de la tierra el terminador de la luz , como este plano debe pasar por el centro de ella , siempre ha de cortar en dos partes iguales al equador , de donde será uno de sus diámetros la comun seccion : resulta por consiguiente en todas las situaciones del globo en su órbita igual a la porcion de equador iluminada la que se halla oculta en la obscuridad ; esto es , experimentarán estos habitantes los dias iguales á las noches en qualquiera posicion , que tome el círculo terminador.

Para los del polo Arctico O , el sol , despues de haber empleado tres meses en subir sobre su horizonte , se halla en su mayor elevacion , que es la distancia entre el trópico del Cangrejo y el equa-

dor, de la qual no podrá retroceder hasta el horizonte, sino al cabo de otros tres meses, que con los empleados en subir forman, aquel continuado dia de seis meses, que experimentan los extremos del exe de la tierra, ó los que habitan baxo de los polos. Fig.

Respecto á los del polo Antártico P (de quienes se halla, al ocupar la tierra este punto de su órbita, en la mayor distancia, ú obliquidad posible la direccion de los rayos del sol) se verifica la mitad de aquella larga ausencia, que no finaliza hasta que, continuando la tierra el giro de su órbita, llega al signo del *Carnero*, el segundo de los dos puntos equinocciales. Entre los pueblos inmediatos á los polos habrán entrado sus giros de rotacion 7 8, 9 10, ya en la luz, ya en las sombras, con la anticipacion y duracion proporcionadas á la mayor, ó menor inmediacion de los polos, desde los quales vimos, que se extendian la obscuridad y la luz sobre las zonas frias : de donde resulta el haber de ser de meses la diferencia de las noches, ó de los dias entre pueblos mas distantes los unos que los otros de su respectivo polo, siendo mas corta su duracion quanto mas se arrimen á los círculos polares. Estas diferencias diéron motivo á dividir cada una de estas zonas frias en seis fajas de diferente latitud, que se llamaron *Climas*, como queda dicho en la Parte primera.

Los que se encuentran baxo de los círculos polares X Y, Q V experimentan en esta situacion de la tierra, los del Arctico X Y un dia de 24 horas seguido y sin noche; y una noche no interrumpida del mismo número de horas los del Antártico Q V;

Fig. porque el terminador de la luz F G no hace mas que tocar en X y V los círculos de rotacion, que describen estos puntos, y no los corta, quedando expuestos á la claridad, ó tinieblas, que ocasiona el terminador al verificarse esta situacion del globo.

Para los que se hallan baxo del trópico del *Cangrejo* T K, supuesta la tierra en la misma situacion, es perpendicular la direccion del sol, siendo este dia el de la mayor duracion para sus habitantes, y la noche la menor, por cortar el círculo terminador F G al de la diaria revolucion T K en partes 2 K, 2 T mas desiguales que en los demas dias. Para los del trópico del *Capricornio* serán encontrados los efectos, pero con la misma razon; porque en una y otra parte las porciones de arco iluminado 1 2, y del obscurecido 3 4, son las mayores que se pueden añadir á las semidiarias revoluciones 1 K, 4 Z dentro de los triángulos 1 C 2, 3 C 4, formados por el terminador.

Todos los pueblos en fin extendidos desde el equador hasta los círculos polares tendrán en la supuesta situacion de la tierra los dias mayores que las noches en el emisferio septentrional, y todo lo contrario en el meridional; pero con la precisa diferencia que debe resultar de su mayor, ó menor latitud, siendo tanto mas desiguales los dias á las noches, quanto mayor sea la distancia de un pueblo al equador. Esta comparacion de distancias, ó latitudes y el exceso de las diferencias, que resultaron, dió origen á que se dividieran tambien en climas (llamados *de bora*, porque se van excediendo en media hora sus dias) estas porciones de la superficie de nuestro globo. Queda manifestado en la Par-

Fig. 34

Fig. 35

Fig. 36

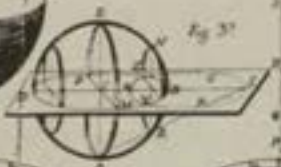
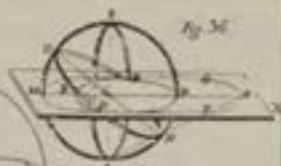


Fig. 38

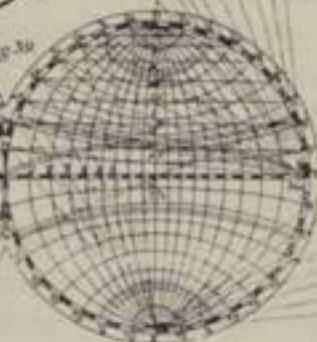
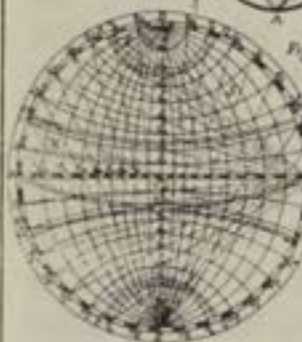


Fig. 40



THE STATE OF NEW YORK
IN SENATE
January 10, 1901.
REPORT
OF THE
COMMISSIONERS OF THE LAND OFFICE
IN RESPONSE TO A RESOLUTION
PASSED BY THE SENATE
MAY 1, 1899.
ALBANY:
J. B. LIPPINCOTT & CO. PRINTERS.
1901.

te primera el número y extension de los climas, que se figuraron. Se ha dicho "todos los pueblos extendidos desde el equador hasta los círculos polares" porque entre estos círculos y los polos no se observa dentro de las 24 horas (que tarda una revolucion de la tierra sobre su exe) la variedad de día y de noche: son de muchos días, y aun de meses las diferencias que resultan de la mayor inmedicacion al polo, como queda indicado.

De todos los pueblos contenidos entre el equador y círculos polares, solamente los que se hallan entre el equador y trópicos, vén sobre sí al sol perpendicular, lo que sucede dos veces al año, que son quando pasa la tierra desde los equinoccios A, D á los solsticios C, E; y una los de los trópicos, que es luego que ocupa los puntos de *Capricornio* y del *Cangrejo*: los demas advierten que el sol se arrima y se aleja de su zenit, sin tocarlo nunca, conforme se arrima, ó se aleja la tierra de los puntos solsticiales.

Los que habitan baxo del equador en todas las situaciones de la tierra en su órbita, tienen siempre el día igual á la noche, y vén sobre sí al sol dos veces al año en los equinoccios, y dos distante 23° y cerca de medio de su zenit en los solsticios.

Si continúa la tierra su movimiento en la órbita, saliendo de *Capricornio* pasará por el *Aguador*, y los *Peces* hasta tocar en el punto D, ó el signo del *Carnero*, que es el otro equinoccio. El sol habrá parecido que, tocando los signos del *Leon* y de la *Virgen*, llega al de la *Balanza*, aunque nunca dexa de ser el centro, ó foco de la órbita, que describe nuestro globo, y continuarán los hombres en atri-

Fig.

Fig. buir á esta ilusion óptica los efectos, que experimente la tierra puesta en el signo del *Carnero*, y en el camino que tuvo para llegar á este equinoccio.

Como desde el instante que emprendió su movimiento hácia el *Carnero*, fué arrimándose á la situacion que tuvo en el signo de la *Balanza*, se disminuye la obliquidad de la direccion de los rayos del sol sobre el exe de la tierra con la misma proporcion con que creció, al separarse de la *Balanza* hácia el signo *Capricornio*. Habrán de ser, pues, encontrados, ú opuestos á aquellos, los efectos que cause esta disminucion de obliquidad, ó este arrimarse mas y mas el diámetro FG variable del terminador á identificarse con el exe de la tierra, ó su plano con el del meridiano correspondiente $PKOH$; irán por consiguiente disminuyendo las diferencias que se experimentaban entre los dias y las noches. Parecera que se aleja del trópico del *Cangrejo* el sol, y que todo tiende á igualar los dias con las noches; porque se arrima á identificarse con el plano del equador la direccion de los rayos del sol: disminuirá para el polo y emisferio Septentrional la elevacion de este astro, y empezará á dexarse ver en el horizonte del polo Austral: pero como son tres los signos que median para llegar á este punto equinoccial, son tres los meses que emplea la tierra en llegar al signo del *Carnero*, ó momento de igualdad; aquí es en donde vuelven á verificarse los mismos efectos, que causó la direccion de los rayos del sol, quando ocupaba la tierra en su órbita el signo de la *Balanza*: esta reflexion nos exíme de repetirlos.

Al salir del *Carnero* la tierra para continuar el movimiento en su órbita, vuelve á verificarse la

obliquidad de la direccion de los rayos del sol respecto al eje de la tierra, del mismo modo que se experimentó al salir de la *Balanza* para ocupar el signo de *Capricornio*. Pasa, pues, por el *Toro* y los *Gemelos*, y se encuentra en el signo del *Cangrejo*, en donde se forma el otro solsticio, porque no puede, sin salir de su órbita, alejarse mas la tierra, ni crecer la obliquidad de los rayos del sol. En todo este movimiento de nuestro globo habrá parecido a sus habitantes que el sol corrió por los signos del *Escorpion* y *Sagitario* para llegar al de *Capricornio* y persuadidos de esta ilusion, atribuirán á este astro todos los efectos que experimenten. Estos serán los mismos que quedan explicados, quando se dixo su movimiento desde la *Balanza* al signo de *Capricornio* con sola esta diferencia, que son hácia el emisferio Austral las adquisiciones, que va haciendo la luz, y hácia el nuestro, ó Boreal la extension de las tinieblas.

Colocada la tierra en el *Cangrejo* experimentará lo mismo que quando se halló en el signo de *Capricornio*, en el qual parecerá que se encuentra el sol en este caso. Serán, pues, unos mismos los efectos, sin que haya mas variacion que la de ser para el polo Antártico, zonas y emisferio del mismo nombre los fenómenos, que sucedieron para el emisferio Arctico, quando se hallaba nuestro globo en el signo de *Capricornio*. En esta situacion de la tierra (en el *Cangrejo*) será quando experimentemos las noches largas y los dias de corta duracion, la obliquidad mayor de los rayos del sol y su crecida distancia de nuestro zenit; y entónces finalmente verán los pueblos Septentrionales quanto

Fig.

Fig. experimentáron antes los del emisferio Antártico.

Continúa su movimiento la tierra, y arrinándose despues de pasar por los signos del *Leon* y *Virgen* al de la *Balanza*, vuelve á darnos aquella luz, é igualdad de dias y noches, experimentada, quando se halló en el mismo signo. El sol parecerá que corre los signos *Aguador* y *Peces* en este tiempo, para llegar al del *Carnero*. Al caminar la tierra desde el *Cangrejo* hácia la *Balanza* se habrá disminuido la obliquidad de la direccion de los rayos del sol, y el diámetro variable *FG* del terminador habrá caminado á identificarse con el exe de la tierra. Resultarán por consiguiente los mismos efectos, que quando se movió la tierra desde el signo *Capricornio* hácia el del *Carnero*, y solamente se diferenciarán en que el polo Arctico sentirá en este caso las conseqüencias, que sintió entónces el Meridional, y nuestro emisferio Septentrional lo que el Antártico en aquella ocasion. Tambien se podrá notar la aceleracion de 8, ó 9 dias, que emplea de menos el movimiento de la tierra en estos signos y los tres antecedentes. Siendo elíptica la órbita, que describe la tierra (como se vió en la primera Parte), su afelio está en el signo de *Capricornio* y en el del *Cangrejo* su perihelio: se probó en la Parte citada que debe acelerarse el movimiento de la tierra en los signos contiguos á este punto de su órbita, como tambien retardarse en los que se avcinan al afelio, ó distancia mayor.

Queda al parecer bastantemente explicado el modo con que se forman estas diferencias de dias y noches, ya cortas ya largas: este dia de 24 horas, que se experimenta en los círculos polares: esta pre-

sencia del sol por seis meses en el horizonte del un polo, y la ausencia de igual duracion en el del otro: esta igualdad continuada de dias y noches, que tienen los habitantes del equador: esta noche igual al dia que se experimenta en toda la tierra, menos en los polos y sus inmediaciones: este alejarse el sol en la apariencia de unos climas y arrimarse á los otros; y esta direccion en fin perpendicular y obliqua de los rayos del sol, experimentada por los pueblos, siempre conforme con su mayor y menor latitud, ó distancia al equador. Igualmente fácil se hará (comprehendidos estos principios) la explicacion de las estaciones, que sufre la tierra durante el año, ó mientras concluye una revolucion entera en su órbita al rededor del sol. Fig.

Quando la tierra se halla situada en el signo de la *Balanza*, ya nos parece que se acercó el sol considerablemente al zenit nuestro, y la mayor duracion de los dias con la templanza, que causan en nuestra atmosfera los rayos del sol (no tan obliquos, como lo eran antes, al ocupar la tierra el signo del *Cangrejo*) nos dá un tiempo benigno, que llamaron *Primavera* los hombres. Llenos de sucos y humedad, que dexó el Invierno, los campos y las plantas despliegan sus hojas y flores, al sentir algun calor; que dilata sus fibras y conductos, facilitando tantas y tan hermosas producciones como celebrames. Durante tres meses esta agradable estacion, y mientras camina la tierra á situarse en el signo *Capricornio*, se aumenta con el mayor arrimo de la direccion de los rayos del sol al zenit nuestro su actividad. Van siendo menos obliquos y mas activos por consiguiente estos rayos para nuestro emisferio, y empiezan

Fig. á condensarse con el mayor calor los humores y sucos, que circulaban en las plantas y tierra. Sazonanse por grados los frutos, y se disponen para que despues de estos meses puedan ser recogidos y llenar las esperanzas del labrador, que los regó con su sudor al cultivar los campos.

Son fuertes ya los calores desde que llega el sol al signo de *Capricornio*, y continúa hácia el del *Carnero*; porque se caldea la atmósfera no solamente por los rayos menos obliqüos que envia el sol, sino tambien por los que rechaza la tierra endurecida. Se llamó *Verano* el tiempo en que se experimentan todos estos efectos.

Retrocede, ó continúa su movimiento la tierra, y al fin de tres meses que duró el verano, pasa á ocupar el signo del *Carnero*. Acaban de madurar los frutos; cesa la circulacion de las humedades y sucos en las plantas; continúa el calor, que reconcentrado ya en la tierra, se sostiene facilmente aun en medio de la mayor obliqüidad, que van adquiriendo los rayos del sol; y recogen los hombres el pago de su afán. Este tiempo feliz, que se llamó *Otoño*, es el mas gustoso período, que experimenta la raza humana, asegurada de su alimento, ó subsistencia para todo aquel año venidero.

Crece la obliqüidad de los rayos del sol, se aleja de nuestro zenit todo lo posible (despues de los tres meses que dura el otoño) la direccion de este astro, y expuestos á una noche larga y dia de corta duracion, son los hombres, el campo y las plantas víctima de la intemperie, lluvias, yelos y nieve, que son acarreadas á nuestro emisferio por los frios nortes y otros vientos, y por la diseminacion de

abundantes materias, nitro y otras sales en la atmósfera, que coartan todos nuestros poros y fibras, como los de las plantas y tierra, despojada ya de todo su verde y adornos. A esta casi decadencia y enfermedad de la naturaleza llamáron *Invierno* los hombres, y sufren en los tres meses que dura, (hasta que vuelve la tierra al signo de la *Balanza*) todas las incomodidades. En la otra zona templada, en la Austral, son unos mismos los efectos, y solamente se diferencian en que es otoño para esta lo que fué primavera para la Septentrional; invierno el estio; y así de los demas tiempos, ó estaciones del año. Fig.

La zona tórrida, llamada así por los que la creyeron inhabitable (¡semejantes errores produce el adherir ciegamente á los dictámenes de la imaginacion, quando no quiere apoyarse en las observaciones y experiencia!) aunque debiera tener repetidos veranos y estaciones respecto al duplicado arrimo y alejamiento del sol, solamente experimenta dos: el invierno, ó el tiempo de las lluvias, de las tormentas y del fresco, (que es precisamente en cada punto, ó parage de ella, quando se encuentra sobre él perpendicularmente la direccion de los rayos del sol) y el verano, que es quando se aleja mas de ellos este astro. La disposicion de los montes, lagos y rios; las inmediaciones del mar; el mayor acopio de vapores, que exálan las aguas; y la tierra mas calentada en esta parte, todas concurren á producir un efecto tan singular: ¿contribuirá acaso el movimiento de rotacion, que por la fuerza centrífuga, de que es la causa, puede ir echando hácia esta zona lo mas denso de los

Fig. vapores y del ayre desde los climas adyacentes, y serles á estos vapores mas fácil el acopiarse en el vacío (digamoslo así) que resulta de la extraordinaria rarefacción, que debe verificarse en la atmósfera del parage en donde son perpendiculares los rayos del sol?

Sin recurrir á la suposicion de moverse el sol al rededor de la tierra, creemos haber indicado el mecanismo, con que se obran todos los fenómenos, que sobre dias, estaciones y vicisitudes de la tierra se ofrecen al que la contempla. Su figura fué el objeto de nuestras reflexiones y solicitud de noticias; su magnitud se creyó del caso para poderla describir acertadamente; y su movimiento en fin pareció que pedia un exámen mas prolixo para que pudiera admitirse. Con esta mira se intentó hacer palpable la causa y modo con que se obran tantas variaciones, que arguyen la sabiduría suma del Criador, que las hace servir para la conservacion de sus obras maravillosas, dignas de nuestro estudio y admiraciones.

C A P I T U L O II.

Produxeron la mayor utilidad los círculos, exe y puntos imaginados. Es consecuencia de su hallazgo el ser fácil representar la tierra en globos artificiales y mapas.

Aun era poco el haber dado una norma, ó camino seguro á la razon del hombre para que llegara á poner en cierto arreglo y sucesion ventajosa las ideas y conocimientos, que podia adquirir sobre la formacion y causas de las variaciones, dimanadas de los

movimientos, que arrebatando la tierra, la obligan á los giros indicados, y sobre la disposicion de todas sus partes. Era forzoso hacer ventajosas á la sociedad y bienestar de los hombres las luces adquiridas; y la precision del comercio ofreció oportunas ocasiones para la aplicacion que podian tener en sus descubrimientos y proyectos.

A la verdad ¿de qué serviria el saber que el eje de la tierra coincide sensiblemente con el del mundo, que sus polos corresponden á los de la esfera celeste, que el equador corta la tierra en emisferios iguales, &c. &c.? ¿De qué hubiera servido si no pasaran de esta teoría los esfuerzos de la razon? ¿Acaso hubiera logrado algun bien real con saber que se llamaba *Latitud* la distancia, que tenia del equador qualquier punto de la tierra, y *Longitud* el número de grados del equador, que median entre un meridiano, escogido para principio de esta cuenta, y el que pasa por el lugar, cuya longitud se pretende saber? Con llamar esferas *recta*, *obliqua* y *paralela* á las tres posiciones del eje de la tierra, y de la linea zenit-nadir respecto del equador ¿qué medios habia conseguido el hombre para atravesar los mares, comunicarse con sus semejantes, y cambiar el sobrante de las producciones de aquella tierra, que cultivaba, con otras de apartadas Regiones y climas, que siempre diéron frutos diferentes? Inútil hubiera sido su cuidado, inútiles el estudio y observaciones, á no haber pasado á la aplicacion práctica de sus razonamientos y conjeturas.

Así fué: no bien supo indagar el semidiámetro de la tierra, valiéndose de la medida de aquel terreno preciso, para que apareciese elevarse de un gra-

Fig. do el astro, ó estrella que miraba atentamente, ó bien por medio de la observacion de la distancia y desnivel de dos puntos, ó montañas crecidas, quando se atrevió á dar extension conocida á las diversas Regiones del globo que habitamos. Era demasiadamente sensible la duracion de un continuado dia de 24 horas; el ver perpendiculares sobre sí los rayos del sol; y el ponerse en un parage en donde nunca fuesen desiguales las noches á los dias, para que no apuntara el hombre con cuidado la separacion, las leguas y los grados que se hallaban entre los puntos, en que habia observado efectos tan diferentes. Quiso conservar escritas, ó representadas con caractéres que le recordasen tan útiles noticias, y en ellos tuvieron su principio las Cartas geográficas, los mapas y los globos, que con tanto esmero se construyen hoy para hacer inteligibles á todos las dimensiones y colocacion de las partes de esta tierra, que nos alimenta y sostiene.

Averiguada la figura de la tierra, ya no tuvieron que hacer los hombres muchos esfuerzos para ir colocando con orden las zonas, climas, exe, eclíptica y demas puntos, que explicaban aquellas tan sensibles diferencias. Ya se asignaron en leguas, ó medidas conocidas toda su extension y prolongaciones; y despues que ayudados de la Astronomía, observáron la diferente longitud y latitud de los parages habitados, les ocurrió como cosa fácil dibuxar la tierra, ó los objetos de su reparo sobre una carta, en que podian señalar sus medidas y averiguaciones.

Fuéron creciendo los conocimientos con la ex-

periciencia; perfeccionábanse los medios sugeridos, y quando alcanzáron en una propiedad inferida de la Geometría, la razon con que disminuye el valor del grado en cada uno de los paralelos, ó círculos menores paralelos al equador, aprendiéron á medir la distancia, aun entre puntos, que no podian abrazar por las aguas, ú otros embarazos. Llegó á los términos en que la vemos hoy la industriosa indagacion de la razon humana, y se vió señalada con la mayor exáctitud la posicion de la tierra y mares, que componen la superficie de este globo, ó planeta que es nuestra habitacion.

Como no difiere mucho del diámetro del equador el exe de la tierra, fué concedido á los Geógrafos el que representen con globos perfectamente esféricos la solidez esferoydelata, ó el elipsoyde que ocupamos; y como se compone de tierra y agua su superficie, se distinguió entre los demas cuerpos que giran al rededor del sol, con el nombre de *Globo Terraqueo*, por mas que parezca y pueda inferirse que á lo ménos en muchos de ellos se verifica la alternativa de éstos dos elementos.

La construccion, pues, del globo terraqueo artificial tan cómodo para dar á entender las propiedades del verdadero, será el objeto de las siguientes questões, comó tambien el representar porciones de esta tierra y agua, que ocupan la superficie, en cartas particulares y mapas, mas ó ménos extensos, segun sean las miras que motivan su construccion.

Se trata de construir un globo terraqueo artificial, en el que se representen las diversas partes

Fig. de la tierra y mares, que componen la superficie del globo terraqueo verdadero.

22.^a Para conseguirlo elijase un globo, ó bola, que ha de servir para el intento, y constrúyase (Fig 22) un horizonte ó círculo ancho y sostenido de pilares; un meridiano correspondiente de bronce; un cuadrante del mismo metal, por cuyo encaxe en el meridiano pueda moverse y correr en todo él; un círculo horario colocado en uno de los polos; y en una palabra toda la armazon conforme á lo que se advirtió para la esfera celeste artificial en el capítulo IV. de la Parte primera. Siguiendo el mismo método allí explicado, trácense sobre la bola el equador, trópicos, círculos polares, meridianos y climas; pero en vez de marcar por medio de la declinacion y ascensiones rectas, ó longitudes, &c. las estrellas, colóquense en la superficie del globo destinado, valiéndose de la longitud y latitud ya indicadas, los puntos principales, que forman la figura irregular de los continentes, islas, mares, rios &c; pásense líneas por todos hasta que resulten cerradas las figuras y representacion de las partes, que constituyen la superficie de nuestro globo; y dados sus nombres á las diversas Regiones y Provincias en que se divide, se tendrá el globo terraqueo artificial, que se deseaba.

Debemos advertir que aunque convenimos con el método dado (que es el comun) en quanto al modo de trazar el equador y demas círculos, como también con la regla dada para colocar los Lugares y Países en la superficie del globo, disintimos por lo que hace la armazon indicada, excepto en la colocacion y uso del cuadrante de

bronce movable en el meridiano. El uso que pensamos hacer del globo artificial y de los círculos que lo rodean, nos obliga á las siguientes variaciones.

1.^a Lo que es horizonte *a T b* en la armazon anterior será *Terminador de la luz*, y su construccion deberá consistir en un círculo no tan ancho ni tan grueso como antes, colocado con union al meridiano, á quien cortará por medio en ángulos rectos (Fig. 21).

2.^a El meridiano *L E I S* no ha de ser en nuestra construccion movable como en la anterior, y servirá apoyado en un pie de suficiente extension para mantener al globo dentro de sí y á los círculos que lo envuelven. Desde los puntos *A, B*, ó parages en que atraviesa por su grueso el exe del globo, deberá haber unos huecos, ó canales *A I, A L, B I, B L*, de la extension de 26° á una y otra parte para moverse por ellos el exe del globo, y subir hasta la altura de $23^{\circ} \frac{1}{2}$, quando convenga que forme con el plano del terminador este mismo ángulo. En el emisferio superior *a r s b* tambien en su grueso debiera tener el meridiano otra abertura, ó canal *r s*, que dé paso á un plomo, que baxe suspendido por un hilo desde una bola dorada, que se apoyará sobre el terminador de la luz con quatro, ó ménos pies, de suerte que sea su polo, y pueda representar al sol.

3.^a El horizonte en nuestra construccion habrá de ser un círculo *H O*, que ciña al globo y se una con él por medio de dos clavijas, ó tornillos para girar juntos quando convenga, sin variar de posicion: en lo ancho de este horizonte (que será todo el claro que quede entre el globo y el meridia-

k ij

Fig.

21.^a

Fig. no) se describirán las mismas divisiones, círculos y rumbos, que en el horizonte de la construccion comun, para que puedan tener los mismos usos. Este horizonte varía de posicion siempre que son distintos los puntos del globo que entran á ser considerados, y toma la que corresponde á los respectivos horizontes racionales de cada uno.

4.^a y última. Los extremos del exe A B tendrán unas roscas, ó hembras x , que sujeten al globo en la situacion que se le haya dado; pero á fin de que pueda moverse en torno de sí mismo el exe, y quedar afirmada, ó sujeta su direccion, cada rosca hembra habrá de sujetar, no al exe, sino á una pieza fina, (que no tendrá mas movimiento que por lo largo de la canal L I) en cuya mitad habrá un agujero, por donde atraviase el exe, y pueda moverse libremente. A la una de estas dos piezas, que sujetan al exe, podrá unírsele por la parte exterior X un círculo horario $m n$, en el que como en la armazon comun, una aguja, ó mano P, colocada en el extremo B del exe, señalará los movimientos del globo sobre su exe.

Como todo el meridiano está dividido en quatro quadrantes, subdivididos en grados del mismo modo que en la armazon comun, en su plano, y siguiendo paralelamente la convexidad del círculo, se hará una abertura sutil por todo lo largo de la canal L I en ambas partes, á fin de que una punta, ó estilo de acero pueda correr con la pieza, que lleva al exe, en la qual deberá clavarse con rosca muy fina, y que no impida el movimiento del exe en torno de sí mismo. Tales son las variaciones, que será preciso tener presentes, quan-

do se indique el uso del globo terraqueo artificial, que proponemos. Fig.

Si se quiere que este dibuxo, ó demarcacion de la superficie del globo, no se haga sobre la misma bola, sino en un papel dispuesto para que pueda sobreponerse despues de dibuxado, y si solo se intenta dar una idea del modo de construirlo y de su figura, hágase lo que se advirtió para el segundo método de construir la esfera celeste en el mismo capítulo de la Parte citada; y marcando en las divisiones del papel las porciones correspondientes de tierra y mar en vez de los asterismos y estrellas, que se señalaron en aquella parte, quedará conseguido el intento.

Pero si ocurriese ser precisa alguna mayor exactitud y acierto, como el contorno y términos de cada uno de estos doce retazos, ó segmentos, que deben cubrir el globo, son curvas esféricas segun la construccion propuesta, no debiéndolo ser rigurosamente, darémos la que ha mostrado la experiencia ser mas exacta, atendidas la extension y variaciones, que adquiere el papel con la humedad de la cola, al pegar las divisiones, y colocarlas sobre el globo.

Elegido el globo, que debe cubrirse, con la mitad de su diámetro A B (Fig. 33) describase un 33.^a
quadrante A C; divídase en tres partes iguales con los puntos E, D, y la una de ellas A E en dos iguales en F; tírense las cuerdas A E, A F, y tómese A F para mitad ax de la anchura del segmento, que se vá á construir, y sobre la x P, levantada perpendicularmente á la ax en el punto x (Fig. 34) el triplo de la A E, que será la mitad 34.^a

Fig. de su longitud; sobre el duplo de ax , ó sobre la ac , describase un semicírculo aqc , y dividiendo cada quádrante qc , qa en nueve partes qm , mn ; no &c. ó en mas si conviniere por haberse dividido la xP en nueve, ó mayor número de partes iguales XL , LK , KY , &c. se tirarán por estas divisiones rectas paralelas, por las de la xP al diámetro ac del semicírculo y por las de los quádantes á la xP ; estas paralelas se irán cortando en los puntos R , S , M , N &c. H , D , E , G , &c. y pasando una curva por todos ellos y los puntos P , c , a , quedará descrito un medio segmento; repetida la misma construccion al otro lado de la ac , y trazando doce segmentos iguales se tendrá cubierto el globo como se pedia.

En cada uno se habrán de delinear las porciones de meridianos y círculos paralelos al equador como los trópicos, círculos polares, &c. igualmente que las porciones de superficie terraquea que corresponden á cada segmento. Para lo primero divídase cada anchura ac de los segmentos en tres partes iguales con los puntos r , t , y tírense desde ellos al punto P , curvas poco convexas, con lo que quedarán trazados los meridianos de diez en diez grados. Para lo segundo, si se dividió la xP en nueve partes iguales, divídase en las mismas cada una de las curvas $PNMSRc$, $PHDEGa$, y haciendo pasar círculos por cada tres de estos puntos correspondientes en cada segmento, se tendrán las porciones de arco que reunidos deben formar los paralelos de diez en diez grados. Para trazar los círculos polares y trópicos, se considerará dividida la xP en noventa partes iguales, y en las

mismas las dos curvas PSc , PEa ; de cada segmento, señalando en la Px y en cada curva puntos á distancia de $23\frac{1}{2}$ de estas partes, y $66\frac{1}{2}$ del punto P , y haciendo pasar por ellos arcos de círculo, se tendrán las porciones de trópicos y círculos polares, que con su reunion los formarán en el globo. Para lo tercero divididos ya por las anteriores operaciones los segmentos en círculos de longitud y latitud, váyase colocando en cada uno de ellos el terreno, ó Pais, que corresponda con arreglo á su longitud y latitud, y resultará la colocacion de las partes del globo segun se deseaba. Fig.

Si se quiere poner la eclíptica en estos segmentos, tomando un punto del equador para que sirva de interseccion de estos dos círculos máximos, váyanse aplicando á los círculos de longitud y latitud, ya descritos, las declinaciones y ascensiones rectas que tienen los puntos de la eclíptica y resultará esta, delineada como se pide.

Aun no ha sido bastante todo este cuidado y observacion: últimamente para la construccion de semejantes retazos, ó segmentos, se supone al radio del globo que deben cubrir, dividido en setecientas veinte partes iguales, y baxo de esta suposicion asignan á las LR , KS , YM , &c. y á todas las demas el número de estas partes, ó extensión que las corresponde. Ambas operaciones en medio de ser prácticas tienen el preciso fondo de exactitud, y son conformes á los principios, sobre que estriban las representaciones de la esfera, como se podrá inferir de lo que se dirá mas adelante.

Es de advertir que para todas estas construcciones debe preceder la eleccion del polo Arctico,

Fig. la de su opuesto y la del primer meridiano, desde el qual se habrán de graduar sobre el equador las longitudes de los diversos puntos de la superficie, caminando desde Poniente hácia Oriente hasta dar la vuelta entera y contar los 360° de este círculo máxîmo, ó bien contando igualmente sobre el equador hácia Oriente y hácia Poniente hasta 180° baxo los nombres de *Longitud Oriental* los grados que se dirigen al Oriente, y de *Longitud Occidental* los que caminan al Ocaso.

Como ha sido arbitraria á los hombres la eleccion de este meridiano primero ó principio de la cuenta de longitudes, han variado en el nombramiento. Los Romanos hicieron pasar su primer meridiano por las Islas Canarias, que llamaron *Fortunatas*; los Españoles antiguos por Toledo; los Franceses por Paris; los Ingleses por Londres; otras Naciones por las Canarias; por las Islas de Cabo-Verde, y por las Azores otras; y todas en fin como tambien los individuos de ellas, por distintos puntos que eligieron arbitrariamente. Viendo que se han reunido muchas gentes en colocar el primer meridiano en las Islas Canarias desde que Luis XIII. Rey de Francia señaló el que pasa por la Isla del Fierro la mas occidental de ellas, seguimos en la eleccion del primer meridiano á Don Thomas Lopez de la Real Academia de la Historia, de la Real de S. Fernando, y Geógrafo de los Dominios de S. M. quien dirige su primer meridiano por el pico de Teyde en la Isla de Tenerife, inmediata á la del Fierro; en lo que no solo se adapta este apreciable y sensato Académico al casi general consentimiento de los Europeos, si-

no que cumple en algun modo, ó atiende á las insinuaciones de la naturaleza, que hizo á esta montaña una de las mas altas del mundo, sin duda á fin de que pudiera servir de mojon y término conocido; pero no es necesario de que lo sea, quedándole á cada uno la facultad de elegir otro, como lo executan comunmente todos los que trabajan en observaciones, que siempre se refieren al meridiano en que se hiciéron. Solo con añadir, ó restar aquel número de grados, comprendidos entre el meridiano escogido y el que elijan otros, observando si se arriman hácia el oriente, ó hácia el poniente, se reducirán todas las longitudes al meridiano, que hemos admitido.

Ciertamente se dexarian de lograr muchas ventajas, si como se anunció respecto de los planisferios celestes, no pudieran indicarse en un plano los distintos puntos de la tierra del mismo modo que diximos allí solian dibuxarse los asterismos y estrellas. Mas no tardáron los hombres en valerse de otros conocimientos que les prestó la perspectiva para conseguir el tener representadas en un papel la tierra, ó globo' terraqueo, y sus partes. A fin de que se pueda comprehender mejor la construccion de los emisferios y mapas de todo el globo y de sus divisiones, deben al parecer enunciarse aquellos conocimientos prestados que produxeron tanto bien. Son, pues, los siguientes.

1.º Si mirando por un plano transparente, como un cristal por exemplo, dexasen en él un rastro, ó señal los rayos de luz, que rechazados desde el objeto a los ojos causan la sensacion del ver, resultarían tan varias delineaciones en este plano,

Fig.

Fig. como fuesen diferentes los modos y objetos, que se consideraran. Al mirar un globo era forzoso que algunos de los círculos trazados en su superficie dexasen impresiones rectas, y otros unas curvas, no tan esféricas como lo eran en su original; mas siempre con relacion al parage por donde era mirado el globo y segun la distancia, ó colocacion de la vista del observador. El dibuxar, pues, estas lineas que se conocian formadas por la luz reflexada, dió principio á la ciencia de representar los objetos, que despues se dividió en varias partes. Una de estas, ó el método de la mas sencilla delineacion fué admitido por los Geógrafos con el nombre de *Proyeccion*. Subdividióse esta en *Ortográfica* y *Esteriográfica*.

2.º Delineacion ortográfica llamaron al dibuxo que se hacia considerando la vista á una distancia muy grande, ó indefinida del objeto; y Esteriográfica, quando se consideraba la vista sobre la superficie, ó á poca distancia del objeto representado. Valiéndose de este método de Proyeccion para dibuxar el globo terraqueo resultó la representacion de su superficie, llamada *Mapa-Mundi*, en donde sin el embarazo, que ocasionan los globos artificiales, vemos la colocacion de todas sus partes del mismo modo que en los planisferios astronómicos la de todos los círculos y signos celestes. Con este hallazgo fué fácil el extender los mismos principios á una representacion mas prolixa de las divisiones de nuestro globo, y resultáron los mapas particulares y cartas geográficas, como se irá manifestando en lo sucesivo.

3.º No por haberse valido de este método los

Geógrafos se despreció la exâctitud conveniente á los fines que buscaban. El representar la situacion que tenian los varios puntos del globo respecto del meridiano elegido para principio de la longitud, y del equador que indica la longitud, fué su principal mira, y despreciáron la mayor, ó menor distancia que podian tener del plano, en que se representaban las diferentes partes de la superficie convexâ. Consideráron, pues, colocada en un punto de esta superficie del globo la vista; y suponiéndolo transparente como tambien al plano del círculo máxîmo, que pasando por el centro le era perpendicular, observáron que rastro podian dexar en el plano de este círculo máxîmo los puntos y círculos, que se hallaban en el emisferio opuesto, registrado con este medio por su parte cóncava. Supusieron á todo este emisferio compuesto de un crecido número de conos truncados, cuyas bases habian de ocupar toda su superficie, y que debian ser cortados á cierta altura por el plano del círculo máxîmo, en que se habia de hacer la Proyeccion, ó el dibuxo de todo el emisferio. Estos conos sumamente pequeños irían siendo tanto mas obliquos, ó escalenos, quanto se alejaban mas del punto E (Fig. 35) señalado por la continuacion de la perpendicular, baxada desde la vista al centro; pero como al mismo tiempo irían siendo subcontrarias á las bases obliquâs las secciones, que hacía en los conos el círculo máxîmo, ó el plano de proyeccion, era indispensable que resultasen representadas por círculos las porciones de superficie comprehendidas por las bases de los conos: despues de esta advertencia solo restaba el hallar la

Fig.

35.^a

Fig. extension y puntos, que ocupaba en el plano, ó dibuxo el diámetro de cada seccion, lo que no fué difícil; porque construida con arreglo á todas las suposiciones hechas la figura 35, colocada la vista en un punto A de la superficie del globo A B E D, cuyos polos fuesen B, D, y su equador E A representado por una línea (pues se halla en el plano de la vista) siendo D M B X el círculo máxîmo, ó el plano de proyeccion perpendicular á la recta A C, baxada desde A; A O P, A G F dos de los muchos conos que se supuso formaban con sus bases la superficie del emisferio opuesto; y las intersecciones de estos conos en el plano de proyeccion R S, L H, subcontrarias á las bases, y círculos por consiguiente, solo hubo que hallar la colocacion de los puntos R, S de la interseccion R S, y la de los L, H de la L H, supuesto que sobre las rectas R S, L H como diámetros se habian de trazar las bases, ó porciones de superficie esférica interceptadas por los conos. Para lo primero en los triángulos A R C, C A S se conocian los ángulos en C rectos, los R A C, S A C iguales á la mitad de los grados de latitud, que corresponden á los puntos O, P; y A C, ó el radio del globo tambien conocido, con lo que, resolviendo estos dos triángulos rectángulos por Trigonometría, resultaron los valores de R C y S C. Para la colocacion de los puntos L, H sucedió lo mismo: conocidas las latitudes E G, E F, por consecuencia los ángulos C A L, C A H, de los triángulos rectángulos C A L, C A H, el ángulo recto en C comun, y A C, ó el radio del globo, era consiguiente saber el valor de las rectas C L, C H, y L H: teniendo los diámetros pudieron describirse

sobre ellos los círculos correspondientes; y debiendo cada uno formar en la superficie del círculo máximo su sección correspondiente, era forzoso que todos los que abrazaban la superficie del globo dexasen su rastro, ó su proyección, como tambien los del otro emisferio, si se repetia (colocada la vista en el punto E, diametralmente opuesto) la misma operación y método.

De estos principios dimanó el modo de construir los mapas con todos los círculos y noticias que convenian al intento. De considerar la vista en A, y como plano de proyección, ó círculo máximo, el D M B P (Fig. 37) continuado hacia todas partes, resultó en él la proyección de los paralelos al equador, como N R Z por medio de las rectas A N, A S, y de aquí un método para describir en los mapas los paralelos al equador.

De suponerse en A (Fig. 36) la vista y ser el primer meridiano, ó plano de proyección, el círculo D M B P, como tambien D O B N otro meridiano, que forma el ángulo O C M con el plano de proyección, y está representada en el plano D M B P (continuado) por el círculo R D F Q G B, cuyo diámetro se vé indicado con las rectas, ó visuales A O, A Q perpendiculares entre sí, resultó tambien el método de describir en los planisferios y mapas los meridianos, que rodean al globo.

Con el apoyo de estos principios y consideraciones se llegó á las siguientes prácticas.

Se quiere representar en un plano la superficie del globo terraqueo, ó bien hacer un Mapamundi.

Elíjase primeramente la parte por donde ha de ser considerado el globo; y puesto que sea esta el

Fig.

37.^a

36.^a

Fig. meridiano primero, colocando la vista en el eje de este círculo á un semidiámetro de distancia del plano (en que ha de dibuxarse la superficie del globo-terraqueo), ó bien considerando que hecho transparente, se dibuxa en el círculo máximo, sobre quien está perpendicularmente la vista á un semidiámetro de distancia, el emisferio opuesto, trácese con la abertura de compas, arreglada al tamaño que se desea, un círculo A E B D (Fig. 39) que será el plano de un meridiano, esto es del primero y el en que se haga la proyeccion del emisferio, que la vista descubre desde el parage, en que se supuso: se marcará con doble raya este primer meridiano, y desde los puntos A, B se dividirán en nueve partes iguales, ó grados los quatro quadrantes que resultan despues de tirados los diámetros A B, E D, que se cortan en ángulos rectos en C: el diámetro A B se distinguirá con doble raya, y representará al equador como E D á un meridiano, que á causa de pasar su plano por la vista, ó polos del primero será representado por la recta D E, segun las leyes de la proyeccion. Para tener los demas meridianos desde uno de los extremos E del nuevo E D tírense á todas las divisiones 10, 20, 30, &c. de los dos quadrantes A D, B D rectas, y describiendo (como se dixo en la Geometría) arcos que pasen por los puntos, ó polos D, E, y los 10', 20, 30', 40', &c. que resultan en el equador A B al pasar por él las rectas E 10, E 20, E 30, &c. se tendrán los meridianos de un emisferio, cuyo número hubiera podido aumentarse con haber hecho de cinco, ó ménos grados las divisiones de los quadrantes A D, B D, que se hicieron

de diez grados en nuestra construccion. Para tener los círculos de latitud, ó los paralelos al equador, desde qualquier extremo B de la A B tírense á las divisiones 10, 20, 30, &c. de los dos quadrantes opuestos A D, A E rectas B 10, B 20, B 30, &c. que cortarán al meridiano D E en los puntos 10'', 20'', 30'', &c. por los puntos 10, 20, de los quadrantes adyacentes A C D, D C B, y el 10'' de su lado comun D C hágase pasar un arco, por los 20, 20'', 20, otro por los 30, 30'', 30, &c. otros, y executando lo mismo en los quadrantes A C E, E C B y lado comun E C, se tendrán los paralelos, ó círculos de latitud, que hubieran podido multiplicarse con haber hecho de cinco grados, ó de menos las divisiones de los quadrantes. Los trópicos M N, K L y los círculos polares P Q se colocarán por el mismo orden, ó método, tirando rectas desde los extremos del equador A B á los puntos M, K, N, L, P, Q, tomados sobre la circunferencia desde A y B para la delineacion de los trópicos, y desde los polos D, E para los círculos polares con la distancia de $23^{\circ} \frac{1}{4}$.

Con esta preparacion, elegido para polo Arctico el punto D, por exemplo, váyanse colocando en el plano por medio de su longitud y latitud (que deben ser conocidas) los Pueblos, Provincias, Regiones, Mares X, Z, R, S, &c. de aquel emisferio que se quiere representar, siguiendo el mismo método que hemos observado en colocar los círculos de longitud y los paralelos al equador. Para tener el otro emisferio, no habrá sino repetir quanto se executó á fin de lograr el dibuxo del primero, en otro círculo tangente al anterior y descrito con el

Fig. mismo radio, que se debe tomar sobre el equador prolongado, como muestra la figura. Se tendrá, pues, con esta construccion el mapa general del globo terraqueo, ó el Mapamundi que se solicitaba.

De que esta operacion es conforme á las reglas, que se pudieron inferir de los conocimientos que dexamos anunciados, se convencerá qualquiera que coteje la construccion del emisferio $A D B E$ con la del $B D Y E$ executada por el método que se indicó antes.

Desde los puntos E, Y de este emisferio $B D Y E$, supuesta la vista perpendicular sobre el plano de la $B Y$ en el punto C á la distancia de un semi-diámetro; descrito el círculo ó plano de proyeccion $B D Y E$; cortado en quatro quadrantes por los diámetros $B Y, D E$ equador y meridiano, cuyos planos pasan por la vista; y dividido en noventa partes iguales cada uno de ellos $B D$, se tiraron á las divisiones 10, 20, 30, 40, &c. del quadrante $B D$, las rectas $E 10, E 20, E 30, \&c.$ y las $Y 10, Y 20, Y 30, \&c.$ que cortaron al diámetro $E D$ en los puntos $F, G, H, I, L, \&c.$ y al $B Y$ en los puntos 1, 2, 3, 4, &c. Desde los puntos 10, 20, 30, &c. del quadrante $B D$ se baxaron las perpendiculares 10 9, 20 8, 30 7, &c. que prolongadas señalaron en el otro quadrante $Y D$ los puntos 10', 20', 30', &c., ó concurrieron en estos mismos puntos ya señalados. Levantando en E las rectas $E K, E J, E Z, \&c.$ perpendiculares á las $E 10, E 20, E 30, \&c.$ y tirando por Y y los 10', 20', 30', &c. las rectas $Y P, Y Q, Y R, \&c.$ se hallaron en los diámetros $B Y, E D$, prolongados hácia X y Z , los puntos $K, J, Z, \&c.$ y los $P, Q, R, S, \&c.$ señala-

dos por las intersecciones de las líneas, que salieron desde E y desde Y, resultando con esto marcados por medio de las rectas K 1, J 2, Z 3, &c. los diámetros de los círculos que son la proyeccion de los meridianos, que se alejan del primero B D Y E 10° , 20° , 30° , &c. y con los P O, Q N, R M, S L, &c. los diámetros de las proyecciones de los paralelos al equador, distantes de él 80° , 70° , &c.: señalando, pues, de todos estos círculos de proyeccion solamente la parte contenida dentro del plano B D Y E, se tuvo dibuxado el emisferio B D Y E C, en donde los círculos polares y los trópicos se colocaron con el mismo orden.

Aunque no es absolutamente necesaria en estos mapas la eclíptica, si se quisiese no obstante ponerla, será fácil su delineacion, mirando como longitud de cada uno de sus puntos la ascension recta que tienen, y como latitud su declinacion (ambas medidas se hallan en las tablas, ó Efemérides de que se valen los Astrónomos); pero se debe cuidar de resolver primero en donde se quiere poner su comun seccion con el equador, supuesto que varía el plano de proyeccion: si se quiere que sea en C la colocacion de la semieclíptica, será la M L; pero si en A, A'Z B será su proyeccion.

Esta especie de mapas generales de la tierra es la que ordinariamente sirve en las observaciones de Geografia; pero como algunos consideran nuestro globo, mirado por los polos á la distancia de un semidiámetro del plano de proyeccion, conviene manifestar el modo con que lograron esta representacion, ó segundo dibuxo. Como se supone la vista en el mismo exe D E á la distancia dicha,

Fig. 38.^a el equador A B pasa á ser el plano de proyeccion, y tomando D por centro (Fig. 38) y por radio el que tuvo en la figura antecedente el meridiano (y si no arbitrariamente) se describe un círculo A C B X, que se distingue con doble raya para colocar con mas claridad las divisiones de su circunferencia de 10 en 10, ó de ménos, segun se quiera, hasta los 360° : con dos diámetros A B, C X se dividirá este círculo en quatro quadrantes, y tirando desde qualquiera de los extremos de un diámetro C X á un quadrante opuesto, las rectas X 10, X 20, X 30, &c. el otro diámetro que servirá de primer meridiano distinguino con doble raya, será cortado por dichas rectas en los puntos 10', 20', 30', &c; por todos los quales, haciendo que pasen círculos concéntricos al primero, se tendrán los paralelos al equador, ó los círculos de latitud. Como la vista se supuso en el exe, y coinciden con él los planos de todos los meridianos, se habrán de representar con las rectas, ó diámetros que pasen por el punto D y las divisiones ya señaladas en el equador. Para tener el trópico M N y el círculo polar P Q, correspondientes al emisferio Septentrional (supuesto que se intenta representarlo en este mapa), desde el extremo A del quadrante, adonde se dirigiéron las X 10, X 20, X 30, &c. y en que empieza la division del equador, se tomarán las distancias A T de 23° , $29'$ con poca diferencia, y A R de 66° , $31'$, y dirigiendo las rectas X T, X R, los puntos M, P, en que cortan al primer meridiano A B, indicaran que por M debe pasar el trópico M N y por P el círculo polar P Q, ambos concéntricos y paralelos al equador.

Colocando, pues, en este plano con arreglo á su longitud y latitud los puntos de la superficie que presenta nuestro emisferio, visto por el polo, y repitiendo las mismas operaciones dentro de otro círculo igual, destinado para el emisferio opuesto, se logra representar el aspecto de la tierra, ó del globo terraqueo, registrado desde los polos. Puede colocarse tambien la eclíptica en estos mapas, observando lo que en los antecedentes. Estas mismas reglas son las que enseñaron á construir los planisferios, ó mapas celestes, de que se hizo mencion en la Parte primera de este escrito, y de cuya construccion se omitió hablar por entónces con la individualidad que se ha observado en los párrafos antecedentes.

Representase tambien algunas veces la tierra, ó todo el globo en un planisferio, ó carta, en que se colocan paralelos los meridianos, ó se expresan con lineas rectas paralelas; esta representacion es como si se transformara el globo en un cilindro del mismo diámetro, y que se representara en un papel la superficie desenvuelta de este cilindro, haciendo un paralelógramo, cuya base fuese igual á toda la circunferencia del equador, y la altura la mitad de la circunferencia del meridiano. No es invencion de los modernos este género de mapas: fuéron conocidos de los antiguos con el nombre de *Espejo del Orbe*.

Tambien puede representarse nuestro globo visto desde uno de los polos, considerándolo como un cono, cuyos lados sean iguales á la semicircunferencia de los meridianos, y su base un círculo quádruplo del equador. Algunos, adoptando

Fig. esta suposicion representáron del mismo modo que los emisferios vistos desde los polos, la superficie de este cono, estableciendo la vista, colocada sobre el vértice, á un semidiámetro de distancia y perpendicular al plano horizontal (en que se hace la proyeccion) tangente al cono en este punto y paralelo á su base. De aquí resultó un nuevo dibujo, ó representacion de todo el globo, visto por uno de sus polos; pero no es comun el uso de semejantes representaciones en la Geografia.

De las construcciones, que se han indicado en los párrafos antecedentes para representar en mapamundis y cartas generales la superficie del globo terraqueo, podemos inferir que es indispensable tener una exácta noticia de las longitudes y latitud de todos los puntos de la tierra y mares, que quieran representarse en los mapas; y como una consecuencia de este principio, quan expuestas á error estan aquellas cartas geográficas, en que se han colocado las Provincias, Rios, Ciudades, Costas, &c. por relaciones de viajeros, marineros, y otros sugetos, no siempre aptos para tan delicadas observaciones. Este defecto tuvieron los mapas de los antiguos Geógrafos, que cayeron en las mas groseras equivocaciones, corregidas actualmente á mucha costa por la observacion de nuestros Astrónomos, y pericia de los Geógrafos modernos.

Como son continuas las ocasiones de tropezar con semejantes defectos y las de dirigir, ó hacer mapas de Provincias y terrenos, de cuyos puntos no se tienen las longitudes, ni latitud indispensables, parece oportuno dar una noticia que pueda servir para precaverse contra los errores, y

para llevar á debido efecto el desempeño de las precisiones, que no son raras entre los que siguen la profesion militar, ó la ciencia de la Guerra. Fig.

Siendo (como lo es siempre) la altura de polo sobre el horizonte respectivo igual á la latitud de qualquier punto de la superficie terraquea, segun se vió en el Capítulo primero de la Parte primera, solo con buscar por el método, que se indicó en aquella parte de este escrito, la altura de polo de cada punto del terreno, ó extension, que se intenta colocar en el plano, se sabrá sin peligro de equivocacion su latitud. No es tan fácil el hallazgo de la longitud que necesita de operaciones mas complicadas de telescopios, ó anteojos de mucho alcance y de relojes de péndola, que den con exactitud el preciso tiempo, en que sucede el fenómeno observado en el cielo, y del que se ha de inferir la longitud.

Solamente la atencion á los efectos, que causa respecto de los diferentes pueblos el tener distinta longitud, pudo indicar un modo de conocer sus alteraciones y diferencias. Quanto mas se alejaban hácia el oriente los meridianos, tanto mas presto veian al sol los habitantes de aquellas Regiones: podian por consiguiente notar con anticipacion á los pueblos occidentales qualquier fenómeno, ó novedad que ofreciese en los cielos este astro, digna de observacion. Los eclipses de sol, y despues los de la luna fuéron estos fenómenos, ó los que pudieron observarse primero, y el notar con cuidado la hora y minutos, en que la sombra iba cubriendo sus discos y la en que volvian á quedar iluminados, un esfuerzo utilísimo de la razon hu-

Fig. mana. Comunicáronse estas noticias entre los pueblos, y despues que supieron reducir á grados del equador las horas y minutos, se pudo afirmar con seguridad, en vista de la diferencia de tiempo en que eran observados por distintos pueblos (v. g. los eclipses), los grados de longitud que separaban á los unos de los otros, mas ó ménos arrimados al oriente, segun se anticipaba el tiempo de su observacion.

15^a. Con este primer ensayo y hallazgo se conoció ya, que convenia una suma exâctitud en señalar los momentos en que empezaba la sombra de cada eclipse, y en que llegaba su fin. No se tardó en notar que requería anteojos de mucho alcance el discernir aquel momento de la verdadera sombra, envuelta en una casi sombra (llamada *Penumbra* por esta razon) (Fig. 15) la qual apagando, ó minorando la fuerza de la luz de los luminaires anticipadamente, podia alucinar á los observadores destituidos del auxilio de los cristales. A todo se atendió, y los telescopios que admiramos, los relojes de péndola, que tan fielmente marcan el tiempo medio, los varios puntos señalados con nombres diferentes en el disco de la luna, y los demas instrumentos con que se aseguran hoy las observaciones, fuéron los efectos del deseo de conseguir el acierto y la solicitada exâctitud.

Pareció que tardaban mucho en verificarse estos eclipses tan conducentes para una exâcta demarcacion. Indagáron, pues, los Astrónomos en los cielos otro objeto de reparo que acarrease las mismas conseqüencias mas repetidas, y descubriendo los satélites de Júpiter, en su *inmersion* y *emer-*

sion de la sombra , que sigue á este planeta primario, presentaron una casi diaria proporcion de rectificar las observaciones de los eclipses, y hacerlas nuevas. El satélite primero , ó el mas próximo, fué elegido con preferencia por lo breve de sus revoluciones y consiguientemente por lo repetido de sus inmersiones y emersion, que se observan oportunamente quando sale Júpiter antes del sol, ó se pone despues de este astro. Son comunes los tratados que enseñan el modo de hacer estas observaciones acertadamente : nos referimos á ellos, y con particularidad á los capítulos de los libros 2.^o y 3.^o de las *Observaciones Astronómicas y Físicas* del Excelentísimo Señor D. Jorge Juan , quien indica todos los medios y exâctitud, que deben buscarse para tener las verdaderas longitudes y latitud de los diferentes parages cuya situacion interese. Fig.

No era fácil el comunicarse prontamente entre pueblos distintos la noticia de la salida, ó entrada de este satélite en la sombra de Júpiter, y dificultábase el logro de las ventajas que ofrecia esta repeticion de eclipses. Uno de los célebres Casinis facilitó la confrontacion precisa de las observaciones hechas, con haber dado tablas para el meridiano de Paris, en las que puso y calculó el tiempo de la inmersion y emersion de los satélites. Comparando, pues, con estas tablas, ó con otras noticias semejantes (que todos los años imprime la Academia de las Ciencias de Paris con el título de *Conocimiento del tiempo*) las horas en que se verifique el mismo fenómeno en otra parte, se puede inferir quanto difiere esta de Paris en longitud, ó del meridiano señalado en las tablas, respecto

Fig. del qual cada uno sabe á poca costa la posicion de su meridiano, ó del terreno en que se halla.

Los eclipses de algunos planetas, como tambien las estrellas que va ocultando la luna con su movimiento, y la posicion que esta toma respecto de otras muy notables, igualmente que su culminacion, han sido entre los Astrónomos medios para hallar la longitud; pero la necesidad de proyecciones difíciles de nuestro globo, y de cálculos complicados por las diversas paralaxes y refracciones, que son indispensables, como tambien el peligro de caer en equivocaciones, hacen que no se hayan abrazado estos métodos para el uso comun. El paso de Venus y de Mercurio por el disco del sol es uno de los mejores medios para hallar y rectificar las longitudes; mas sucede de tarde en tarde el poderse hacer esta observacion. De todas estas razones se puede inferir la que se tiene para preferir en la práctica las inmersiones y emersion de los satélites de Júpiter.

Así logró la industria del hombre representar con suma exáctitud la superficie del globo que habita. Ha llegado la prolixidad de algunos Geógrafos á señalar con arcos elípticos, á mas del plano de proyeccion, los meridianos del mapa universal (construido suponiendo la vista en el plano del equador), sin duda por adaptarse mas escrupulosamente á la verdadera figura de la tierra; pero no se ha hecho general su método, que no produce en la práctica ventajas dignas de la molestia de su construccion. Por los mismos motivos se han dexado las complicadas proyecciones, inventadas por M. M. de la Hire, Casini, y otros para la apli-

cacion de diversos casos de Astronomía : fuera de Fig.
que solo se dirige nuestro intento á dar una idea
suficiente de las construcciones mas admitidas y
útiles para el uso de la Geografía.

Era imposible hacer un Mapamundi, ó representacion general de la tierra, tal que pudieran señalarse en ella todos los pueblos, rios, mares, eminencias y otros objetos que interesan á los hombres. De aquí provino la necesidad de los mapas corográficos, ó de los Reynos, Provincias y Regiones; y de los topográficos, ó de terrenos mas reducidos, de las Ciudades, y de sus inmediaciones; pero costó poco trabajo el dibuxarlos, despues que se habia conseguido la primera delineacion general de todo el globo, y viéronse salir muchas Cartas geográficas, construidas segun los métodos que podrá notarse en las siguientes operaciones. Igual origen tuvieron las Cartas hidrográficas, de las que se hablará con alguna extension mas adelante.

Para construir el mapa particular de alguna crecida parte de la superficie terraquea, esto es, de la Europa, Asia, Africa, ó América.

Sácase del globo, ó Mapamundi la figura que contiene dentro de sí la parte pedida, copiandola con triplo, quádruplo, &c. radio mayor del que tiene en el mapa, y construida la misma figura con este medio, dándola los mismos meridianos y círculos de latitud que tenia en el globo, ó Mapamundi, se tendrá representada la parte pedida : ó si no elijase primeramente, para colocar la vista, el plano de un meridiano X Z, que pase (Fig. 41) 41.^a
por medio de la extension que se quiera dar á la

Fig. parte proyectada (á la Europa por exemplo, si se hace el ánimo de construir el mapa de esta parte de nuestro globo) : este meridiano, que servirá para dirigir el mapa, y que se dividirá en tantas partes iguales al grado del equador, que se elija arbitrariamente, como grados abraza la diferencia de latitud de los paralelos extremos, que contienen al Pais, que se vá á representar en la Carta, se figurará con una linea recta XZ , que habrá de caer perpendicularmente sobre otra EV , cortada por medio en X , y en la que se hallen hácia los dos lados de este punto los grados de longitud de la extension, que corresponde al paralelo, que representa, y elegidos de suerte que abracen completamente y aun algo mas la superficie que se intenta dibuxar, y cuya situacion se habrá observado bien en el mapamundi, ó en el globo artificial. En el otro extremo Z del meridiano XZ (que contendrá en su extension, segun lo hecho ya, el número de grados de equador que exija la diferencia de latitud de los extremos, que encierran al Pais representado, ó algo mas) tírese una recta MN paralela á la primera EV , y tomando sobre ella á una y otra parte del punto Z , igual número de divisiones $Z30$, $Z50$, disminuidas segun la proporcion indicada anteriormente, para que expresen los grados de longitud de aquel paralelo MN ; y diríjanse de division á division de las paralelas EV , MN rectas, como $35Q$, $30P$, $25O$, 4545 , 5050 , 5555 , y así de todas las demas divisiones. Por ser corta la extension del arco que correspondía, y diferenciarse poco por esta razon de la linea recta, las mencionadas lineas representarán los me-

ridianos de aquella superficie, y por consiguiente las longitudes de todos sus puntos. Para tener sus latitudes, ó los círculos de latitud, tómense en el meridiano X Z prolongado los centros que corresponden, segun lo dicho en la construccion del Mapamundi, á todos los grados de latitud, ó á los correspondientes respecto de los puntos X, H, J, K, &c. y haciendo pasar arcos 30 X 30, 35 H 35, 40 J 40, &c. estos serán los círculos de latitud. Fig.

Como en la concesion hecha á los Geógrafos de representar nuestro globo con esferas perfectas, ó con círculos, los grados del meridiano resultan iguales en todas sus partes á los del equador, y como la extension de los grados de cada círculo de latitud disminuye á medida que se alejan del equador, toda la molestia de construir estos mapas consiste en saber disminuir este valor de cada grado con razon á los del equador en las rectas, ó paralelos que se destinan á cerrar la parte, ó superficie terraquea, de que se vá á construir el mapa.

Para conseguirlo, pues, en nuestro caso : con una division X J de 10° por exemplo, tomada en el equador, ó en el meridiano X Z (ya trazado con divisiones iguales á los grados del equador) describase (Fig. 40) un quadrante A C B; divídase su arco en noventa partes iguales, y supuesto que se han elegido para señalar los límites E V, M N de la figura antecedente, los paralelos distantes del equador 30° , y 75° , por los números 30 y 75, tirense las 30 R, 75 P paralelas al lado, ó base A C del quadrante, con lo que aplicando á la E V la 30 R y á su paralela M N la 75 P, se ten-

Fig. drán las XP , $Z3Q$, que representarán con la disminucion, que les corresponde por su distancia al equador, 10° cada una en sus respectivas situaciones, del mismo modo que representa la AC en el quadrante 10° del equador, ó de su igual el meridiano. Lograda por este medio sencillo (bastantemente exácto para la práctica) la dimension de cada grado para el meridiano XZ , para el paralelo, ó recta EV , y para la MN , se tienen en el quadrante tres escalas AC , $30R$, $75P$, que se podrán duplicar, triplicar, &c. tantas veces como sea preciso al intento de tener en tamaño grande el mapa, ó representacion de la Europa. Como en estas tres escalas no resultan indicados los radios, que se deben dar á los arcos que expresan en el mapa los círculos de latitud: para tenerlos, por los puntos $A30$, $A75$, del mismo quadrante tírense las rectas AS , AQ , que cortarán la BC prolongada en los puntos S , Q ; hágase lo mismo con los puntos 40 , 50 , 60 , y sus intermedios 45 , 55 , 65 , y se tendrá marcada sobre la prolongacion de BC la proporcion con que deben ir menguando los diámetros de los arcos que representan los círculos de latitud en el mapa propuesto, triplicando, quadruplicándolos, &c. del mismo modo que se hayan triplicado, quadruplicado, &c. al construirlo las tres escalas del quadrante; con lo que se tendrán en el meridiano XZ prolongado los centros de los arcos, si se toman las mitades de las distancias señaladas con proporcion á las que resultáron en el lado CB prolongado; desde las quales podrán describirse arcos que pasen por las divisiones X , H , J , &c. del meridiano XZ , y que indicarán los círculos de la-

itud. Hecha esta preparacion, váyanse colocando por las noticias de su longitud y latitud todos los Reynos, Provincias, Ciudades, rios, mares, &c. que componen la Europa, y se tendrá conseguida la representacion, ó mapa particular de esta parte de la tierra. Fig.

La extension de los grados en los círculos desiguales sigue la razon de los radios; luego el círculo descrito con menor radio habrá de tener sus grados de menor extension: esto es lo que sucede con los paralelos al equador, quanto mas se alejan de este círculo máximo, se disminuye mas la extension de los grados que componen sus circunferencias; ó bien ván siendo menores en extension los arcos de los paralelos contenidos entre los meridianos, al paso que menguan los cosenos de las latitudes, ó que crecen estas. En el quadrante A C B citado las rectas 30 R, 75 P son los cosenos de las latitudes A 30, A 75, siendo al mismo tiempo radios, que producen con una revolucion al rededor de la B C los paralelos al equador, correspondientes á los grados 30 y 75, como produciria la A C al equador en nuestra suposicion. Las S C, L R, Q P, y las demas, que indican las intersecciones hechas en la B C prolongada, son los extremos de los diámetros sobre que se ha enseñado (Fig. 37 40) el modo de trazar los paralelos en los planos: luego las dos prácticas presentadas en el quadrante se fundan en principios sólidos, explicados anteriormente y correspondientes á esta clase de dibuxo. Siempre se verificará en estas operaciones, orgánicas al parecer, el principio de que se sirve la representacion ex-

37.^a 40

Fig. teriográfica, que nos sirve para dar idea de la situacion de las Provincias y Regiones.

Siempre que se halle el equador (como sucede en las Cartas de Africa y America) en la parte del globo que se vá á representar en el mapa, despues de haber descrito con cierto número de grados del equador, ó del meridiano (solamente igual para estas construcciones) el mencionado quadrante, se tirarán por los grados señalados en él paralelas como en el caso antecedente por los números que indican la latitud de los paralelos, elegidos hácia las dos partes del equador, á fin de que abracen la superficie, que se intenta dibuxar: estas paralelas denotarán en el quadrante el mismo número de grados que la division tomada del equador al formar el quadrante. Si por estos tres puntos correspondientes del equador y de las paralelas (señaladas en la Carta, ó mapa que se va á construir, con la misma proporcion que resultó en el quadrante) se pasan arcos, y si sobre los diámetros (terminados por los puntos en donde concurren las rectas, que se tiren con la misma proporcion, indicada en las que desde el extremo A del quadrante se tiráron por los números que señalan las latitudes) se describen tambien otras porciones de círculo en cada emisferio, los primeros serán los meridianos del mapa, y los segundos sus círculos de latitud. Pueden representarse con líneas rectas los meridianos quando es mucho menor que el quadrante la distancia entre los paralelos que abrazan la parte representada en el mapa; pues quando son muy reducidos los arcos de un círculo grande se confunden con sus cuerdas y se diferen-

cian poco. Lo mismo sucede con los grados de latitud, ó con los arcos de los paralelos, quando son de pocos grados, y esta aproximacion basta para los fines á que se destinan los mapas. Esta advertencia se vé executada en la construccion (que acaba de indicarse) del mapa de Europa; lo que no se podrá executar igualmente sobre las otras partes, porque son crecidas las porciones de meridiano que abrazan, y muchos sus grados de longitud. De todo lo dicho hasta aquí podemos inferir que el hacer mapas particulares de alguna parte, ó Region de nuestro globo no es mas que reducir á escala mayor su representacion estrechada en el globo artificial, ó Mapamundi. Así consiguieron los Geógrafos poner á la vista de todos los hombres quantas particularidades podian interesarles. De los mapas generales pasaron á los particulares de grandes porciones de la superficie terraquea; desde estos á los de las Regiones, Reynos, Provincias y Distritos; y de aquí en fin á los de terrenos muy reducidos, Ciudades y Pueblos por medios, que parece oportuno el indicar.

Se propuso construir el mapa particular de un Reyno, ó Provincia; de España por exemplo.

Como la colocacion de la vista es el primer objeto á que se debe atender en la formacion de los mapas, se eligió para este intento el plano del meridiano que pasa por medio del Reyno de España en nuestro caso. Se tiró, pues, para representar á este meridiano la recta P Q (Fig. 42) y se dividió en el número de grados que median entre los paralelos, ó círculos de latitud, que abrazan nuestro Reyno. Hallándose España entre los 35° y

Fig.

42.^a

Fig. 45° de latitud, los grados, ó divisiones iguales del meridiano P A, A B, B C, &c. que resultáron, fuéron de mayor extension que el grado, ó divisiones correspondientes al paralelo 35 35, y al 45 45, por suponerse los grados del meridiano iguales á los del equador, y ser los de este círculo máximo mayores que los de sus paralelos. Para saber en que razon debian disminuir en el mapa las divisiones, que marcaban grados en cada paralelo, se valiéron del quadrante mencionado, formando con uno ó mas grados del meridiano P Q, elegido arbitrariamente, ó del equador (Fig. 44), y tirando por los puntos 35 45 del quadrante A B C paralelas á su base, ó lado A B, tuviéron las rectas A B, 35 M, 45 R, que indicaron la razon que debian tener los grados del equador con los de los paralelos 35 35, 45 45. Hecho esto, dirigieron las rectas E S, M N por los extremos del meridiano P Q perpendiculares á él y prolongadas hácia sus dos lados; desde P y Q señalaron sobre estas dos rectas con la escala M 35 en la E S, y con la R 45 sobre la M N, el número de divisiones que indicaba los grados de longitud que incluye España; se tiráron rectas, observando la correspondencia 14 14, 16 16, 12 12, 17 17, &c. : por los puntos A, B, C, &c. ó divisiones señaladas en el meridiano P Q, se pasáron paralelas á las E S, M N, que representáron los círculos de latitud 36 A 36, 37 B 37, &c. igualmente que las rectas 14 14, 16 16, &c. los meridianos. A esta preparacion se añadió el poner segun las noticias de su longitud y latitud todas las Ciudades, poblaciones, rios, puertos, cabos, islas &c. de la península de España, añadiendo algun dis-

tintivo á lo que posee el Rey de Portugal, con lo que resultó el mapa particular, ó la carta de España. Fig.

Se debe advertir, que el haberse representado con lineas rectas los círculos de latitud y los meridianos, es porque en unas circunferencias tan crecidas como las que se forman en la superficie de la tierra, se pueden considerar como lineas rectas sin error sensible los arcos, ó porciones de ellas, quando son pocos los grados de su extension: en los mapas de Provincias y Reynos domina esta razon.

Por dexar desembarazada la area del rectángulo, formado por las paralelas, con que se hace el marco, ó límites de los mapas, suelen no pasar de él los meridianos y paralelos que se destináron para indicar los grados de longitud y latitud; pero como quedan sobre las rectas, ó marco las numeraciones, será fácil suponer un meridiano y un círculo de latitud, quando se trate de dar colocacion en el mapa á algun pueblo, ú otro punto que interese.

Si continuando en hacer mas prolixa la descripcion de un Reyno, ó Provincia muy crecida, se desea representar los terrenos y Provincias menores, de que se componen, en cartas particulares, podrá contribuir para la facilidad de su construccion el siguiente método, que se funda en que por ser tan corta en semejantes mapas la extension de los arcos contenidos en ellas, se reputan estos por lineas rectas.

Sea (Fig. 43) A C D B una porcion pequeña de la superficie del segmento de nuestro globo M A N C, si por los puntos P, Q mitades de los arcos

m ij

43.^a

Fig. C D, A B de meridiano (ya se suponga circular, ó elíptico) que son de muy corta extension, se tiran las tangentes P R, Q R, se encontrarán con el exe M N, prolongado en R, confundiéndose con los arcos; y si se continúa en dirigir tangentes hacia el punto R por todos los de la P Q, considerada como linea recta por su pequeñez, quedará reducida á plano sensiblemente la superficie convexa A B D C, y será fácil (pues que se ha convertido en un trapezio plano, que es parte del triángulo isósceles $a R c$ la porcion de superficie A B D C) su representacion en un mapa.

- Hágase con un radio correspondiente, ó igual á R P (Fig. 45) un sector muy poco convexo, ó un triángulo isósceles X Y Z, cuyo arco Z G' Y, ó recta Z Y = P Q del globo, ó correspondiente, se dividirá en tantas partes iguales Y B, B A, A P, &c. como grados contienen en la diferencia de longitud los límites del país que se vá á representar: bien entendido que deberá formarse, quando no se copian exáctamente las lineas del globo (Fig. 43), el quadrante, de que se ha hablado anteriormente, para que resulten de la extension, que les corresponde, los grados, ó las divisiones de la Z Y, que deben figurar los grados de la P Q; sobre los lados X Z, X Y prolongados, córtense desde los puntos
- 45.^a Z, Y á una y otra parte Z R, Z N, Y S, Y Q, iguales á los arcos A P, P B, C Q, Q D del globo: ó bien tómense á una y otra parte de los
- 43.^a puntos Z, Y tantos grados, ó extensiones de la que sirva de radio al quadrante construido (el qual radio deberá ser igual al grado del equador, ó al que ha de servir para las divisiones de los la-

dos desde los puntos Z, Y) como grados de latitud abrazan los límites, ó paralelos del terreno que se vá á representar; tírense por todas las divisiones P, A, B, &c. de Z Y rectas al punto X, que se prolongarán hasta N Q, y por las R, E, Z, G, N, S, F, Y, M, Q de los lados X Z N, X Y Q, arcos concéntricos á Z G' Y (ó rectas paralelas á esta misma Z Y, si se hizo linea recta), que representarán los paralelos al equador, igualmente que las X N, X P, X A, &c. los meridianos que corresponden al mapa; y colocando últimamente en este plano, así preparado, los pueblos y demas circunstancias del terreno, arreglándose á la longitud y latitud que tiene cada objeto, se logrará construida la representacion, ó mapa del terreno con suficiente exáctitud para los fines, á que se dirige. La M' P' es en los planos, ó cartas semejantes el meridiano recto, en donde se consideró la vista para las construcciones antecedentes.

Como en todos estos géneros de mapas se pretende lograr exáctitud en la colocacion de los parages que se hallan en la superficie propuesta, y tambien la ventaja de que resulten marcadas en ellos todas las cosas y objetos dignos de la atencion y cuidado de los hombres, se ha concedido llenar ambas miras, expresando con crecidas divisiones los grados, y con subdividirlos en minutos, segundos, &c. habiéndose agregado á esta circunstancia el uso de escalas, ó medidas de las distancias; el de señales y distintivos para los dominios y Ciudades; el de Geroglíficos entre los adornos; y el de los dibuxos y medios que contribuyen á dar una idea cabal del país representado

Fig. Porque saldrian de distintas, é irregulares figuras los mapas y cartas geográficas, si siguiesen los contornos de las porciones de superficie representadas, pareció conveniente y fué adoptado el modo de representar los Reynos, Provincias, &c. dentro de rectángulos semejantes, que á mas de la parte dibuxada contuviesen alguna extension que formase su frontera. Con variar la magnitud del grado se llegó á reducirlos á tamaños poco discordes, y con este auxilio se pudieron encuadernar, y se logró la mayor comodidad en su uso, formando libros de mapas llamados *Atlas*, de los que no debe carecer todo hombre sensato y curioso.

Era muy del caso hacer patente en los mapas la situacion que tenian sobre el globo las Provincias, ó Reynos que representan, y aunque la direccion de los meridianos marcaba la linea Norte-Sur, ó la situacion del exe respecto de aquella parte dibuxada, no quisieron los Geógrafos exponerse á que los miraran con equivocacion por faltarles un indicante, ó anuncio del parage, que ocupaban en ellos estos puntos cardinales. Como se sacaban del globo artificial los mapas particulares, y que la posicion de este respecto de la Europa es la de presentarnos el polo Arctico, ocultando el Antártico, ú opuesto, en todos los mapas venia á caer el Norte hácia la parte, ó lado superior del marco; en el opuesto, ó base del mismo el Mediodia, ó la direccion austral; á la derecha, ó altura del marco el Oriente; y á la izquierda, ó lado opuesto al anterior, el Occidente, ú Ocaso. Quedó, pues, hecha por la costumbre una ley para los mapas esta colocacion de los puntos cardi-

nales. Con todo se puede variar esta ley (y se varía á veces) porque resulte alguna comodidad; pero en semejantes casos es forzoso indicar las direcciones del Norte-Sur, Oriente y Poniente. En los mapas topográficos de algun terreno, Ciudad, Plaza, &c. por medio de un círculo, ó estrella, que tiene en una de sus direcciones la flor de lis, se indica la linea Norte-Sur, á la qual corta perpendicularmente la Este-Oeste, resultando marcados en el mapa por este medio el Oriente, Poniente, Norte y Mediodia, y con las rectas intermedias los demas rumbos. Puede servir para indicar el Norte una señal diferente de la flor de lis, como un castillo, por exemplo, que es de la que se vale últimamente el Geógrafo Don Thomas Lopez; pero como sea mas generalmente admitida entre las Nacionales la flor de lis, parece que no seria infundado el añadir al castillo (puesto con alusion á la Nacion Española) la flor de lis, que colocada en su remate podria adaptarse mejor á las leyes, que impone el ser un signo universal: fundados en esta razon la admitimos para nuestro uso (Fig. 26 24).

Fig.

26.^a 24.^a

Como fueran iguales en extension á los grados del equador los de todos los círculos sus paralelos y los de otros de distinta colocacion, no serian menester escalas de leguas, millas, &c. (de que se valen los pueblos) para mostrar las distancias, que hay entre las Ciudades y otros objetos colocados en sus mapas: seria entónces fixo y constante el valor de un grado en todos los círculos de la esfera, representada en mapas, y con él podria saberse la distancia entre los Lugares; mas no es así, como queda dicho en el capítulo I. de esta Segunda

Fig. Parte, y no podrian hacer suposiciones semejantes los Geógrafos, sin atropellar los límites que se les han concedido para representar la tierra con esferas y círculos tan cómodos en las construcciones: fuera de que sucedería el que ignorasen muchos el número de pies, varas, leguas, &c. que valia cada grado, con lo que se dificultaba el uso útil de los mapas. Convino, pues, ciertamente el que se pusieran escalas de leguas, millas, ú otras medidas conocidas, lo que hizo general la utilidad de las cartas geográficas, anunciando el valor que tenían las distancias entre sus puntos y el que cada pueblo daba al grado de círculo máximo para que resultase la ventaja de satisfacer al deseo obvio de hallar las distancias entre diferentes Naciones, Provincias, Ciudades, &c.

El pie castellano y la vara de Burgos, que contiene tres pies, son la unidad á que se refiere la legua española, que ha variado en diversos tiempos, como la extension de la vara que la mide. Sería de la mayor importancia el que se estableciese una legua Española, ó Nacional de cierto número constante de varas; nosotros creemos ventajosa la de 8000 por las razones que hemos indicado, y que fuéron causa de que la adoptásemos.

Aquí parece que convendría dar una noticia de la razon que el pie de Castilla tiene con el pie, ó elemento, á que se refieren las principales medidas, que conocemos. A fin de que podamos, pues, comparár con nuestras medidas las de otras Naciones, y hacer uso ventajoso de sus mapas, copiamos la siguiente tabla dispuesta por sagaces Matemáticos.

Razon de varias medidas con el Pie de Castilla.

Pie de Castilla.	1, 00000.	Pie de Viena en Austria.	1, 13520.
Pie de Paris.	1, 16666.	Palmo Romano moderno.	0, 80235.
Palmo de Nápoles.	0, 94103.	Pie de Suecia.	1, 06742.
Pie de Inglaterra.	1, 09468.	Archine de Rusia.	1, 57881.
Pie de Turin.	1, 84479.	Pie Real de la China.	1, 14965.
Pie de Bolonia.	1, 36597.	Palmo de Lisboa.	0, 77118.
Pie del Rhin.	1, 12763.	Pie antiguo Romano.	1, 06053.
Pie de Leyden.		Pie Griego en el Capitolio.	1, 10023.
Pie de Dinamarca.		Pie Griego segun Mon-	1, 10638.
Braccio di Panno de	2, 09395.	sieur le Roy.	
Florenzia.		Pie Arabe.	0, 96185.
Pie de Venecia.	1, 24768.	Pie de Alexandria.	1, 28738.
Pie de Padua.	1, 53854.	Codo Hebreo.	1, 93148.

Todas estas medidas son los elementos, ó principio de las léguas, millas, estadios &c. que conocemos, en virtud de cuya noticia, solo con averiguar quantos elementos, ó medidas de estas entran en cada grado del equador, será fácil formar las escalas correspondientes á cada Nacion.

Porque fuéron diversos los intereses que obligaban á los hombres al exámen de los mapas segun eran distintas sus miras y profesiones, á todos quisiéron ser útiles los Geógrafos, inventando ciertas señales, con que distinguen en los mapas universales, cartas particulares, ó corográficas y planos topográficos, las Capitales de los Reynos y Provincias, las Fortalezas, Obispos, Universidades, &c. y todos los objetos en fin que merecen alguna atencion. Para que se reconozcan las que sirven mas comunmente, se incluyen en la si-

Fig. guiente Noticia, que convendrá tener presente al dibuxar en qualquiera especie de mapas alguna porcion, ó parte de la superficie terraquea.

Finalmente no solo se buscó el adorno en los dibuxos que suelen colocarse en los mapas á la inmediacion, ó al rededor de sus títulos, sino que aun los hacen servir los Geógrafos, denotando con ellos las propiedades, producciones y calidad de las Naciones y Países contenidos en ellos. Así por medio de trofeos militares, de instrumentos de las ciencias, de un caballo, &c. mostráron en el mapa de Europa la superioridad de esta parte del mundo sobre las demás en la ciencia de la guerra, en las Artes y súbiles conocimientos, y en la agilidad, fortaleza, obediencia, y espíritu marcial de los caballos, que produce y que sirven de principal instrumento á sus victorias. Con los Tronos, incienso y prosternaciones de unos hombres delante de un Sultan indolente diéron á entender del mismo modo la blandura, pompa, y sujecion de los Asiáticos á Gobiernos despóticos, que dominan con poder absoluto sobre las dilatadas Provincias de la Asia, é Islas adyacentes.

Lo mismo se executó en los mapas de las demás Provincias y divisiones de la tierra, lo que contribuye á dar una idea anticipada de las diversas Naciones á los hombres, que quizás llegarían á cansarse del estudio y observacion, si no se les facilitáran los conocimientos por todos los medios imaginables.

Omitimos el hablar de los métodos, con que se construyen los planos, ó mapas topográficos, de que se ha hecho alguna mencion. El uso de la pla-

NOTICIA DE LAS SEÑALES CON QUE LOS GEOGRAFOS EXPRESAN EN
SUS MAPAS LOS CONOCIMIENTOS QUE INTERESAN.

EN LOS MAPAS GENERALES O CARTAS - EN LOS DE PROVINCIA.

CAPITAL DE REINO		COMARCAMIENTO	L	CARTAS DE PLANO	
CAPITAL DE PROVINCIAS		TERMINO NOTABLE		CITADO	
DETO		BOQUE		PIELA	
RIÑA		BOQUE DE JARCA		STON	
URUP		BOQUE		ARBA	
ARBA		PIERO		CARTAS PORCIBO	
COMARCAMIENTO		ARBA DE		CARTAS DE PORTUGAL	
PORTUGAL		ARBA DE		CARBA	
ARBA		ARBA DE		PORTA	
PORTUGAL		LIMITES DE PROVINCIAS		DEBON	
ARBA DE		REPONDA	R	ARBA DE JARCA	
COMARCAMIENTO		PIERO	D	ARBA DE PORTUGAL	
COMARCAMIENTO		MUNICIPIO	M	LIMITES DE COMARCAMIENTO	
COMARCAMIENTO		COMARCAMIENTO	C	COMARCAMIENTO	
COMARCAMIENTO		COMARCAMIENTO	V	COMARCAMIENTO	
COMARCAMIENTO		COMARCAMIENTO	S	COMARCAMIENTO	
COMARCAMIENTO		COMARCAMIENTO	F	COMARCAMIENTO	

EN LOS MAPAS TOPOGRAFICOS DE UNA CIUDAD O TERRENO REDUCIDO.

CIUDAD DE PLANO		ARBA DE JARCA		ARBA DE PLANO	
CITADO		ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL	
CARTAS PORCIBO		ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL	
ARBA DE PORTUGAL		COMARCAMIENTO		ARBA DE PORTUGAL	
ARBA DE PORTUGAL		CARTAS		ARBA DE PORTUGAL	
ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL	
ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL	
ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL	
ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL		ARBA DE PORTUGAL	

Date	Patient's Name	Age
1914	John Doe	45
1915	Jane Smith	32
1916	Robert Brown	28
1917	Mary White	21
1918	William Black	18
1919	Elizabeth Green	15
1920	Thomas Red	12
1921	Margaret Blue	10
1922	Charles Yellow	8
1923	Anna Purple	6
1924	Frank Grey	4
1925	Lillian Pink	3
1926	George Brown	2
1927	Helen White	1
1928	James Black	0
1929	Alice Green	0
1930	Richard Red	0
1931	Betty Blue	0
1932	Edward Yellow	0
1933	Dorothy Purple	0
1934	Robert Grey	0
1935	Mary Pink	0
1936	John Brown	0
1937	Elizabeth White	0
1938	William Black	0
1939	Margaret Green	0
1940	Charles Red	0
1941	Anna Blue	0
1942	Frank Yellow	0
1943	Lillian Purple	0
1944	George Grey	0
1945	Helen Pink	0
1946	James Brown	0
1947	Alice White	0
1948	Richard Black	0
1949	Betty Green	0
1950	Edward Red	0
1951	Dorothy Blue	0
1952	Robert Yellow	0
1953	Mary Purple	0
1954	William Grey	0
1955	Elizabeth Pink	0

cheta, del semicírculo, del teodólito y de otros instrumentos queda explicado latamente en la Geometría práctica. Seria inútil una repetición im-
portuna. Fig.

Los mapas hidrográficos, que resultan de haber colocado en sus grados respectivos de longitud y latitud los puntos, que forman las orillas del agua y mares contenidos, son en rigor mapas geográficos, pues carecen de aquellas propiedades de que se hablará en su lugar y que se han juzgado indispensables en las cartas que llevan, esta denominación. El mapa del mar mediterraneo que resulta de haber colocado las costas de Europa, Anatolia, Judea y Africa, y por consiguiente todos los Golfos, Baxíos, Estrechos, Islas, &c. es un mapa geográfico, en el que la superficie representada se halla cubierta en su mayor parte por las aguas, ó bien es una producción (digamoslo así) de las operaciones geográficas. Se coloca muchas veces en estos mapas en una de las intersecciones, ó en varias la delineación de los rumbos, ó vientos, por si pudiera importar en alguna ocasión su conocimiento y aplicación en el mapa.

Así ha conseguido el hombre poner baxo del alcance de una sola ojeada la adquisición de muchas noticias que le son indispensables para su bienestar y logro de las satisfacciones que ansía.

Fig.

CAPITULO III.

Uso de estos globos artificiales, mapas y representaciones de la tierra : nombres que se dan por su situacion y sombras á sus habitantes.

Luego que llegó la industria de algunos Geógrafos á representar por medio de esferas artificiales y mapas el globo terraqueo y las porciones de su superficie que mas interesaban, solo pensaron los demas hombres en sacar de esta invencion las utilidades que les ofrecia. Contentáronse con adquirir el manejo de estos medios, que les proporcionaban noticias importantes y necesarias para su tráfico, y dexáron á los estudiosos el cuidado de recordar los caminos, por donde se habia conseguido un bien tan considerable. Como en el manejo orgánico del globo artificial y de los mapas se veían comprobadas muchas de las verdades teóricas, que hasta entónces se les habian figurado de difícil inteligencia, cada uno aspiró á conseguir este manejo ventajoso, y se hizo un ramo de instruccion el uso del globo artificial, que representa la tierra, y el de los mapas.

Este uso se fundó á los principios en el sistema del movimiento del sol al rededor de nuestro globo : fuéron por consiguiente dimanadas de este supuesto todas las explicaciones y apoyo de las prácticas que se enseñaban ; pero habiendo nosotros pretendido desvanecer la idea de un movimiento del sol al rededor de la tierra, y manifestar con el movimiento del globo terraqueo en su órbita

las vicisitudes, desigualdades y variacion de los climas, dias y estaciones del año, porque caerían en la duda de si pueden, ó no ser ciertas nuestras reflexiones sobre estos movimientos los que notasen que, ó no adaptábamos á los principios dados, ó dexábamos de poner este uso del globo y mapas, que no es mas que una consecuencia de lo que llevamos dicho; nos dedicaremos en las siguientes cuestiones á manifestar (sin que sea preciso el movimiento del sol) los usos y ventajas, que resultan en nuestro sistema de la aplicacion mecánica de los principios, que llevamos sentados.

Creemos indispensable, antes de emprender la resolucion de las cuestiones ofrecidas, indicar algunas advertencias esenciales por la variacion del método que pensamos emplear.

1.^a En la antigua suposicion del movimiento del sol el horizonte de los globos artificiales, ó de su armazon, fué el principal apoyo sobre que estribaba el uso que de ellos se hacia; y con suponer que saliese por él este astro, que subiera al meridiano, y se pusiese por la parte opuesta en el mismo horizonte, explicaron el mecanismo de los dias y el de todas las vicisitudes que se experimentaban. Habiendo nosotros negado como absurda tal suposicion, y consistiendo toda la diversidad de los fenómenos, que observamos, en el movimiento del círculo terminador de la luz, y en que de resultas de continuar la tierra su revolucion anua en la órbita destinada, se aleja, ó se acerca el plano de este terminador al exe de la tierra (que por aquella fuerza magnética, reconocida en ella, sigue siempre una constante direccion pa-

Fig.

Fig. paralela á sí misma, ó al exe de todo el sistema), debemos variar en el establecimiento de los medios que han de facilitar el *Uso del globo*, que proponemos.

2.^a El horizonte, pues, que se halla sujeto en la antigua armazon de los globos artificiales, será considerado por nosotros (mientras no se construyan globos artificiales con arreglo al uso que proponemos, ó á las variaciones, que expusimos en el capítulo antecedente) como círculo terminador de la luz, quedando el arbitrio de representar sus diferentes situaciones, por ser movable el meridiano de bronce, solo con variar la colocacion del exe.

3.^a Dando revoluciones sobre su exe al globo artificial, y suponiéndolas de 24 horas, se harán sensibles los efectos y conseqüencias, que debe causar el movimiento del círculo terminador de la luz.

4.^a Como es indispensable el perpendicular, que indica la direccion de los rayos del sol, será forzoso añadir á la antigua armazon del globo artificial una esfera reducida, de la qual penda el perpendicular, y que se halle situada en el polo del horizonte, terminador de la luz en nuestro caso. Por la misma razon habrá de suplir al horizonte (propuesto en las variaciones citadas) el cuadrante de bronce de la misma armazon.

5.^a Ya no podrán por consiguiente explicarse las tres posiciones de la esfera con subir los polos de la artificial, ó con variar su situacion en los términos (que lo exígen) explicados en la Parte Primera: Por lo que las esferas, recta, paralela, y obliqua no serán sino una consideracion que conviene á cada punto del globo segun la diferen-

te situacion que tenga su linea zenit-nadir respecto de la direccion recta de los rayos del sol, y su horizonte racional respecto del circulo terminador. Fig.

Baxo de este concepto y advertencias, establecido ya el uso del quadrante movible de bronce para indicar la direccion de los horizontes, correspondientes á los diferentes puntos que consideremos, pasamos á la execucion de lo que habíamos anunciado.

Si se desea verificar en qualquier tiempo del año por medio del globo artificial todas las propiedades de las tres posiciones de la esfera; esto es, de la recta, paralela y obliqua.

Con atencion á todo lo que queda explicado en el capítulo I. de la Parte Segunda, supongamos al globo terraqueo en qualquiera de los puntos equinocciales y de los solsticios. Primeramente como que pasa por los polos el circulo terminador en la situacion equinoccial, y que cae perpendicularmente sobre el equador la direccion de los rayos del sol, habrémos de colocar el globo artificial de suerte que el circulo, terminador de la luz segun las antecedentes advertencias, toque sus polos, y que coincida con el equador el perpendicular, que baxa del cuerpo que representa el sol y que anuncia la direccion perpendicular de sus rayos. Hecha esta preparacion, dése una vuelta entera al globo sobre el exe para que figure con ella su diaria constante revolucion; renuévense todas las reflexiones, que se hiciéron con igual motivo en aquel capítulo citado; y váyase colocando sucesivamente el quadrante de bronce á los 90° (que serán faciles de contar en el meridiano del mismo metal en donde se mueve) contados desde

Fig. todos los puntos que se quieran exâminar, y en nuestro caso desde el polo, desde el equador y desde qualquier parte intermedia de la superficie contenida, que son los tres parages en que se logran las tres referidas esteras, ó sus posiciones. Exâminense las diferencias que causa la colocacion material del terminador, la del horizonte (esto es la del quadrante movable de bronce) y la del zenit considerado, suponiéndose indispensablemente el observador en aquel pueblo, ó parage respecto del qual se quieren averiguar las consequencias que dimanen: con lo que se tendrá la demostracion orgánica de lo que debe suceder en las varias regiones, ó parages de la superficie de nuestro globo por sus colocaciones respectivas á la direccion de los rayos del sol en los equinoccios.

2.º Si supusiéramos al globo terraqueo en qualquiera de los puntos solsticiales de su órbita, siguiendo el mismo método de colocar el quadrante de bronce por horizonte de cada parage, que se toma en consideracion, se debería variar la posicion del globo artificial hasta que se situase el círculo terminador tangente á los dos círculos polares, y que cayese el perpendicular, ó la direccion de los rayos del sol sobre uno de los trópicos con arreglo al que se elige en la suposicion; agregando á esta colocacion la vuelta sobre el eje que anuncia la revolucion diaria, se tendrían explicadas mecánicamente las propiedades de las tres posiciones de la estera, comparando los efectos de esta última situacion del globo respecto de los mismos tres puntos elegidos antes en la primera suposicion. A esto se añade, que consideran-

do el movimiento y sus efectos quando el plano del terminador camina hacia los círculos polares, y el perpendiculo hacia los trópicos, igualmente que quando se verifica su regreso á los polos y al equador, se logra el desengaño práctico de quan naturalmente se explican, aun en este método mecánico, ó con el uso del globo artificial, las reflexiones, que se indicaron en el Capítulo ya citado.

Con sola la execucion práctica de lo que se acaba de explicar quedan satisfechas todas las cuestiones, que sobre la diferencia de dias y noches suelen hacerse; porque en ella se vé y se toca quan desigualmente están metidos en la parte iluminada por el sol, y en las sombras los paralelos al equador señalados en el globo artificial, que no son sino el rastro que dexa la carrera de cada punto de su superficie en las 24 horas, y que creciendo mas y mas la desigualdad de estas porciones de paralelos, quanto mas se alejan del equador, debe crecer mas, ó ser mas notable la diferencia en la duracion de los dias y noches.

Este sencillo uso del terminador de la luz y del perpendiculo, ó direccion perpendicular de los rayos del sol, dá solucion á muchas cuestiones, que omitiremos á causa de la brevedad á que aspiramos, y tambien porque son obvios los usos que puede tener en la aplicacion de semejantes fenómenos.

Es de advertir, que aun prescindimos de los crepúsculos, que anteceden y siguen al verdadero dia, por la razon de que siendo un efecto fisico, que depende de otras causas ajenas de la situacion que ocupa en el sistema general el globo terraqueo, nos parece mas oportuna su explicacion

Fig. en otra parte, en la que pensamos dar noticia de algunos conocimientos, que facilitan la descripcion de la tierra, ó globo, que es el objeto de nuestras reflexiones.

Dados dos puntos qualesquiera, distantes desigualmente del equador, se desea averiguar la diferencia de sus dias y noches, ó su diversa duracion.

Sébase primero qual es el dia, ó estacion del año en que se desea la solucion, y supuesto este conocimiento, dispóngase el globo artificial de suerte, que el círculo terminador de la luz y la direccion perpendicular de los rayos del sol caygan precisamente en los puntos que corresponden al dia y estacion señalada: colóquese sucesivamente cada punto de los dos propuestos en el círculo terminador, y exâminense los respectivos arcos iluminado y obscurecido, que deben andar en la revolucion de las 24 horas sobre el exe; compárense las resultas del exâmen, ó la diferencia hallada, respecto á los dos puntos, ó lugares observados, y se tendrá quanto difieren entre sí sus dias y noches, igualmente que su respectiva duracion.

Hay diferentes medios de averiguar la desigualdad de los arcos iluminado y obscurecido de los paralelos al equador, y la cantidad en que se exceden. 1.º Nótense quantos de los veinte y quatro semimeridianos, que dividen al equador y á sus paralelos en otras tantas partes iguales, se hallan dentro del arco iluminado, y quantos en el obscurecido, ó bien quantas de estas veinte y quatro partes en cada uno: como cada porcion contenida entre estos semimeridianos necesita, ó vale una hora, tantas horas de dia tendrá el punto, ó parage, que

debe andar aquel arco iluminado, como porciones, Fig. ó meridianos se hallen en él, y tanta obscuridad, ó noche, como partes intermeridianas contenga el arco obscurecido.

2.º Puesto á la misma orilla occidental del terminador el pueblo, ó punto, para quien se pretende averiguar la duracion del dia y de la noche, hágase que el globo artificial se mueva sobre su exe de Occidente á Oriente; habiendo antes colocado la manecilla del círculo horario en el número 12, y notando el número de horas, que señale la manecilla, hasta que llegue á tocar el otro borde opuesto del terminador el punto que se movió, se tendrán con sola esta práctica las horas de su dia, las cuales restadas de las 24, que componen la total revolucion, darán su noche, ó la duracion de su movimiento por las tinieblas. Hecha esta operacion con cada uno de los puntos propuestos, se podrán comparar sus respectivos resultados, y averiguar por consecuencia la diferente duracion de sus dias y noches.

3.º Descríbase un círculo qualquiera (Fig. 47) 47.º cuya circunferencia se dividirá por quadrantes en 360º con los diámetros O P, A B, que se cortarán perpendicularmente en C; supóngase que estos representan al exe y equador del globo, esto es, O P al exe, y A B al equador: segun la latitud de cada punto de los dos propuestos, tírense cuerdas por los números, que indiquen en el círculo sus respectivas latitudes, como 20 20, 40 40, &c. paralelas al equador A B, las cuales podrán representar la mitad de la diaria revolucion de cada punto de donde fuéron tiradas; dividase

Fig. cada una de estas cuerdas en doce partes iguales, y tirando el diámetro *T R* con aquella inclinacion, ó desvio del exe, que debe tener en aquel dia, ó estacion supuesta, el círculo terminador de la luz á quien representa *T R*, véase que partes de las doce señaladas en las cuerdas caen en la porcion iluminada *T O A R* del círculo, que representa el globo, y quantas en la obscuridad *T B P R*; y doblando su número en cada una de las partes observadas, se tendrá la total duracion de la luz, ó del dia, y la de la noche en los dos puntos, que se sujetaron á la averiguacion.

Ultimamente otro de los modos de resolver esta cuestión es el valerse de la tabla de los climas: véase á que clima corresponden los puntos, ó lugares de que se trata, y se tendrá próximamente la duracion de sus dias y noches y su diferencia.

Como el acierto de colocar debidamente el terminador pende del punto, que indica la direccion perpendicular de los rayos del sol, es de suma importancia dar á esta la exácta colocacion, conforme al dia, mes, y estacion que entren en la pregunta, no solo en esta, sino en todas las demas. Por lo que se deberá atender á las reglas siguientes.

1.^a Para disponer el globo artificial de suerte que el perpendicular, que baxa del sol, indique exáctamente el punto de la superficie terraquea, sobre que cae perpendicular la direccion de los rayos del sol, y de suerte que el círculo terminador señale los límites de la parte iluminada, si el globo artificial tiene dibuxada la eclíptica, búsquese en ella la situacion del sol en el dia señalado, segun lo ad-

vertido en el Capítulo IV. de la Parte primera, y moviendo el globo hasta que caiga precisamente debaxo del perpendicular el grado de la eclíptica averiguado, resultará señalada por el perpendicular la direccion verdadera de los rayos del sol, y colocado en el debido parage el círculo terminador, de quien es polo el punto indicado por el perpendicular.

Si no tuviese eclíptica el globo, hállese por las tablas, construidas á este intento, la declinacion del sol en el dia propuesto, y tomando en el meridiano de bronce la parte, ó número de grados que indiquen las tablas, el paralelo que pase por el punto, traído baxo del perpendicular, será precisamente el que muestre qual es la parte de superficie terraquea, que tiene perpendicular al sol, siguiéndose de la debida colocacion de este punto la del terminador de la luz.

Pero si no hubiese tablas, que indiquen la declinacion del sol en el dia propuesto, divídanse las distancias, ó arcos de meridiano, contenidos entre el equador y trópicos, en tantas partes iguales, como dias emplea la direccion perpendicular de los rayos del sol en andarlas; esto es, la que hay entre el equador y trópico del Cangrejo en noventa y quatro partes, y la otra entre el equador y trópico de Capricornio en noventa. Éste recurso bastantemente expuesto á crecidas faltas de exâctitud por los supuestos que en él se admiten, solo podrá tener aplicacion en una urgencia en que falten los demas medios propuestos. Sabido, pues, por lo dicho antecedentemente qual es el movimiento de esta direccion del sol en las va-

Fig. rías estaciones y meses del año, colóquese baxo del perpendicular la parte de aquellas noventa y quatro, ó noventa, que corresponda al día, ó tiempo propuesto, y resultará la debida colocacion del terminador; y proporcionada por consiguiente la solucion del caso propuesto.

Quando no se sepa la inclinacion del círculo terminador, ó de su plano con el exe, que es la circunstancia que se supuso en el último caso, de que se ha hablado, y que sabida la declinacion del sol, ó bien el parage sobre que caen perpendiculares los rayos de este astro en algun día señalando, se quiere hallar esta inclinacion, ó la direccion del círculo terminador en qualquier otro caso, 47.^a tírese en la figura citada (Fig. 47) la recta, ó radio $10\ C$ desde el punto, ó grado del círculo que indique la declinacion del sol en aquel día, al centro, y tirando por este punto un diámetro TR perpendicular al radio $10\ C$, este señalará én el arco del círculo la inclinacion, que se buscaba. Estas observaciones y método de resolver las questões en un círculo plano pueden ser útiles en muchas ocasiones, en que se carezca de globos artificiales.

Se pretende averiguar por medio del globo artificial la longitud y latitud de un punto de la superficie terraquea, ó bien indicar su colocacion.

Solamente con recordarnos de los medios, que se tomaron en la construccion de los globos artificiales terraqueos, se nos representa el camino de satisfacer á lo que se pide. Por la exácta colocacion de los diversos puntos en el encuentro, ó interseccion, que forman el círculo de latitud y el de longitud, atribuida á cada uno de ellos, diximos

que resulta la acertada demarcacion de la superficie terraquea de nuestro globo : volviendo por consiguiente al punto, que ocupa en ella cada parage, ó parte examinada, sabrémos su colocacion observando quales son los círculos de latitud y longitud, que se cruzan, supuestas las noticias, definiciones, uso y propiedades de estos círculos, explicadas en la Parte primera.

Sabida la hora que es en un pueblo, cuya longitud se conoce, conviene averiguar por medio del globo qual es la que se cuenta en aquel instante en otro pueblo, de que se conoce tambien la longitud.

Como ven antes al sol los pueblos, que nosotros llamamos mas *Orientales*, será fácil con los datos de la presente cuestión asegurar la hora, que se ignoraba en el un pueblo, con anticipar, ó retardar á la hora conocida (segun es el exceso de grados hácia el Oriente, ó Poniente) tantas horas como veces 15° pueden contarse en la diferencia de su longitud : por exemplo, se pretende saber que hora será en un pueblo que esté á los 45° de longitud, siendo las 11 de la mañana en otro que tiene solamente 30° de longitud. Se dirá que son las 12 del dia en el de los 45° por ser mas oriental que el otro con el exceso de 15° . Si hubiese en la diferencia de longitudes minutos de grados, segundos, &c. se reducirán estos á minutos, segundos, &c. de tiempo segun una de las advertencias del Capítulo IV. Parte primera. Del mismo modo puede averiguarse la inversa ; esto es, la diferencia de longitudes, sabidas las horas de dos partes, ó puntos de la superficie del globo.

Interesa la averiguacion del parage preciso, ó

Fig. punto del horizonte en que nos parece que nace y se pone el sol, y la hora en que esto se verifica en un dia señalado.

Dispuesto el globo artificial de suerte, que el perpendicular y el terminador tengan la situacion, que corresponde al dia propuesto, exáminese el punto en que toca al cuadrante de bronce, ó á su continuacion (colocado, como horizonte del pueblo en donde se intenta la averiguacion) el paralelo al equador, ó círculo descrito en aquel dia por la direccion perpendicular de los rayos del sol, moviendo de Occidente á Oriente sobre su exe al globo y por consiguiente al punto dado, que se habrá debido colocar en la parte occidental del terminador. Si continuando la indagacion se solicita saber la hora en que nace, ó se pone el sol; muévase el globo hasta tanto que caiga baxo del meridiano de bronce el pueblo, respecto del que se intenta la solucion, y colocada á las 12 la manecilla del círculo horario, prosígase el movimiento del globo hasta que el mismo punto, ó pueblo vuelva á tocar al círculo terminador; y como las horas, que habrá corrido la manecilla, indicarán la duracion de tiempo, que emplea aquel parage en subir hasta el meridiano, ó en baxar desde él al horizonte y terminador de la luz, por ser iguales próximamente los dos arcos, se tendrá con este medio la hora en que nace y se pone el sol, la duracion del dia, y la averiguacion solicitada. Por medio de los semimeridianos interceptados entre el meridiano de bronce y los puntos de Oriente y Poniente, se pudiera tambien averiguar lo que indicó la manecilla del círculo horario.

En la solucion de las questões antecedentes Fig.
y en sus advertencias se podrán hallar fácilmente los medios de satisfacer á muchas questões del manejo y uso del globo artificial. Tales son por exemplo : Hallar el parage, ó pueblo en que el sol es perpendicular á tal hora de un dia señalado: la mayor duracion de los dias y noches de algunos pueblos determinados : quales son aquellos en que empieza á ser de 24 horas el dia , y los en que son de mayor duracion : la hora que es en Italia segun su modo de contar, y la que será entre los Asirios y Judíos, quando entre nosotros se cuenta una hora señalada (para lo que conviene tener presente quanto se dixo en la Parte primera; es á saber, que entre los primeros y los últimos empieza la numeracion de las horas al ponerse el sol, y entre los segundos al nacer este astro): finalmente otras muchas questões, que ocurren á la vista del mismo globo, á todas las quales es fácil responder haciendo uso de lo que ya queda anunciado.

Ocorre tambien el haber de medir, ó averiguar por medio del globo artificial las distancias que hay entre dos puntos de la superficie terraquea.

Para conseguirlo, exáminese si los puntos propuestos se hallan baxo de un mismo meridiano, baxo del equador, ó baxo de alguno de sus paralelos, ó bien en otra direccion obliqua á las mencionadas. En el primer caso como los grados del meridiano en el globo artificial son iguales á los del equador, sabido el valor de los de este círculo máximo, y por consecuencia de los del meridiano, se tendrán en el número de grados inter-

Fig. puestos entre los dos puntos, de que se trata en ambas ocasiones, las varas, millas, leguas, &c. que median entre los puntos propuestos. Pero si fuese baxo de un paralelo la situacion de los puntos, véase en una tabla de los valores de cada grado en los paralelos al equador el que corresponde al paralelo propuesto, y sabiendo el número de grados que median, se tendrá la distancia que se pidió. Si no hubiese tabla para saber el valor del grado del paralelo, que es el objeto de la averiguacion, se hallará fácilmente por medio de esta fórmula $\frac{G. \times \cos. N}{\text{Rad.}}$, siendo G el valor del grado de equador, y N los grados de latitud, ó declinacion del paralelo. En el segundo caso, ó quando la direccion en que están los dos pueblos es obliqua, tómese esta, ó la distancia que media entre los puntos, con un compas, trasportada al equador; véase que grados ocupa, y reducidos estos á la medida que se quiera, darán la distancia que se pretendia saber. Tambien se podria averiguar esta misma distancia intermedia, abrazando los propuestos puntos con el quadrante de bronce, cuyos grados son iguales á los del equador, y pueden dar por consiguiente la solucion que se buscaba.

El haber llegado á nosotros los nombres, que diéron los Griegos á los conocimientos, que alcanzaban sobre las ciencias y artes, las llena hoy de alguna obscuridad y de dificultades misteriosas, que arredran comunmente por la novèdad de su sonido, si no se explican. Tales son los nombres de Antecos, Antípodas y Periecos, y los de Amfiscios, Ascios, Hetheroscios y Periscios.

Con los tres primeros explicaban la situacion que tienen los pueblos respecto de los círculos y divisiones imaginadas en nuestro globo; con los quatro últimos las varias direcciones que forman las sombras de los cuerpos, ó habitantes de los diversos climas por la distinta direccion de los rayos del sol, á que los obligan sus posiciones respectivas.

Fig.

Antecos fueron llamados aquellos habitantes, que viviendo baxo de un mismo meridiano, se hallan igualmente distantes del equador, ó tienen igual latitud, pero de distintas denominaciones; es á saber Boreal los unos, y Austral los otros. Como que habitan emisferios distintos, deben experimentar encontradamente todos los fenómenos sobre dias, estaciones, &c.

Antípodas se dixerón aquellos habitantes, que ocupan la superficie del globo terraqueo en unos puntos diametralmente opuestos, esto es, situados á los extremos de los diámetros de círculos máximos, en los cuales se corresponden directamente los pies de los unos con los de los otros. Este figurársenos que se hallarian con los pies arriba y la cabeza abaxo, ó en una situacion violenta, nuestros Antípodas, hizo sin duda creer imposible su existencia, hasta que viniéron á desengañar á los sabios del mundo yiejo, muy pagados de sus conjeturas por falta de observaciones y conocimientos físicos (que dirigen mejor en estas materias) las relaciones, descubrimiento del nuevo, y la vuelta al globo, dada, ó hecha por famosos navegantes, atravesando mares desconocidos.

Un sabio ha querido defender la equivocación

Fig. cion nada extraña de otro aun mas sabio, que fué muy disculpable en pensar con su siglo sobre los Antípodas; mas es tan débil, tan inconsequente, y casi tan pueril la Apología, que turba en algun modo la brillante opinion de este docto Antiquario.

Periecos se dixeron aquellos pueblos, que habitando en la misma latitud, tienen por meridianos los opuestos semicírculos de un meridiano entero: ó bien los *Periecos* habitan en un mismo paralelo, pero en puntos diametralmente opuestos. Por consiguiente como que habitan el mismo emisferio, las estaciones, dias mas largos, &c. &c. son al mismo tiempo: solamente varían en que el dia de los unos es noche para los otros, y el medio dia media noche.

Para reconocer sobre el globo artificial los Antecos, Antípodas y *Periecos*,

Colóquese el globo de suerte que los polos descansen sobre el círculo, que tiene en su armazon el nombre de horizonte (terminador de la luz para nosotros); y observando con dar vueltas si fuese necesario, quales son los pueblos y parages cuya situacion corresponde á las noticias dadas, se tendrán señalados los que son Antecos, Antípodas y *Periecos*, que es lo que se propuso hacer.

Amphiscios son los que hacen sus sombras á medio dia, ya hácia un polo, ya hácia el otro; tales son los pueblos que habitan entre los trópicos.

Ascios son los que á medio dia no hacen sombra alguna por caer sobre ellos perpendicularmente los rayos del sol. Los pueblos de la Zona Tórrida son *Ascios* en los dos dias del año, en que miran sobre sí perpendicularmente al sol.

Heteroscios son aquellos pueblos, cuya sombra en todo el año no varia de direccion. Son *Heteroscios* los que habitan las Zonas templadas; sus sombras se dirigen constantemente hácia sus respectivos polos.

Periscios son aquellos pueblos, que por su situacion ven andar al rededor de sí su sombra; tales son los que habitan el polo y sus inmediaciones, ó Zonas frías, pues miran al sol como gira al rededor de ellos sobre su horizonte.

Para asignar estos pueblos en el globo artificial como en el caso de hallar los Antecos, &c. verifíquense por medio del perpendicular, ó direccion perpendicular de los rayos del sol y movimiento del globo, las propiedades de los *Amfiscios* y *Ascios*, y lo concerniente á los *Heteroscios* y *Periscios*; así resultará de sola la inspeccion de las Zonas lo que se deseaba executar.

Aun es mas sencillo el uso, é inteligencia de los mapas, ya sean generales de toda la superficie del globo terraqueo, ó de grandes divisiones de ella, ya corográficos, ó particulares, ó ya finalmente topográficos, pues siempre llevan consigo las lineas que anuncian los círculos de longitud y latitud, ó bien tienen siempre marcados los puntos cardinales Norte, Sur, Este, Oeste, y en los límites, ó marco, los números que indican los grados de longitud y latitud.

En los topográficos la pintura especificada que se hace de aquella porcion de terreno que representan, no dexa duda del uso que pueden tener las circunstancias que en ellos se indican.

En los corográficos y generales, como que son

Fig. porciones de la superficie del globo artificial puestas en mayor escala, dirigen, ó son unas mismas reglas, las que indican el uso ventajoso de ambas invenciones. Por la construccion de los mapas (dada en el Capítulo II.) vimos que las lineas tiradas de arriba abaxo representaban los meridianos y los círculos de latitud, ó paralelos al equador, las que se dirigen de derecha á izquierda; deben, pues, indicar los polos, ó la direcion Norte-Sur, las primeras, y los puntos Oriente-Poniente las segundas; y como nuestra situacion y los demas razonamientos, que se han mencionado anteriormente, nos indican el polo Arctico, ó Norte en la parte superior de los mapas, el Mediodia, ó Sur en la inferior, el Oriente á la derecha del que los mira, y á la izquierda el Occidente, en la pregunta de quales pueblos son mas orientales, quales están mas al Occidente, quales se arriman al equador, y quales se alejan hácia tal, ó tal polo, no habrá mas que hacer que exâminar el mapa y leer los nombres de los que se avecinan á la parte diestra; de los que á la siniestra; de los que á la base del marco, ó al punto donde se halle el equador (que se distingue siempre con doble raya); y de los que á su parte superior, ó á la del marco. Si por razones de alguna conveniencia se variase el general método de construir los mapas, siempre serán señalados los puntos cardinales y la direccion de los círculos meridianos y equador. Seria, pues, indispensable en este caso arteglarse á su nueva distribucion para el uso de estos mapas así variados.

No será ya dificultoso por consiguiente el ver

la posicion que tienen sobre la superficie del globo terraqueo los pueblos, mares, rios, &c. por medio de los mapas y cartas geográficas sin la precision de los globos artificiales. Las distancias entre los varios puntos, ó lugares se tienen con no menor facilidad, aplicándolas con el compas á las escalas, que acompañan, ó que están trazadas en los mapas, y si no á los meridianos, en quienes la misma abertura del compas anuncia el número de grados iguales á los del equador, y por consiguiente las millas, leguas, &c. que median. Del mismo modo será fácil el saber hácia que rumbo de un pueblo cae otro, solamente con dividir (si no lo está de antemano) en ocho partes, que representarán los rumbos, que contiene cada uno de los quadrantes, ó ángulos rectos, formados por la interseccion de las lineas Norte-Sur, Este-Oeste, que son los quatro puntos cardinales de todos los rumbos.

Creemos suficientes los principios dados para hacer un uso ventajoso de los globos artificiales y mapas. Con ellos se podrá satisfacer á las paradojas y preguntas, que pudieran ocurrir, y que omitimos por ser la brevedad uno de los objetos que nos hemos propuesto para obedecer las insinuaciones del precepto que nos dirige.

C A P I T U L O I V .

Partes constitutivas del globo que habitamos : revoluciones y fenómenos de que son causa.

Aun se mantienen lejos de los objetos mas importantes, que nos ofrece la esfera que habitamos,

Fig. toda la indagacion y reflexiones empleadas para conseguir una idea de la respectiva posicion, que tienen en su redondez los diversos puntos, los Pueblos, Ciudades, Provincias y Reynos, en que la han dividido el temor, la necesidad, la ambicion, el deseo de la libertad, ó las pasiones de los hombres que la ocupan.

Círculos, zonas, climas, exes y otras ficciones de que se ha valido la industria de los racionales para abrazar ideas, que se les hacian inasequibles, son todas una invencion ingeniosa, que dió á la sociedad los bienes mas considerables. Si exceptuamos los esfuerzos hechos para indicar los movimientos de nuestro globo en su órbita, su figura, extension y conseqüencias que resultan de estos principios, ficciones han sido y no mas los objetos de nuestra solicitud, ó bien unas invenciones útiles y traduccion del language, con que se explica hoy, y se alcanza el conocimiento del globo terraqueo. Mas como el fin nuestro se dirige á conseguir una idea clara de la tierra que nos alimenta, de todo este conjunto, ó bola, que gira con velocidad grande entre los demas planetas y cuerpos, que se mueven en el espacio, parece que se deben alargar nuestros conatos á la indagacion de aquellas propiedades dimanadas de la distinta combinacion, con que se mezclan las partes constitutivas de este globo.

Despues que el Soberano Hacedor de todas las cosas habia dado existencia á la materia (que se halló unida, formando una masa en un punto, ó parage del espacio) la puso en movimiento, resultando de aquí el que se congregasen sus partes en diversos puntos (luego que fué desunida por la

actividad de la materia, que pudo encender en su centro) segun eran distintas la figura, el peso, ó la naturaleza y propiedades de la de aquellas diversas porciones, alejadas por la explosion (digamoslo así), ó movimiento primero, y dispuestas en su creacion con el fin de formar los muchos sistemas, que destinaba la suma sabiduría á ocupar con los giros y movimiento de los cuerpos, que contienen, el crecido espacio cuyos límites no sabemos asignar. Fig.

Movíanse ya sobre sí mismas y por el espacio estas porciones de materia, conglobadas y reunidas al rededor de sus centros para disponerse (en virtud de la atraccion hácia la masa, ó centro de donde salieron, que aun conservaban, y de las fuerzas centrífugas, originadas del mismo movimiento circular, que las habia arrojado) á correr las órbitas que se les destinaban. En todos estos torbellinos, ó porciones de materia movida circularmente, se hallaba ya en la diversa configuracion, peso, ó naturaleza de otras porciones menores (contenidas confusamente al principio en cada sistema, y reunidas despues con cierto órden en fuerza del movimiento) un principio para que se conglobasen nuevamente las partículas homogeneas en porciones mas reducidas y compactas, las quales consolidadas mas y mas, habian de ser arrojadas por otra explosion semejante, y continua, girando en virtud de la fuerza de rotacion (que habian recibido en los primeros movimientos de la masa universal) al rededor de la crecida cantidad de materia combustible, ó del fuego, en que se convirtió la materia, que perseveraba aun en el mismo pa-

Fig. rage despues de la separacion de algunas de sus partes; esto es, en el centro de cada sistema, para que constase cada uno de un sol y de cuerpos opacos, que girando en sus órbitas segun las leyes, á que los precisaba su solidez y distancia al centro, participaran de su luz, é influxos.

Tal parece que pudo ser el origen de los muchos sistemas (muy posibles á la razon, y casi demostrables á la Física sana) en el principio de todas las cosas. Subdividida la materia, que se habia destinado para una perfecta combinacion, el mismo Hacedor Supremo quiso dirigir el desenvolvimiento de este sistema predilecto, ó mundo nuestro, en el que habia de formar al hombre á su imágen y semejanza.

Alejadas de su centro en los primeros dias de su creacion por el principio activo, ó movimiento criado, las distintas porciones (los planetas) en que se habia reunido la materia de nuestro sistema, fué desvaneciéndose aquel caos, ó confusion general, en que se halláron antes de este repartimiento las partes que constituyen la materia grosera, ó tierra, las que el agua, y las que el ayre y fuego, las quales dispuestas en el orden que observamos produxéron con la agitacion, obediendo á las leyes de la gravedad y á sus densidades, la penetrabilidad, transparencia y fácil movimiento de las atmósferas que ciñéron los globos, ó masas enormes, hasta las quales apenas hallaba paso la luz mientras no se verificó esta ordenada colocacion, ó mientras se mantuviéron en turbacion y desarreglo todas las partes que la constituian.

Mal pudieron observarse mutuamente, ni ver-

se en este primer momento de su creacion la tierra y el sol, los demas planetas y cuerpos celestes; pero no tardaron en poderse reconocer, en hacerse mas transparentes las atmósferas, y pudo el hombre mirar las maravillas de la naturaleza. Fig.

Permaneció descubierta la tierra desde que separadas las aguas se mantenía convertida en vapores y sostenida por la atmósfera una grande porcion de la que antes había cubierto toda la redondez de nuestro globo, habiéndose retirado la otra parte á ocupar las concavidades, valles profundos, y los abismos, que habían de formar precisamente en la tierra (aun blanda y no consolidada por los rayos del sol, ni por la acción del ayre, ni por la larga y continuada opresion que sufre ahora y ejerce la materia) las violentas corrientes que dimanaron del flujo y reflujo, ó del acopio de las aguas hácia el equador y su retirada hácia los polos, y las que fueron producidas por las conmociones del mismo globo y por la agitacion de las tempestades y revoluciones de la atmósfera.

Esta combinacion de causas y efectos físicos (consequentes á los fines y leyes que dió á la materia el Soberano Hacedor de todas las cosas) levantó alzadas de tierra, acopios de la materia mas grosera en unos parages con preferencia á otros, los montes y partes de su superficie, que quedaron fuera de las aguas. Este órden de formacion se ve bien comprobado con las conchas marítimas, petrificaciones, y otros indicantes, que sembrados por todas partes, arguyen haber estado cubiertas y formadas por las aguas las capas de tierra, paralelas y las mas veces horizontales, de que se com-
o ij

Fig. ponen nuestros montes, las llanuras, y casi todos los paises habitados, ó reconocidos por los hombres. Esto mismo se intiere al considerar la excesiva magnitud que adquiriéron las montañas y sierras conforme se arriman al equador, y la disminucion notable de las colinas que se avecinan al polo. Las cordilleras de Africa, las enormes de la América Meridional, las de Asia, y aun las nuestras respecto de las de la Laponia, son argumento favorable de esta observacion, y de los crecidísimos acarreos de tierra, que se han podido originar del conjunto de estas causas. Las Islas, que vemos nacer, y orillas, que dexa sin agua un no esperado alejamiento del mar; los paises, que inunda y sumerge; las cadenas de montes y las cordilleras, que se observan baxo de las aguas; los bancos, que forma y quita succesivamente una corriente del agua, un uracan, una agitacion de la atmósfera, arguyen claramente estos enormes acopios, estas mudanzas, y la sabiduría del que ordenó un mecanismo tan admirable para que permaneciese la continua transformacion, la variedad de aspectos, y la agitacion, á veces insensible con que va mudando semblantes la materia: esencia desconocida, que dando configuracion y límites á los cuerpos, los sujeta á nuestros sentidos.

No podia, ni convino que la revolucion y movimientos de nuestro globo diesen lugar fixo á las diversas clases de materia, que llamamos *Elementos*, y las segregasen de suerte que no pudieran las partículas de fuego pasar á mezclarse con las del ayre y agua, y las de estas con las de la tierra. Como quedaban poros y oquedades en los cuer-

pos, las partes sutiles de la materia pudieron introducirse, y aünadas por la continua division y choque, hasta llegar á sus esencias primeras, concurrir algunos de los elementos, y causar con su encuentro las conseqüencias y fenómenos que advertimos. Fig.

En la tierra grosera, en el agua, en el ayre y atmósfera se nos representan diariamente los efectos y producciones, á que dá origen esta combinacion de elementos, que mantiene toda la armonía del globo que habitamos. Aquellas fuentes perpetuas, aquellos caudalosos rios, que destruyen unas veces, y fertilizan otras las campiñas y valles por donde corren, combinacion han sido de la tierra, ayre y agua, habiendo penetrado esta (acarreada con las nieves, lluvia y rocíos) por los poros de la primera hasta las concavidades crecidas, que formó el ayre interpuesto, al amontonarse la materia, ó la descomposicion de esta, desde las quales vuelve á salir el agua congregada en mucha copia, abriéndose paso con su gravedad por entre impedimentos y dificultades. Semejante combinacion del ayre y fuego es origen de los fenómenos espantosos de los terremotos y desastres, que nos atemorizan: rarificase extrañamente el ayre, contenido en alguno de estos vacíos profundos, por una combinacion de materias combustibles, ó de fuego (encendido á sus inmediaciones, ó en ellos mismos con la fermentacion, que pudo resultar en las materias contenidas de la humedad, ó ayre introducido), rompe su prision y conmueve quanto se opone á la libertad que solicita, ó bien se exhala arrastrando consigo violentamente las.

Fig. materias inflamadas, que fueron causa de su desmesurada rarefaccion : este origen tienen los estragos de los volcanes. Una combinacion del ayre arremolinado, del agua y del calor, ó rarefaccion de vapores y atmósfera, que resulta de la friccion interna, ó bien de la columna de humo sulfureo que se levanta del fondo de los mares, inflamado en aquella parte, forma una de las varias especies de nubes, que arrojan violentamente, y absorben alguna vez las aguas por medio de su figura y situacion, conocidas con los nombres de *Manga*, ó *Trompa*, en las quales si suben las aguas, lo hacen hasta que venciendo con su peso la causa que las eleva, llegan á desplomarse y á inundar quanto encuentran en su caida, si no son cortadas por algun acaso. Por semejante sencilla combinacion suben desde la superficie del agua y de la tierra los vapores, que se extienden en la atmósfera; porque aumentado con el calor el volumen de las partículas diminutas que yacen en los cuerpos, se hacen estos vapores, ó gotas reducidísimas específicamente menos graves que las partículas contiguas de la atmósfera, y suben hasta tanto que encuentren otras partículas de igual gravedad específica, con quienes quedan en equilibrio; ó bien porque siendo de menor gravedad específica que las partículas de la atmósfera vecina, solo aguardan que venga el calor á desencarcelarlas, abriendo los poros de los cuerpos, que las tenian como aprisionadas. Otra combinacion de estos mismos vapores, y su reunion los hace caer convertidos en agua, nieve, granizo, rocío y en todo lo que vemos baxar de las nubes, formadas por su

acopio. Una combinacion de vapores sulfureos, nitrosos, terreos y de distintas naturalezas con el ayre, ó vientos que los agitan, obligándolos á chocarse y á una fermentacion, ó colision que los enciende, produce la explosion de estas materias, los truenos y los rayos, que ocasionan efectos bien extraños, pero que se explican hoy enérgicamente con los inventos de la electricidad. Por una combinacion de la tierra con sales, azufres y partes de otra naturaleza, que acarrea el agua, ó funde el calor en las reuniones, ó acopios que se verifican dentro de las minas, se forman los metales, que han sido de tanto socorro, y daño para los hombres. Una combinacion del fuego, ó de la luz con los vapores y partículas de la atmósfera, forma los globos, las columnas de fuego, las exhalaciones, coronas, auroras boreales y los demas meteoros, que observámos. A fuerza de semejantes combinaciones del agua y de los vientos con el calor, frío y tierra, se desmoronan los montes; se convierten en puntiagudas peñas y horribles escarpados las mayores eminencias, y vuelven á ser llanuras los altos cerros, y montes las tierras que no lo eran. Por semejantes combinaciones en fin se obran todas las maravillas de la reproduccion, fermentaciones y formacion de los cuerpos, que miramos.

Pero de todos los efectos que nos rodean el fluxu y refluxu, este diario movimiento del mar; el tener luz, aun despues de haberse escondido el sol baxo de nuestro horizonte; el soplar con alternativa variacion en ciertos puntos, y constantemente en otros, los vientos; y la direccion de

Fig. las corrientes, que se observan en los mares, merecen algunas indagaciones mas desmenuzadas.

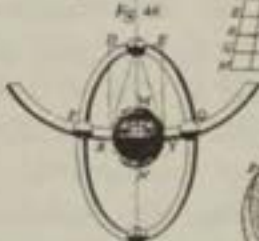
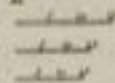
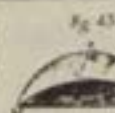
Del fluxo y refluxo del mar.

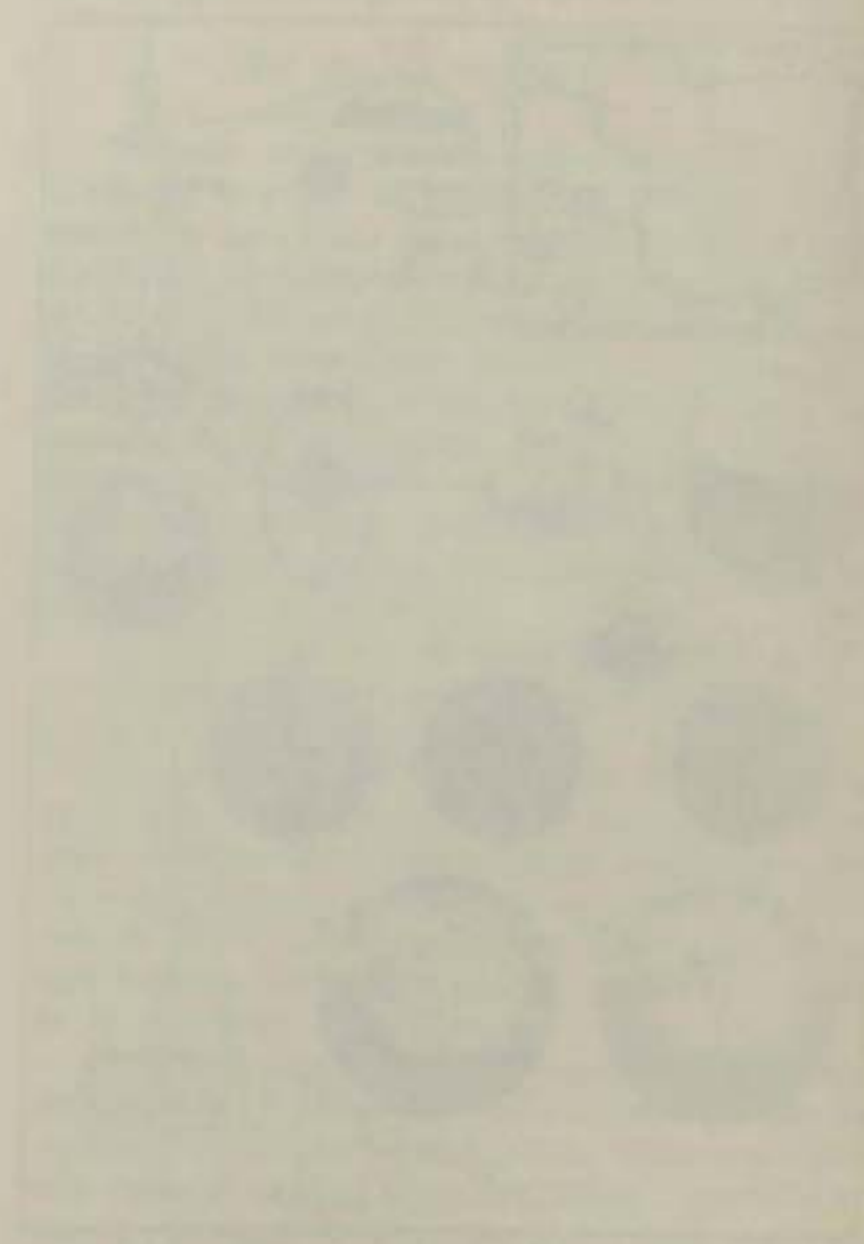
Siempre se ha mirado con admiracion el movimiento con que se arriman y se alejan diariamente de sus orillas las aguas del crecido Oceano. El hallar la causa de esta alternativa (dimanada de la que hay entre la tierra y agua, que forman la superficie de nuestro globo) para no desconocer una circunstancia de las que son parte tan esencial en su constitucion, ha sido un objeto de estudio y de la seria atencion de grandes hombres. Siguiendo sus avisos, indicaremos algunas reflexiones, que nos induzcan al conocimiento de un fenómeno que tanto interesa.

De tres maneras solamente vemos que pierden su situacion y nivel las aguas en nuestros usos y experiencias comunes.

1.^a Levántase el agua hácia los bordes del vaso que la contiene, quando se introduce en ella algun cuerpo extraño de volúmen sensible, ó quando sufre alguna opresion en su superficie, y no vuelve á sus primeros límites hasta que se extrae aquella materia de distinta naturaleza, ó cesa la opresion.

2.^a Si del peso que sufre el agua en toda su superficie por la gravedad de la atmósfera que la oprime, se liberta alguna parte, vemos que por ella sube el fluido hasta una altura, que dá á la porcion de agua elevada tanto peso, como sufre en todos los puntos circunvecinos la superficie res-





tante. En los tubos dispuestos á este intento, en las bombas y en otras máquinas se verifica esta verdad.

3.^a Por la atraccion en fin observamos, que se amontonan las aguas y huyen de sus orillas. En qualquier plato lleno de este fluido, al querer sacar de él un vaso de cristal arrebatada tras sí con su fuerza atractiva una porcion, que al fin, suspendida, vence con su peso la virtud que la llamaba, y se difunde hácia las orillas para ocupar el borde, que antes tenia.

Estas experiencias y efectos tan de poco volumen arguyen claramente, que con igual proporcion de causas llegaría á sufrir aun el Oceano las mismas, ó iguales alteraciones. Verificada, pues, como sucede, la huida y arrimo de sus aguas á aquellos límites que las sujetan, es indispensable que sea alguna de las tres asignadas causas la que produce efecto tan maravilloso.

Primeramente no pueden echar hácia las costas, ni retirar las aguas del mar la inmersión y emersion de algun cuerpo crecido, ó la opresión de alguna materia sobre la superficie del Oceano, porque, ó se hubiera visto (como que debia ser de un espantoso tamaño, para que produxese este efecto) por los Navegantes y Observadores, ó se notaría en el barómetro la opresión particular de la atmósfera en aquel parage, y por consiguiente la de la superficie del agua, cosa que no se experimenta: á mas de que era menester que se zambulliera igual cuerpo, ó que se verificase igual opresión de atmósfera en el emisferio opuesto, en donde se observa al mismo tiempo el mismo fenómeno, ó el fluxó.

Fig.

Fig. 2.^o Aunque se ha verificado que el retirarse el mar de sus orillas proviene de un crecido amontonamiento de aguas, que se hace en la Zona Tórrida (precisamente en dos parages de los dos emisferios, opuestos diametralmente) quando pasa la luna por el meridiano del uno de ellos, no se puede con todo atribuir solamente á falta de peso en la atmósfera la elevacion que toman las aguas, porque se verifica tambien la misma en la parte opuesta, en donde no hay causa tan poderosa que lleve tras sí, ó aligere la atmósfera, como pudiera hacer la luna en el emisferio en que se halla: puede no obstante contribuir y facilitar el efecto, ó aumentarlo en la una parte, lo que conviene tener presente para la comprehension de algunas circunstancias que se experimentan.

3.^o Luego ha de ser la atraccion el origen y causa de este fenómeno, que nos sorprehende, é interesa. Pero ¿qué cuerpo, qué porcion de materia, ó qué cristal tan crecido podrá haber en la naturaleza, capaz de hacer el acopio de aguas, ó la alzada, que conviene, para que desplomadas en virtud de su gravedad, alcancen á cubrir las orillas en los términos que observamos? Sí lo hay; pero antes de indicar qual, ó quales son los cuerpos que con su atraccion dan motivo á este fenómeno, veamos qual es su periódica sucesion, para que se nos haga mas palpable la conformidad entre la causa y sus efectos.

1.^o Aunque en cada 24 horas se verifica dos veces el flujo, crecida del agua, ó la plena-mar de las *Mareas* (nombre general con que se explica este movimiento de los mares), y dos el refluxo,

huida del agua, ó la baxa mar, con todo en cada 24 horas retarda el tiempo medio de $48'$ y $46''$ este fenómeno, ó movimiento de las aguas. Fig.

2.º Vuelven no obstante á verificarse á la misma hora las mareas, precisamente al cabo de $29\frac{1}{4}$ dias, como tambien al cabo de 15 con la diferencia que la plena-mar, ó plemar observada de dia á las 12, por exemplo, es la que corresponde á la de las 12 de la noche del decimoquinto dia anterior.

3.º No solamente vuelven las mareas á la misma hora al cabo de los $29\frac{1}{4}$ dias y de los 15, sino que dentro de este intervalo de tiempo no se verifican mareas mas crecidas, ni mayor acopio de aguas, que por esta razon se llamáron *Aguas vivas*.

4.º A una distancia grande del equador, á los 65° por exemplo, ya casi no se experimenta esta alza y baxa de aguas, que son efectos del fluxo y refluxo indicados, y en la Zona Tórrida es en donde parece que obra con mayor libertad la causa de las mareas.

Entre todos los cuerpos que reconocemos en la naturaleza, en ninguno se halla tanta conformidad con los movimientos y vicisitudes, que acabamos de referir, como en el de la luna. El retardo de $48' 46''$, que se observa á las 24 horas en las mareas, es el que manifiesta la luna diariamente respecto del movimiento aparente del sol en llegar al mismo meridiano de donde salió. Anda la luna con su movimiento de Occidente á Oriente en $29\frac{1}{4}$ dias la órbita, que con la misma direccion describe, á nuestro parecer, en un año el sol. Deben ser, pues, distintos los retardos aparentes de estos dos astros respecto de las estrellas que se ha-

Fig. llan en su meridiano, y menor el de la luna respecto del sol que respecto de las estrellas; porque aunque con movimiento desigual caminan los dos hácia una misma parte, de suerte que, siendo lo que se aleja la luna diariamente de las estrellas $13^{\circ}, 10', 35''$, y del sol $12^{\circ}, 11', 27''$, el retardo, que se debe notar en la luna respecto del sol en volver al meridiano al cabo de 24 horas, es $48'$ y $46''$ con corta diferencia, considerando el movimiento medio entre sus variaciones; y queda dicho que este tiempo es el que retarda el flujo y refluxo del mar en las 24 horas.

El volverse á verificar á la misma hora las marcas al cabo de $29 \frac{1}{2}$ dias y al cabo de 15, arguye igualmente una total conexi3n entre el movimiento del Oceano y la carrera, 3 arribo de la luna al mismo punto del cielo respecto del sol: queda mostrado repetidas veces que la luna adquiere esta colocaci3n respecto del sol al cabo de los $29 \frac{1}{2}$ dias.

El ser mayores las mareas al verificarse este regreso de la luna al mismo punto respecto del sol; esto es, al ser luna nueva y luna llena, 3 bien al estar la luna en conjunci3n y oposici3n con el sol, prueba que en las sizigias de la luna el agente, 3 causa productriz de las mareas logra mayor proporci3n, 3 mas fuerzas para causar una mayor elevaci3n de las aguas.

Finalmente el sentirse con mas actividad el amontonamiento de los mares en la Zona T3rrida, y ser poco perceptible en los parages distantes del equador 65° , &c. prueba igualmente, que no pasa, 3 sale poco de los tr3picos la causa que levanta las aguas y ocasiona el flujo. La 3rbita

de la luna solo se aleja 5° , ó poco mas de la eclíptica y trópicos. Fig.

Por todo lo que se puede inferir con acierto, y asegurar, que la atraccion de las partes, que constituyen la masa de la luna (atraccion tan poderosa, que llega á causar irregularidades en el movimiento y órbita que describe la tierra) exerce tal fuerza sobre nuestro globo, que no solo conmueve las aguas, sino que las amontona hácia el parage en que se halla. Se infiere tambien de la analogía, que hemos encontrado entre las mareas, su aumento, ó diminucion, y el movimiento de la luna; que no es solamente ella la que produce todo el efecto, sino tambien el sol, que combina con las fuerzas atractivas de aquella, la atraccion con que retiene á la tierra en su órbita. Y si no ¿por qué ha de ser el retardo de las mareas conforme al retardo que experimenta la luna respecto del sol, y no segun el que tiene respecto de las estrellas; esto es, $53'$, ó poco menos? ¿Por qué han de subir mas las aguas en los novilunios y plenilunios, ó quando están en la misma direccion las atracciones del sol y de la luna, que quando se halla esta en sus quadraturas, ó quartos? ¿Y por qué en los equinoccios estos mismos aumentos son mucho mayores, y entre los mayores fluxos y refluxos del mar mayores aun los que se experimentan en el Invierno, tiempo en que se acerca al sol nuestro globo, pasando por el perihelio de su órbita?

De todo esto es fácil inferir, que el sol es una de las causas, que contribuyen á las mareas con su atraccion, ó que es un auxilio á las fuerzas atractivas de la luna para que levanten á mayor altu-

Fig. ra las aguas del Oceano que al desplomarse en mayor copia producen el mas crecido flujo, ó mareas que notamos. Corrobora lo dicho últimamente el verificarse, que la elevacion de las aguas se hace en aquella parte del Oceano, que cae entre las direcciones del sol y de la luna, no debaxo de esta precisamente.

En vista de esto, con que pudiésemos demostrar, que las fuerzas atractivas de la luna y del sol son bastantes para producir la elevacion de las aguas, ó las mareas, parece que podríamos creer que se conocia ya el origen y agentes de este fenómeno tan interesante. Mas antes de medir estas fuerzas, conviene reflexionar sobre los puntos siguientes.

1.º Es la atraccion una propiedad tan inherente á la materia, que no la debemos, ni se puede concebir sin ella: tienen, pues, atraccion todos los cuerpos que observamos en la naturaleza.

2.º Los planetas y el sol tienen consiguientemente atraccion, y la sufren, como tambien lo comprueban la explicacion dada de nuestro sistema, y las variaciones, que ocasiona en las órbitas la casual inmediacion de algun planeta, al pasar girando por la suya.

3.º Debe ser mutua la atraccion de los cuerpos y causar los efectos en razon de la cantidad de materia, que cada uno tiene, y con atencion á lo observado sobre las distancias. Por lo que todo cuerpo que atrae, aunque sea mayor, es atraído por el menor quanto alcanzan sus fuerzas, aun quando no logren el conmoverlo.

De aquí se infiere que los planetas atraen al sol, en

medio de que su atraccion es de poco efecto para variar sensiblemente la colocacion, ó sitio de este astro.

Fig.

4.º Debe tambien por el mismo principio la luna producir con su atraccion sobre la tierra los efectos y alteraciones á lo ménos que los planetas sufren entre sí; y ser estas mucho mas sensibles en aquella materia que se encuentre sobre la superficie terraquea (con tal que se halle semejante materia) tan tácil á ceder á todo impulso, que casi pueda reputarse como separada en quanto á esta propiedad del resto de su masa, ó como un anillo de diversa naturaleza, que gira al rededor del centro de la tierra, tocando su superficie, y arreglando su movimiento al que tienen las partes de su circunferencia. El mar, las aguas del Oceano que circundan nuestro globo, son ciertamente este anillo, este cuerpo pronto á ceder á todo género de movimientos, ó impulso, y el único en quien puede exercer su fuerza mas sensiblemente la atraccion de la luna y del sol, y la de qualquier cuerpo celeste, que llegase á pasar por su inmediacion con tal, que su fuerza atractiva fuese de algun momento comparada con la que exercise la tierra sobre las aguas.

5.º El efecto, pues, que se consigue en el amontonamiento de las aguas del mar se habrá de ceñir á lo que indique la razon citada en el punto tercero, debiendo ser mayor la parte que ponga la luna, y mucho mas reducida la que exerza el sol, por ser excesivamente crecida la distancia de este astro, y muy próxima la situacion del otro, no obstante de ser tan desiguales las masas, ó cantidades de materia que tienen.

Fig. En este concepto siendo la razon de la masa del sol á la de la luna :: 10000 : 0,0013, y la de sus distancias á la tierra :: 1000 : 3,054, puede hacerse esta razon compuesta $10000 \times (3,054)^2 : 0,0013 \times (1000)^2$; esto es, si de la razon de las masas de ambos cuerpos, y de la de los cubos de sus distancias, tomadas inversamente, se forma una razon compuesta, como la que queda indicada, esta será suficiente para manifestar la fuerza, con que el sol atrae hácia sí las aguas del Océano, y la que exerce la luna sobre las mismas, las quales fuerzas son como 1 : 4,56, &c. decimales, ó bien :: 1 : $4\frac{1}{2}$ con poca diferencia. Esta misma razon de 1 : $4\frac{1}{2}$ la halló el célebre Newton luego que se le comunicáron las observaciones hechas en los tiempos de la oposicion y conjuncion del sol y de la luna, y en el de las quadraturas, ó quartos de esta por Sturme y en la embocadura del Rio Avon á tres millas de Bristol, y por Coleprese en Plimouth sobre la diferencia de altura, á que se elevaban las mareas. Por estos cálculos y observacion atenta atribuyó el mismo Newton $8\frac{1}{2}$ pies (se habla de medidas Inglesas) de la elevacion del mar á la luna, y 2 con poca diferencia al sol. Este cálculo se ve comprobado no solamente por los supuestos efectos, que corresponden á la razon dada de 1 : 4,56, &c. (siendo 11 pies, ó poco mas la elevacion de las aguas del mar, en cuyo caso son 9 los pies que eleva la luna, y 2 el sol) sino tambien por todos los Observadores mas fidedignos, quienes aseguran que este cómputo es conforme y arreglado á la altura que toman las aguas en el mar ancho ó libre; y que solamente la situacion de algunas

porciones de mar, los vientos fuertes (que se oponen, ó favorecen la elevacion de las aguas) la posicion de las costas, lo angosto de los canales y estrechos, que dividen algunos Países, ó Islas, y el acopio de aguas, que acuden de los distintos mares, pueden variar el efecto indicado.

Fig.

No es levantar las aguas materialmente el efecto inmediato que resulta de la atraccion que sufren; es aligerarlas y disminuir la actividad, ó eficacia con que obedecen al peso que las llama hácia la tierra. Luego que se halló la razon, con que atraen las aguas el sol y la luna, pudo compararse con la que exerce sobre ellas la tierra, y no tardó en descubrirse que la fuerza de esta, ó la gravedad era á la que hacia sentir en nuestra superficie la luna :: 51946202, 9 : 4714, 8; ó bien :: 1 : 0, 0000907: tambien fué fácil hallar quanto pierde la gravedad con la mayor distancia al centro, que la causa, en el equador, que es 0, 00986, y se vió que comparando esta pérdida de gravedad (ocasionada por el movimiento de rotacion de dicho equador, en donde elevó las aguas y tierra que las sigue, quatro leguas nuestras y algo mas, ó 105600 pies) con la fuerza de la luna, ó disminucion que esta causaba en la gravedad, debian elevarse 10, 678 pies de Castilla, que hacen 9, 13 pies Ingleses, que con corta diferencia atribuyó Newton al efecto de la luna. Hallado esto, y sabida la razon ya expresada entre las fuerzas de la luna y del sol; esto es, la de 4, 56 : 1, se sigue que la elevacion de las aguas, ocasionada por el sol, debe ser 2 pies y poco mas : que es precisamente lo que se asignó á estas dos causas al verificarse los 11, ó 12 pies

Fig. de elevacion , que se observan en el Oceano , ó mar ancho y libre.

46.^a Pero aun comprehendida la suficiencia de las fuerzas de la luna y del sol para causar el amontonamiento de las aguas , luego ocurre la dificultad, de como obran para producir esta elevacion, ó aligeramiento del mar entre los trópicos con tantas particularidades , como se experimentan. Para que esto se haga inteligible obsérvese que al paso que camina la tierra por su órbita , gira á su rededor la luna , corriendo la suya poco discordada de la eclíptica por lo que hace la situacion de su plano. De estos movimientos resultan (Fig. 46) las diversas posiciones de la luna en los diferentes puntos C , Q , O , P , siendo C y O los en que coincide con la direccion del sol , ó bien su conjuncion y oposicion con este astro , y los Q , P los en que se aleja mas de la misma direccion del sol , ó los de su quadratura. Como en virtud del movimiento diario sobre su eje presenta la tierra T todas las aguas y puntos de su Zona Tórrida á la mayor cercanía de la luna , esta llama hácia sí en virtud de su atraccion las partes del fluido que mas se le avecinan , porque toda atraccion consigue sus efectos en razon inversa de los quadrados de las distancias á que se halla el cuerpo atrayente , y como las partículas fluidas que se encuentran en la direccion perpendicular CM son las mas inmediatas , aligeranse mas , y se disminuye este efecto á proporcion que se alejan hácia los polos R , Y , de suerte que la direccion obliqua CY , en vez de aligerar , ó atraer la superficie en los polos , aumenta su gravedad ; porque descomponiéndose la fuerza , ó atrac-

cion obliqua CY en dos fuerzas YT , EY , con la direccion de la fuerza TY crece en los polos el peso, ó conato de las aguas hácia el centro de la tierra: arrímanse, pues, y precisan con este esfuerzo á que huya hácia otro parage el fluido oprimido, y como al mismo tiempo están ya aligeradas en la Zona Tórrida las aguas acuden allá, elévanse por toda ella precisamente en las inmediaciones M de la direccion de la fuerza de la luna, y en el otro punto N diametralmente opuesto.

Quando uniéndose las dos atracciones del sol y de la luna, por estar la luna en C , ú O , puntos de sus sizigias, crece el efecto que causan, deben crecer tambien las elevaciones del agua y por consiguiente las mareas, que es lo que sucede en los novilunios y plenilunios; pero se disminuirá esta elevacion siempre que no coadyuve la atraccion del sol á la de la luna, como sucede quando esta se halla en sus quadraturas P , Q : entonces las direcciones perpendiculares QT , PT de la luna distan de la direccion SM del sol todo un quadrante MR , ó 90° : deshace por consiguiente el efecto, que causaría la luna, el contraresto que le opone el sol, y no consigue sino la elevacion, que corresponde á la diferencia de sus fuerzas respectivas, esto es, precisamente la que se observa sobre los mares en los quartos de luna.

Se dixo que en O recibia del sol la luna igual auxilio que en C ; porque entonces este astro atrayendo con mayor fuerza á la tierra T por mas inmediata, que á las aguas N , que están sobre ella á la parte opuesta, las amontona tambien, ó aligera, despegándolas (digamoslo así) de aquel pa-

Fig. rage, ó terreno, que antes no huía, ó que las atraía con mas efecto, en virtud de la mayor fuerza centrífuga, que sienten las aguas N por el giro que va dando la tierra al rededor del centro comun de gravitacion de ella y de la luna, y entonces pueden acudir sin tanto embarazo al citado parage las aguas oprimidas en los polos: facilita, pues, con este efecto el amontonamiento que está causando la luna por su parte en el punto N, de donde resulta el acopio de aguas en la Zona Tórrida, y el achatamiento, ó depresion que debe tomar su figura en los polos. Favorece para conseguir mayores efectos á la atraccion de los dos luminares la fuerza centrífuga, que crece y se aumenta en las partículas del fluido á proporcion de los pies, que por la elevacion adquirida se van alejando del centro de la tierra, y por consiguiente se logran las mareas mas altas, quando las alzadas, ó amontonamiento de las aguas se verifican en el equador: en este parage al paso que van subiendo se alejan mas sensiblemente del centro de la tierra; crece mas conocidamente la fuerza centrífuga del fluido elevado; y obedece menos á la atraccion, con que lo sujeta la masa del globo. Infíerese de aqui la razon de la extraordinaria altura que toman las mareas en los equinoccios: entónces la direccion del sol es sobre el equador; suelen encontrarse muchas veces en el mismo plano, no muy lejos, las sizigias de la luna, y su atraccion reunida se exerce en donde, luego que se van elevando las aguas, empiezan á perder de su peso (por la fuerza centrífuga de su mayor círculo de rotacion) mas que en qualesquiera otros puntos distantes del equador,

en los que menguan en razon de los cosenos de sus latitudes los círculos de rotacion, al paso que se arriman hácia los polos. Fig.

Algun movimiento de la atmósfera semejante al de las aguas (causado tambien por la atraccion de los dos luminares) puede contribuir al aumento, ó elevacion de las aguas y á la diferencia que notan los pueblos Septentrionales y Meridionales (siempre encontradamente, segun es Septentrional, ó Meridional la declinacion de la luna) entre la marea, que se verifica quando la luna está sobre el horizonte, y la que sigue, hallándose en el otro emisferio este planeta. Siendo Septentrional la declinacion de la luna, es mayor para los Septentrionales la marea, que causa quando esta se halla sobre el horizonte, y menor para los Meridionales: igualmente es mas baxa la que tienen aquellos, quando está debaxo de su horizonte la luna, y mas alta para estos. Sucede lo inverso, quando es austral su declinacion; y como esta diferencia de mareas proviene de ser diametralmente opuestos los puntos en que se verifican las elevaciones del agua, ningun razonamiento podrá dar una idea tan clara de ello, como la inspeccion de la figura: X, y el punto correspondiente, que se supone al otro lado de la figura, indican el exe, sobre que da su diaria revolucion la tierra; y en la figura 49 (separada, ó bien puesta en lineas) P Q, representa al exe sobre que gira la tierra P B Q R, y FL es el exe mayor de la elipse, que forman los dos amontonamientos de las aguas en ambos emisferios, y por el qual en su revolucion diaria van pasando los diferentes puntos de la superficie del globo;

Fig. F G la elevacion del agua en el punto G, quando la luna está sobre el horizonte, y *g f* la que experimenta en el caso de su ausencia; B C el equador; M N altura del agua para el punto M austral en el primer caso; y R S altura del agua para el mismo punto, quando está la luna debaxo del horizonte.

El arrimarse á la tierra el sol y la luna, ó al contrario, hace tambien mayores las mareas: habrán de serlo, pues, en el Invierno, que es quando la tierra (como se dixo en la Parte I.^a) corre los signos que se avecinan á su perihelio.

Aunque debieran verificarse todos los efectos enunciados al llegar la luna al correspondiente Meridiano en cada emisferio, al ser los equinoccios, el perihelio del sol y de la luna, y al coincidir las direcciones de estos dos luminare, como para llegar á reunirse las aguas, es preciso que sea por un movimiento succesivo, que no finaliza sino al cabo de largo tiempo, tarda en verificarse el fluxo tres horas, aun despues que toca la luna al meridiano; una marea dos y alguna vez mas en suceder los efectos del novilunio y plenilunio; y dos, ó mas dias en subir las aguas á las alturas, que corresponde para ocasionar los efectos del equinoccio. No es difícil comprehender que debe ser progresivo este movimiento de las aguas, las quales despues de conmovidas, obedecen con mas presteza al siguiente impulso, aunque sea menor, si es dado hácia la misma direccion, como sucede en el dia, ó dias inmediatos á los equinoccios, y en las mareas próximas á las sizigias de la luna.

De todo lo dicho se puede inferir, por que no hay mareas en el mar Mediterraneo, en el Báltico;

en las lagunas, en los ríos, &c. El mar Báltico está muy distante de la Zona Tórrida; el Mediterraneo lo está tambien, y las aguas del flujo que le entran por el estrecho de Gibraltar no bastan para turbar su situacion, aunque despues de haber tropezado contra las costas de las Islas y continentes que lo encierran, vuelven rechazadas á causar alguna especie de flujo y refluxo y mas sensiblemente en el angosto mar Adriático, ó Golfo de Venecia. Pero la razon general (aun para estos dos mares) para las lagunas, ríos, &c. es, que sus superficies son tan de corta extension respecto á la del globo terraqueo, que no pueden contarse puntos algunos de ellas mas próximos notablemente los unos que los otros á la accion de la luna y del sol, y con la diferencia precisa para que sus atracciones causen un amontonamiento y efectos sensibles. Las veinte y quatro mareas de la Isla de Negroponto en Grecia; las alzadas extraordinarias del agua en algunas ensenadas y puertos; como tambien otros fenómenos semejantes, son consecuencia de los vientos, de la situacion de Islas, costas, corrientes y acaso de porciones del flujo, que introducidas en mares de corta extension, chocan repetidas veces contra las costas de las Islas amontonadas (como sucede en el Archipiélago) y vuelven á pasar otras tantas por el estrecho y orillas de algun terreno: tal es el efecto que se nota en la mencionada Isla de Negroponto.

Fig.

47.*

De los Crepúsculos

Fenómeno curioso y útil es el que alarga la du-
 PIV

Fig. racion de la luz, ó la del dia; inflexion interesante la que padecen en la atmósfera los rayos del sol, quando aun despues de ocultado baxo nuestro horizonte, nos ilumina y alarga la permanencia de la luz.

Pero antes de hablar sobre los efectos, que ocasiona, conviene renovar la idea de lo que se llama *Medio*, y de lo que los diferencia; como tambien la de las leyes, que sigue la luz al atravesarlos.

1.º Como la luz es una substancia despedida del sol hácia todas partes, que discurre, ó anda con velocidad inconcebible dilatadas distancias, y como cada porcion hacecita, ó arroyuelo de esta materia camina en linea recta, mientras no tropieza con algun objeto que la desvie, se llamó *Rayo de luz*; y *Medio* al espacio por donde camina.

2.º El estar ocupado el espacio en algunas partes por cuerpos de distinta naturaleza, y el pasar la luz por los que eran transparentes, sufriendo varias inflexiones en este paso, hizo llamar *medios de distinta densidad* á aquellos, por donde habia penetrado la luz con mayor, ó menor inflexion, y *Refraccion* de sus rayos al desvio indispensable, ó inflexion padecida.

3.º Solo quando caía obliquamente á la superficie del medio mas ó menos denso, se pudo notar refraccion, y fué esta mayor, quanto mas se alejaba el rayo de luz de la perpendicular á la misma superficie, de suerte que segun era obliqua la direccion de la luz, se vió que iba creciendo la refraccion que padecian sus rayos, y disminuyendo al paso que se arrimaban á la perpendicular. Quedó, pues, averiguada y establecida una constante razon

entre el seno del ángulo de la incidencia y el seno del ángulo del desvio, ó refraccion. Fig.

4.º Finalmente aunque son de una pequeñez maravillosa las partículas que componen la masa de la luz (como lo acredita el que siendo la velocidad tan grande, aun es suave la impresion que hacen en nuestra vista sus rayos) con todo debe estar sujeta á las propiedades de la materia. Experimentará por consiguiente los efectos de la atraccion, de la repulsion, de la elasticidad, &c. Al exâminar el camino, que sigue un rayo de luz A C (Fig. 48) pasando de un medio X mas raro, ó libre al mas denso Z, y de este al raro Y, ¿que dificultad puede haber en concebir que dirigiéndose por el ayre el rayo de luz A C á la superficie, (de un cristal por exemplo) M O P N, el extremo C empieza á inclinarse hácia la superficie y masa del cristal, luego que llega al reducido espacio R S, en donde ya se empieza á sentir la mayor atraccion del medio mas denso y mas atrayente que el que dexa? y ¿que repugnancia en que vaya creciendo esta inclinacion conforme se arriima al cristal el extremo C hasta que metido en él, corra, por suponerse homogéneo este medio, siguiendo una misma direccion C D, determinada en el ingreso C, distinta de la C H, continuacion de la A C, y mas próxima de la perpendicular B Y? Concebido este modo, ó causa de la refraccion, ya no se puede negar que debe desviarse nuevamente de la perpendicular D F el rayo de luz C D, al salir del cristal ó medio mas denso al ayre ó al mas raro, con la direccion D G; porque sufre en su salida del cristal mas atraccion de

48.^a

Fig. la parte D P del medio, que deja y hácia quien sale inclinado, que no de la otra parte D O, ni del nuevo medio: preciso es que obedezca á esta mayor fuerza, siguiendo la D E mas separada de la perpendicular D F que la D G. Esta misma ley observará siempre la luz en qualesquiera otros medios, por donde transite.

48.^a De aquí es, que si miramos al sol A (Fig. 48) por medio del cristal M O P N, debe parecernos que se halla en K mas inmediato á la perpendicular B C que lo que está realmente: deberá, pues, restarse de la aparente situacion del astro la distancia A K, que fué el error á que nos induxo la refraccion. Ya con esto se deja conocer lo útil, é indispensable que ha sido el trabajo de los Astrónomos, que calcularon en sus tablas la refraccion, que padecen los rayos de luz en todos los grados, contenidos entre el zenit y el horizonte, al atravesar desde un espacio libre, ó *Ether*, á la atmósfera (medio infinitamente mas denso) que ciñe á nuestro globo. Por la misma razon nos pareceria que se hallaba en S el cuerpo, que nos enviara el rayo de luz, que padece la refraccion D E.

La luz, pues, que saliendo del sol atraviesa un espacio libre, ó ether infinitamente raro (como lo acredita la velocidad espantosa con que corre en 8' mas de 23 millones de leguas grandes, ó Españolas) encuentra con la atmósfera Z del globo terraqueo (Fig. 50) y como esta va creciendo en densidad, conforme se arrima á la tierra, ó masa que envuelve, en cada capa concéntrica *a*, *b*, *c*, *d*, padece nueva refraccion el rayo S *a*, y quando llega á la superficie del globo, ya lleva descri-

ta en fuerza de las sucesivas contiguas refracciones un arco $a b c d$, cuya tangente $d K$ será la que muestre la situación aparente del sol en K , ó parecerá que el sol se encuentra encima del horizonte, v. g. aun quando se halle en él, ó algo mas baxo como en R .

Luego que se verifica en la direccion de los rayos de luz, que caen sobre la atmósfera, un ángulo que debe ocasionar la refraccion que los acerque á la superficie del globo, empiezan estos á padecer continuas refracciones y reflexiones, que iluminan la parte de atmósfera en donde cayéron y se ve entónces aquel crepúsculo, ó luz suave, que antecede y sigue á la presencia del sol sobre el horizonte. Se sabe por la diaria y continuada experiencia que este ángulo se verifica luego que la direccion perpendicular del sol llega á tocar un punto que dista 18° del horizonte. Es indispensable, pues, que del mayor, ó menor tiempo, que emplea el sol respecto de la distinta posicion de los diversos puntos de la superficie terraquea en correr (digamoslo así) estos 18° , el que resulte la gran desigualdad de crepúsculos, que notan los pueblos, conforme se alejan del equador, ó se arrian á los polos.

Para demostrar esta propiedad, ó hacerla inteligible, supongamos (Fig. 51) que en un plano vertical dexan trazadas líneas los planos de todos los círculos, que se consideran en la esfera, y que $Z N$ es el corte del equador, ó la proyeccion que lo representa; $H O$ el horizonte; $C R$ el círculo del crepúsculo, ó el almicantharath distante 18° del horizonte; y que solamente se considera el crepús-

Fig.

51.^a

Fig. culo, que resulta en los dias del equinoccio. Dando diferentes colocaciones zn , zn , zn , &c. al equador (en quien por lo supuesto se halla la direccion perpendicular del sol) es preciso que al variar la situacion primera del equador, ó de las proyecciones (que indicarán las variaciones acaccidas á los círculos que representan) la parte $E A$ varie tambien, tomando sucesivamente las situaciones $E B$, $E C$, $E D$, &c. que como comprehendidas entre los círculos $H O$, $C R$ denotarán la duracion del crepúsculo. Hallado, pues, el valor de estas rectas se podrá tener el de los crepúsculos, ó el del tiempo, que empleará en andarlas el sol, por medio de esta proporcion: como el radio es á $E A$, así la tangente del ángulo $Z E z$ (igual á la elevacion de polo, ó al complemento de la altura del equador), ó su igual $NE n$ es á $B A$, y $EB = \sqrt{EA^2 + BA^2}$.

Siendo las alturas de polo, ó las latitudes las que marcan la situacion de los diferentes puntos de la superficie terraquea con respecto á los movimientos de la direccion del sol, es fácil, sabida alguna de las dos circunstancias, ó la altura del equador sobre el horizonte, asignar el crepúsculo, que corresponde á cada punto del globo en el dia de los equinoccios.

Lo mismo se verifica, qualquiera que sea la declinacion del sol; porque, como es casi paralelo al equador el círculo descrito diariamente por la direccion perpendicular de sus rayos, ya sea arrimándose á los trópicos, ya al describirlos, las diversas situaciones del equador generarán semejantes posiciones ea , eb , ec , ed , (Fig. 52) en

todo paralelas, é iguales á las primeras señaladas en la figura 51.

Fig.
51.^a

No por esto se habrá de decir que son iguales los crepúsculos en todas las estaciones del año. Es problema de algun trabajo asignar el dia de su menor duracion; y como por otra parte pende de las diferentes mudanzas y variaciones de la atmósfera, igualmente que de la mayor, ó menor convexidad de la superficie terraquea, contenida en la porcion de círculo vertical, en que se deben contar los 18° , servirán de algun auxilio las reflexiones siguientes.

Segun las observaciones de los científicos la curvatura del arco de 18° , contados en el equador terrestre, ó en un vertical de igual diámetro permite aun el que la luz (que tocando al globo llega á las diversas porciones de atmósfera con un ángulo capaz de recibir las inflexiones suficientes para producir el efecto) aclare la superficie terraquea respectiva, y no sirve de embarazo su convexidad; pero si á fuerza de variar la situacion del globo respecto á la direccion del sol, biciésemos que tomasen nueva forma, ó situacion la atmósfera y la superficie terraquea, ó que entre los extremos del arco vertical, en que se han de contar los 18° , se interceptase un arco, ó superficie de mayor convexidad, ó bien de una casi insensible curvatura, era forzoso en estos dos casos el que variase con el mismo arreglo la duracion del crepúsculo. Así sucede respecto de los pueblos que tienen la esfera obliqua: como la direccion del sol corre del uno al otro trópico, entónces es el mayor crepúsculo quando anda el trópico mas vecino,

Fig. empezando á minorar con exceso notable luego que tocando al equador, pasa hácia el otro trópico opuesto, ó mas distante. Quando en la situacion de la esfera, indicada en la figura 53 se halla la direccion del sol en el trópico T L, la parte M F del vertical F M A, en que se cuentan los 18° , abraza precisamente la convexidad menor, ó la parte del esferoide achatado que se arrima al exe menor, que une los polos de nuestro globo, segun queda demostrado. Quando la direccion del sol corre por el mismo equador, la parte E S del vertical solamente abraza la convexidad, que corresponde á un círculo descrito con el semiexe mayor del mismo esferoide; pero quando la parte N G, ó medida de los 18° del vertical G N A (ú otra K X del punto, en que sea el menor crepúsculo posible) abraza una superficie de mayor convexidad, ó atraviesa obliquamente la mayor curvatura del esferoide en la convexidad descrita con menor radio que el del equador, que el de sus paralelos, y que la parte de elipse contigua al exe menor, es indispensable el que no llegue á baxar los 18° asignados á los demas puntos la direccion del sol, sin que se oponga á los rayos de su luz esta mayor convexidad. Habrá de acabarse por consiguiente mas presto el crepúsculo, y ser conocidamente menor luego que la direccion del sol y sus rayos lleguen á los puntos en que tropieza con mayor convexidad. Estos puntos, ó parages en la esfera obliqua serán las inmediaciones, ó el mismo trópico, mas distante de los pueblos que se consideran para la averiguacion. Así como la gran convexidad quita algo de los 18° á la distancia del cír-

culo de los crepúsculos, puede concebirse que quizás añada duracion en el primer caso la poca convexidad de la parte achatada del globo. Fig.

La disposicion de la atmósfera y las variaciones, que resultan de su dilatacion, ó compresion, segun el calor, y frio que la dominan, contribuyen á facilitar esta diferencia de duracion de los crepúsculos, causando refracciones análogas á la extension, que adquiere, ó pierde, y á su densidad. Sabido es que la atmósfera del globo terraqueo causa mayores reflexiones y refracciones, quanto mas se avecina al polo; mas largas en tiempo de calor que en el de frio, porque se extiende en el primer caso y se encoge en el segundo. Si no padeciera estas variaciones; si fuese posible asignar los momentos en que empiezan y finalizan los crepúsculos, por medio de ellos seria fácil el averiguar la extension y límites de la atmósfera que nos ciñe: dificultad que casi ha hecho nulos todos los esfuerzos de los ingenios mas celebrados.

Las gentes que tienen la esfera recta, ó que respecto de ellas se hace esta consideracion, como que su horizonte corta perpendicularmente los círculos diarios, que describe la direccion perpendicular de los rayos del sol, experimentan los menores crepúsculos, porque la direccion del sol anda un arco nada inclinado á él, y por consiguiente el menor para correr los 18° .

Los pueblos, que tienen la esfera paralela, experimentan al contrario el mayor crepúsculo posible; porque siendo paralelos al horizonte los giros, que da al rededor de ellos la direccion del sol, tarda cerca de dos meses en arrimarse, ó separarse del

Fig. horizonte los 18° que se necesitan para que empiece, ó se acabe el crepúsculo. De aquí es, que queda reducida á poco mas de mes y medio la noche propriamente dicha, ó la obscuridad total de los habitantes del polo.

De todos los demas pueblos que se hallan en la esfera obliqua, aquellos tendrán mas crepúsculo, para quienes tiene que subir, ó baxar mas obliquamente la extension de los 18° la direccion del sol. De este principio se infiere claramente, que los crepúsculos han de ser mayores en los parages que mas se arriman á los polos, y menores quanto sea mayor su vecindad al equador; y tambien que deben ser mayores los crepúsculos para el emisferio boreal, quando se halla la direccion del sol en el trópico del Cangrejo, y para el austral quando en el trópico de Capricornio. Compruébanse estas conseqüencias solamente con observar en el globo terraqueo artificial el giro diario de la direccion perpendicular de los rayos del sol.

Habiéndose de añadir á la luz, que resulta de la presencia del sol en el horizonte, la de los crepúsculos para medir toda la extension del dia, es evidente que debe resultar menor la duracion de la noche, y mas larga la permanencia de la luz.

El ser mayor el diámetro del sol que el de la tierra es tambien causa de que sea mayor que la mitad de su superficie la parte iluminada de nuestro globo, y por la misma razon de que sea aun menor de lo que hemos dicho antes la extension de la noche, ó de la obscuridad; pero no juzgamos de nuestro intento la averiguacion del error cometido

en despreciar este aumento de luz, que siempre será de poca monta, y no pasaría de ser una mera curiosidad. Fig.

De los vientos.

De que hay al rededor de nosotros una materia fluida, é invisible, que contribuye á nuestra existencia; que agitada se nos hace sensible, y que con su violento choque trastorna hasta los mas arraigados árboles y robustos edificios, las diarias continuas experiencias nos dan pruebas innegables: la razon y el ver que en todas partes se tropieza con este ambiente tan indispensable, llamado *Atmosfera* por esto mismo, arguyen igualmente que esta materia rodea, ó baña á todo el globo que habitamos.

Este ayre, pues, ó atmosfera, depósito de los vapores que exhalan la tierra y las aguas, vehículo de muchas substancias y partículas extrañas, y un medio sin el que no podrian existir los vivientes, por la combinacion de varias causas, é impulsos sufre alteraciones, que destruyendo su equilibrio ocasionan vayvenes y corrientes, que turban su quietud.

Estos vayvenes y corrientes, ó bien las conmociones de la substancia que circunda nuestro globo, se llamáron *Vientos*; y para poderlos conocer, ó formar de ellos una idea justa, han sido precisas las mas prolixas indagaciones sobre la naturaleza de esta materia y de las partículas extrañas, que con ella suelen mezclarse, como tambien sobre las causas, que la obligan á variar de situacion.

Al recorrer las experiencias hechas acerca de

Fig. estos asuntos, luego se nota que el ayre es un fluido sumamente elástico, capaz de compresion y dilatacion, y que crece su qualidad primera al paso que se le estrecha, ú oprime. El frio y el calor ocasionan con prontitud espantosa las dos últimas qualidades, y el peso que sufre, da origen á su mayor, ó menor densidad. Azufres, sales, humedad, partículas terreas y otras de distinta naturaleza nadan en este ayre, ó substancia que nos circunda, y todas contribuyen para causar las agitaciones y mudanzas, que hemos llamado vientos.

Por el equilibrio, que como fluido busca el ayre, y por las leyes de la gravedad y del movimiento, debe formar al rededor del globo una atmosfera cuya figura sea elíptica achatada, que tanto conviene á los fluidos movidos circularmente sobre un exe, y nuestra atmosfera gira tambien con la diaria revolucion de la tierra. Considerando, pues, á esta, sin ningun embarazo, ni desigualdades que se opongan á los movimientos del ambiente, ó bien que el globo se conciba cubierto de aguas, prescindiendo de aquellas alteraciones, que pueden ocasionar en ella los acopios y fermentacion de las distintas materias que suelen congregarse, será mas fácil el asignar los movimientos, que debe tener este ayre, ó atmosfera, y las causas de donde sacan su origen.

Primeramente así como obra en las aguas, del mar la atraccion de la luna y del sol, del mismo modo ocasiona esta en nuestra atmosfera un acopio succesivo en aquella parte que se avecina mas á estos astros; y como és de Poniente á Oriente la rotacion, va llamando hácia sí porciones de

la atmosfera y dexando caer hácia la parte Occidental las que antes habian sido elevadas: su continua sucesion produce una corriente, ó viento, llamado *Leste* ó *Este*, que aun ahora se siente constantemente en la Zona Tórrida. El ser continuo, ó interrumpido pocas veces, dió nombre de *general* á este viento; y todos los que sujetos á pocas variaciones soplan constantemente, lograron la misma denominacion. Se ha llegado á calcular y á medir exáctamente la conmocion que debe causar en la atmosfera este fluxo y refluxo de la substancia, que la forma, dimanados de la atraccion de los dos luminaires, y se sabe que son la principal causa y origen de los vientos.

El calor del sol contribuye tambien considerablemente á estos movimientos, porque la porcion de esta materia, contenida entre los trópicos, cuya expansion (dimanada de la presencia del sol, ó de la direccion perpendicular de sus rayos) empuja las porciones de atmosfera circunvecinas, que la rodean, ocasionando una reaccion violenta de ellas, y acarrea por consiguiente el acopio de materia, que acude á llenar aquel hueco (digamoslo así), ó parte rarificada de la atmosfera. De esta lucha, de este reemplazo y nueva rarefaccion resultan no solo la mayor facilidad para que se verifique el viento Leste, sino tambien el que soplen casi constantemente los Nortes y Sur, ó que se sientan tambien movimientos de nuestra atmosfera en las direcciones de Norte y Mediodia, conforme se va arrimando hácia los polos la direccion perpendicular de los rayos del sol.

Tres corrientes, pues, ó tres movimientos se-

Fig. rian únicamente los que se experimentasen en la atmósfera (Este, ó Leste, Norte y Sur) si pudiese prescindir la naturaleza del efecto y acopio de partículas extrañas de que se llena el ayre; de la continua alternativa de tierra y aguas, que se van ofreciendo al sol en la diaria revolucion; de las desigualdades que se hallan en estas mismas tierras y agua, que sirven de basa á todo el ambiente; y de la turbacion en fin que los incendios casuales de algunas partes del globo ocasionan.

De todo lo qual, ó de que la situacion de nuestra atmósfera esté sujeta á los efectos de todas estas causas particulares, y de que no pueda prescindirse de ellas, proviene la conmocion y extrañeza de los vientos, la multitud de sus direcciones, la regularidad en unos parages del globo, la inconstante variacion de los que soplan en otras partes, y el que se descompongan hácia tan distintos rumbos los tres vientos principales, que sin estos obstáculos habrian de ser los constantes, vistas las causas, ú origen de sus movimientos en la atraccion de los luminares y en la rarefaccion que ocasiona el sol.

La explosion de un conjunto de vapores, ó materias combinadas, como azufre, sales, &c. que sucede casualmente en una parte de la atmósfera (por ser abundantes las exhalaciones de la tierra, de las lagunas, del mar, ó de otras porciones de superficie, que la sirven de apoyo) debe aumentar en este parage el volumen del ayre, rarefacto por la fermentacion que resultó: conmueve por consiguiente al que le sirve de limite, rompe el equilibrio en que está, y rehaciéndose este des-

pues de muchos vayvenes (que son otras tantas ráfagas de viento fuerte) pasa á ocupar el hueco, que halló en sus inmediaciones: á su turno dexa algun vacío en donde estaba, acude su inmediato y se hace transcendental la agitacion, ó viento, que dimanó de la explosion primera. Fig.

Derritense los yelos y las nieves, desencarcélanse las infinitas partículas, que yacian en estos cuerpos, y se extienden por la atmosfera mas cercana, la qual aumentada de volúmen y peso por este medio, empuja la inmediata: se hace succesivo el movimiento, y llegan con él las partículas de nitro, ó las que ocasionan el frio, hasta las regiones, en donde por la direccion y proximidad de los rayos directos del sol se encontraba rarefacta la atmosfera: comprímese esta, y acuden á llenar el vacío, que resulta, otras porciones vecinas, que causan con su movimiento agitaciones extrañas y direcciones infinitas, que varian á cada punto. Estas nuevas direcciones se encuentran con los vientos generales, formando distintos ángulos, que son causa de que cedan de su primer rumbo, siguiendo despues del choque otras direcciones compuestas, que han dado en parte origen á la enumeracion de los vientos, ó rumbos que se registran en la brúxula, la qual contiene treinta y dos de los que necesitaban conocer los hombres para su uso. Solamente son quatro los principales, ó cardinales, y los nombres de los demas arguyen la mayor inmediacion, ó distancia de alguno de estos: véase la figura 24, en donde se especifican, y la que indica la variacion que tienen sus nombres en nuestro Mediterraneo, ó en el

24.^a 26.^a

Fig. que baña las costas de Europa , Asia y Africa.

De semejantes explosiones, del concurso y fermentacion de las materias que se difunden en la atmosfera, y del choque de los vientos que resultan, combinadas todas estas causas con el principal movimiento ocasionado por la atraccion de los luminares, suelen salir aquellas tormentas, uracanes y agitaciones de la atmosfera, que causan tantos males. De semejante origen saca su espantosa violencia aquella nubecilla, llamada *el Ojo de buey*, que extendiéndose por la montaña la *Table* (la Mesa) una de las del Cabo de Buena-Esperanza, suscita las mas terribles tempestades, que son causa de muchos naufragios, y cuyas consecuencias anuncian los marineros al reconocerla, aun quando apenas puede percibirse. De la repeticion de semejantes fenómenos proviene aquella seguridad, con que los prácticos Observadores de la atmosfera y los marineros anuncian tormentas y uracanes, al ver sobre el horizonte nubes, que por su pequeñez no podian causar desconfianzas. Fácil es inferir quanto importa, especialmente á los que navegan, la observacion y conocimiento de estos metéoros y de otros semejantes.

Como la atraccion de los luminares y la rarefaccion, ocasionada por los rayos directos del sol, vimos que eran las causas de las agitaciones que experimentaría la atmosfera, aun en el supuesto que se hizo, es indispensable que estos mismos efectos, dimanados constantemente de aquellas dos causas, varien si se agregan nuevas circunstancias que los favorezcan, ó se opongan directamente. Tales son las consecuencias que provienen de ser

terraquea la superficie del globo, ó de la alternativa de tierra y agua, que sirven de apoyo á la atmosfera. Hállanse los continentes, é Islas diversamente colocadas en los mares, y el ser estos menos aptos que la arena para conservar los ardores del sol, igualmente que para proporcionar un punto de reunion á las diferentes materias que se combinan, es preciso que ocasione alteraciones y grados de rarefaccion en los distintos parages que bañan perpendicularmente los rayos del sol, y por consecuencia en las conmociones, ó vientos que resultan.

Si las Islas, continentes, penínsulas, la elevacion de sus montes, la direccion de estos, sus gargantas, los bosques, Ciudades y otros objetos, en que tropiezan los vientos, no torciesen, rechazáran, ú acelerasen su direccion, é ímpetu, el viento Leste se dexaría sentir en toda la Zona Tórrida, el Norte y Sur hácia sus respectivos polos, y no tendrian que observar los navegantes las vicisitudes de los que reynan por temporadas en unas partes, constantemente en otras, y con alternativa duracion en muchos parages. Esto lo comprueba el ver que en los mares despejados es en donde mas dominan los Lestes, alterándose considerablemente su direccion en los que se ven interrumpidos por Islas, penínsulas, ó porciones de continentes. En la navegacion desde Acapulco á la China, ó á las Filipinas, las naves son llevadas por el viento oriental, sin que se necesite mas que poner la proa. Desde los mares de Guinea, ó de Africa son conducidos igualmente por el Leste los navíos que se dirigen al Brasil. Aun en los mares de la India Oriental, baxo del equador, ó á

Fig. sus inmediaciones, son arrastrados los buques por el viento Leste hácia las costas de Mozambique; pero en estos mismos mares, en aquellos parages hácia donde se adelantan las penínsulas vecinas al Ganges, las Islas de la Sonda, las de las Malucas, las Maldibas y otras, este viento general padece tantas alteraciones, tanto choque, tanta variacion de direcciones, segun el sitio y figura de los montes, costas, continentes y otros obstáculos, que apenas se puede reconocer sino en algunos parages y á temporadas: por exemplo desde Agosto y Setiembre empiezan á soplar los vientos Oestes, ú Occidentales, porque en este tiempo, hallándose la direccion del sol perpendicular sobre la Abisinia y parte de Arabia, tropieza con sus montes y costas la corriente, ó el viento Leste, que sigue á la rarefaccion y fuerzas atractivas del sol: rechazado, pues, sigue la opuesta direccion, que adquiere en virtud de su elasticidad. Contribuye á este efecto la excesiva dilatacion de la atmosfera, que se apoya en toda aquella crecida parte de Africa (como que es su mayor anchura y que el calor ha podido reconcentrarse mas por la temporada larga que ha estado el sol hiréndola perpendicularmente con sus rayos), siendo forzoso el que se establezca un movimiento lateral de la atmosfera vecina, que está mas densa, el qual siendo de Norte á Sur, habrá de contribuir á debilitar, cortar, ú oponerse á la corriente, ó viento que venia del Leste. Los vientos Nortes que soplan en las costas de estas regiones, y los que acarrean á los montes de la Abisinia, ó Etiopia las nubes y humedad, que hinchán al Nilo,

prueban la conjetura de que el acopio lateral es de hácia el Norte; lo que se conforma con la Física, que hace ver demostrativamente, que la rarefaccion se verifica á este tiempo en nuestro emisferio. Fig.

De semejantes principios pueden provenir las variaciones, que se observan en los vientos, quando se navega por costas, ó entre Islas, que interrumpen la superficie del mar. Por esta razon es difícil el poder observar dentro de las tierras los vientos constantes y originales. Las encañadas, montes, valles, &c. varían su curso, y solamente en algunas costas reynan los vientos Lestes: en el Brasil, en el Loango y en las Antillas se experimenta bien este viento general.

Un origen poco diverso tienen los vientos ponientes, que dominan los mares del Norte de América y del Asia, igualmente que los Nortes, que soplan con mas frecuencia en las Zonas templada y fria del emisferio boreal, y los Sures, que se sienten en las australes. Aprovechánse de estos vientos los marineros para regresar desde Filipinas al puerto de Acapulco, ó á otros inmediatos, y desde América á los de Europa, como se valieron de los Lestes para dirigirse á aquellos destinos.

Con estos principios tiene fácil explicacion la alternativa de los vientos de tierra y de las brisas que se levantan en las Antillas y otras Islas, como tambien en algunas de las costas de América y de otras partes. Con los remolinos que resultan del encuentro de vientos opuestos, y por medio de rarefacciones subitañas, se hacen desc-

Fig. frables los uracanes y tambien los *Tornados*, que no son sino unos remolinos muy grandes, dentro de los quales se hallan á veces espacios de cien leguas quadradas, en donde no logra movimiento la atmosfera; origen de las temibles calmas que experimentan los marineros al pasar por ellos. Igualmente pueden explicarse con una combinacion del viento arremolinado y de los vapores mas densos la figura de canal, ó columna de la manga, ó trompa, de que se habló anteriormente, y las fuerzas con que despide la cantidad inmensa de agua, que sumerge las naves que alcanza.

Puede agregarse tambien á las causas, no mas que indicadas, y que producen los vientos, la agitacion ocasionada en nuestra atmosfera por el fluxo del mar y sus embates. Los Volcanes, por otra parte, aquellas cavernas, que despues de encendidas están vomitando, como otras tantas Eolípilas, furiosos vientos, y conmueven extrañamente la atmosfera, son otro origen de vientos y de sus encontradas direcciones; los primeros rarefaciéndolo, ó esparciendo en ella gran copia de partículas inflamables, y turbando estas con la abundancia de sus soplos la quietud y equilibrio del ayre. Vistos los efectos de estas cavernas, no debe parecer toda cuento la fábula de las cárceles, en que suponian los antiguos tenia aprisionados á los vientos su Rey Eolo.

Que la violencia de los vientos cause los estragos y conmociones que se notan en la atmosfera y en la superficie de nuestro globo, y que en esta sean mas poderosos sus violentos impulsos, no debe sorprehender al que considere que

la densidad y elasticidad del ayre crecen con el peso, y que el de nuestra atmosfera es igual al que exerceria sobre la misma superficie en cada parte una columna de agua de igual base y de casi 36 pies de altura. De aquí puede inferirse quan terribles deben ser en la superficie de nuestra tierra los vayvenes y corrientes del fluido que nos circunda, cuya violencia deberá disminuir al paso que se aleje del globo.

Es muy difícil establecer una doctrina, ó ciencia de los vientos, y nada interesa mas á las Naciones, que navegan y penden del comercio. Conviendria, pues, el que se hiciesen cuidadosas historias y observaciones de los vientos, para que combinadas pudiesen servir de base á la teoría, que se estableciese sobre sus variaciones. Estos son los medios que propone el célebre Naturalista Conde de Buffon, como capaces de conducir á los hombres al conocimiento, ó teoría acertada de los vientos. Lo cierto es, que de no saber el modo de preveer las variaciones de la atmosfera resultan pérdidas, atrasos, y la destruccion de familias, sociedades, y aun de los Imperios.

Las observaciones hechas sobre los vientos, son : 1.^a los vientos trópicos, que se extienden hasta los 30°, con poca diferencia, de una y otra parte del equador, se dividen en tres especies, que son los vientos generales, llamados *del Comercio*, los de temporada, apellidados *Mússonnes* por los Extranjeros, y los que se llaman *Brisas*. Los primeros soplan de Este á Oeste en el equador y sus inmediaciones; pero á mayor distancia en el emisferio Boreal del Nordeste, y de hácia el Sudeste en el Austral; mas en el espacio de 4°, ó 6° debaxo, y

Fig.

Fig. á los lados del equador varía alguna vez el viento, y suelen verificarse las calmas. Los segundos son vientos periódicos, y soplan seis meses hácia una parte, y seis hácia otra opuesta, como los de la India Oriental principalmente, de quienes se ha hablado ya. Al variar su movimiento suceden tormentas, rayos, vientos fuertes, que ocasionan desgracias; pero estos vientos jamas se alejan de la tierra mas de 200 leguas. Los terceros, ó las brisas tambien soplan periódicamente: los vientos de tierra se sienten casi toda la noche y parte de la mañana; pero el resto del dia y principio de la noche se levantan y reynan las brisas, ó los vientos del mar.

2.^a En las costas del Perú se siente constantemente un viento Sudoeste, en las de Guinea el Oeste, y el Leste en las del Brasil.

3.^a Fuera de la distancia de 30° grados del equador los vientos varían, pero son mas constantes en soplar del Poniente.

4.^a Finalmente en las Islas Antillas, ó Caribes los uracanes se experimentan en los meses de Julio y Agosto, y se observa como se chocan los vientos, que acuden por distintas direcciones.

De las corrientes del mar.

Otro de los fenómenos mas interesantes para la navegacion de los pueblos y para otros usos, es la fuerza y direccion de las corrientes que se notan en el mar, ya variables, ya constantes, pero sin que jamas crezcan la extension y anchura de ellas.

Si no encontráran estorbos, ni desigualdad las aguas en toda la redondez del globo, y que pudiesen obedecer continuamente al movimiento, que las da la atraccion de los dos luminare, solo formarian una corriente de Este á Oeste, y las de Norte á Sur, y del Sur al Norte, conforme ladease la direccion de las fuerzas atractivas que las ocasionan; pero como la alternativa de las tierras que interrumpen la extension de los mares hace que cese la elevacion de las aguas, dando motivo al fluxo y reflujo, que se han explicado anteriormente, sucede que cortada la posibilidad de que sigan el impulso recibido, tropieza su velocidad contra las orillas de los continentes, moviéndose despues segun el ángulo, ó direccion de las costas que las despiden.

De aquí es que retroceden las aguas en algunos parages con direcciones opuestas á las que llevaban, y en otros por diferentes rumbos, como experimentan los navegantes en la inmediacion de las costas, promontorios, cabos y otras situaciones.

Suponiendo, pues, que no hubiese mas causa que las enunciadas para la variedad de estas direcciones sobre las costas y en el mar ancho, seria fácil entonces tener señalados los parages en donde variaban las corrientes, y no ménos asequible el libertarse de los derribes, extravíos y dificultades que ocasionan. Pero son infinitas las razones que hay, para que de solos los referidos movimientos de las aguas resulten en los mares nuevas corrientes y direcciones, que dependen de la organizacion (digamoslo así), ó de la forma del

Fig.

Fig. fondo que las sostiene, como tambien de los vientos que producen con sus ímpetus otras corrientes de distinta naturaleza.

Cuidadosas experiencias, executadas con la sonda por los navegantes, y razonamientos, verificados con hechos sobre las profundidades que se encuentran cerca de las orillas y costas mas ó ménos escarpadas, y sobre la semejanza que tiene el fondo de las aguas con lo escabroso, ó llano del pais vecino, demuestran que el fondo del mar es en todo semejante al aspecto que nos muestra la tierra: que por consiguiente se hallan en él las mismas cordilleras, las mismas desigualdades, valles, montes y otros obstáculos que obligan á las aguas á correr por aquellas gargantas y estrechos que forman, ó á retroceder variando la direccion que traían; y que finalmente aun la diferencia de terrenos, ó suelos se verifica como en la tierra que habitamos.

Quando tropieza, pues, la direccion que llevan las aguas en las mareas con los montes, cordilleras, gargantas, valles, &c. que cubren, deslízase por los nuevos rumbos que las presentan estos impedimentos, y pierden el que traían: descompónense por consiguiente los movimientos del fluxo y refluxo en otros diversos, que varían al subir, ó baxar las aguas, haciéndose con esto diametralmente opuestas, ú obliquas las corrientes generales, ó primitivas.

La violencia de los vientos es tambien causa de muchas corrientes que varían con ellos, como se observa en los mares de la India Oriental: mientras son Lestes los vientos que reynan, son orien-

tales las corrientes, y pasan á ser occidentales luego que soplan los Oestes; esto mismo se nota en otros mares. Algunos vientos dando movimiento á las aguas, las obligan á que corran por las gargantas y valles de las montañas sumergidas; y como sus direcciones son tan varias, igualmente que su extension, estrechez, ó anchura y distancias recíprocas, es consiguiente el que resulten de la agitacion de los vientos (al modo que del flujo y reflujo del mar) otras muchas corrientes, cuyos límites serán siempre los mismos mientras no varíe el fondo, y cuya velocidad irá creciendo, ó menguando al paso que se estrechen, ó se vayan aumentando las distancias intermedias, ó gargantas que separan á estas cordilleras y eminencias acuáticas, en las que se irán formando en virtud de las corrientes los ángulos correspondientes, que notamos en los terrenos que dexó descubiertos el mar, y en nuestros montes y valles.

El mar en sus agitaciones y embates lame, ó arranca de sus orillas y margen materiales y partículas, que caen al fondo luego que llegan á los parages en donde ya no se hallan tan enfurecidas las aguas. Este depósito y acarreo continuado va formando capas de tierra y de otras materias, que amontonadas dan origen á los bancos, Islas, desigualdades interiores y playas que se advierten, y que no son sino amontonamientos de estas materias, que sirven de límite á las aguas. En las playas va disminuyendo el fondo del mar hasta que se desvanece en la orilla, en donde se forman á veces unas pequeñas eminencias de arena, que se llaman *Dunas* comunmente por la semejanza del terreno llama-

Fig.

Fig. do así; pero en las Bahías, Puertos, Senos, Habras, Surgideros y Calas, que tambien sirven de límite al mar, se hallan situadas distintamente, son de otra naturaleza las materias depositadas, y no es continuada la disminucion del fondo; ó por mejor decir son entradas, que hace en las tierras el mar, formando dentro de ellas unas estancias, que por seguras, cómodas y guarecidas de los vientos las ha hecho servir la industria de los hombres para el abrigo de sus naves y esquadras: las Calas son de reducido ámbito, y esto las distingue de las demas.

Véase ya como, aun suponiendo liso el fondo del mar, era forzoso el que se formasen en él, por medio de estos acarreos y depósito de materias, las desigualdades, eminencias, y montañas, que irian alejando las aguas y descubriéndose como tierras nuevas, que sirviesen de estancia á los hombres y á otros vivientes. De aquí es, que aun en medio de los mares se hallan baxos, en que zozobran las naves, quedándose como sentadas sobre sus arenas; circunstancia que las hizo llamar *Bancos*, como tambien la de que se elevan sobre el fondo, ó plano circunvecino.

Estas desigualdades y sus varias direcciones (segun las quales se mueven las aguas del mar) son origen de las corrientes que se notan en las costas de Guinea, en las del Cabo de Buena-Esperanza, en las que siguen hasta la tierra de Natal, en las de Sumatra, Java, tierra de Magallanes y Perú, en las del Brasil y en otras muchas partes.

Estos movimientos del mar, ó corrientes y par-

tiкулярmente la de Este á Oeste, parece que han sido el origen de los estrechos y bocas, que abrió el mar para conseguir las crecidas irrupciones, que ha hecho en las tierras. Confirma esta conjetura el ser violentas y muy crecidas las mareas en los estrechos que miran al Oriente, ó se hallan hácia las partes orientales, y casi insensibles en los pocos que se hallan hácia la opuesta direccion. Semejantes irrupciones ocasionadas por las corrientes de las aguas, diéron principio á los Golfos y demas entradas, que observamos hechas por el mar dentro de las tierras, las que sumergió enteramente sin dexar descubierta mas que la cima de alguna montaña elevada, que se llamó *Isla* desde entónces, porque se vió rodeada del mar: Semejantes Islas se encuentran con frecuencia en muchos Golfos crecidos. Las demas Islas, peñascos á flor de agua, baxos continuados y ruinas, que se descubren muy metidas en los mares, arguyen claramente que estas corrientes, é irrupciones son uno de los medios de que se vale la naturaleza para variar la figura, y situacion de la tierra y de los mares. El ser mas elevado un pais, ó parte de un terreno, pudo ser causa de que quedase descubierta en estas irrupciones de las aguas, y unida con el resto del continente por alguna porcion de tierra, ó camino. Llamóse *Península* y tambien *Chersoneso* la tierra, ó pais rodeado de agua; é *Istmo* el estrecho que lo unia con el continente. Pudo tambien resultar el mismo efecto de haber arrancado el mar con sus olas la tierra blanda, que circundaba algun terreno mas duro, que debió quedar casi aislado despues.

Fig. Finalmente puede agregarse la evaporacion á las causas que ocasionan los movimientos, ó corrientes del mar. En los mares Mediterraneos son diversos los efectos que causa la evaporacion: en el nuestro por exemplo excede al agua que le dan los rios, la que sube evaporada en la crecida extension de su superficie. Es, pues, indispensable el que por el Estrecho de Gibraltar entren las aguas del Océano á suplir el exceso, para que pueda permanecer el equilibrio entre los dos mares: esto se ve comprobado con la experiencia; la corriente del estrecho se dirige constantemente hácia el mar Mediterraneo. En el Báltico sucede lo contrario: no basta la evaporacion para consumir la cantidad de agua, que le entra por los rios; se hace, pues, forzoso, si ha de permanecer en equilibrio con el Océano, el que le dé el sobrante de sus aguas por el Estrecho del Sund, formando una corriente hácia el Océano, lo que tambien se verifica. El mar Negro da su sobrante al de Grecia, y el Caspio consume en su vaporacion casi todas las aguas que le entran; y solamente rebosa de catorce en catorce años; lo que demuestra claramente quan infundada era la comunicacion subterranea, que se le atribuia con el mar de Persia. El mar Muerto en la Palestina y otros muchos lagos se hallan en este caso; reciben las corrientes que tienen en ellos sin que jamas rebosen.

Quan útil sea á los hombres el conocimiento de las corrientes del mar, y el de sus causas, no es difícil comprehender. La historia y observaciones de los movimientos, ó corrientes del mar deben ser especialmente parte del estudio y cuidado

de los que se dedican á la navegacion. Es de apete- Fig.
 tecer una teoría juiciosa y cierta de este fenómeno, que convendria conocer completamente.

Las corrientes observadas, y mas constantes son : 1.^a la del Estrecho de Gibraltar : 2.^a la del Estrecho del Sund : 3.^a la del Estrecho, ó Canal de Bahama : este Canal formado por las Islas de la misma denominacion, y las costas de la Florida, parece un conducto al abrigo de los movimientos del mar y vientos del Leste, por donde se desaguan continuamente con una direccion de Sur al Norte las aguas del Golfo de México, demasiadamente cargado con el sobrante de las que introduce por entre las Antillas el movimiento general de Este á Oeste, que sigue el mar en aquellos parages. La experiencia acredita la direccion señalada á las aguas que corren por el canal mencionado : 4.^a últimamente deben entrar en la lista de las corrientes observadas, la del Bósforo, ó Estrecho de Constantinopla, las de Sumatra, Java, &c. y las de las costas de que se ha hecho mencion.

C A P I T U L O V.

Utilidades que los hombres han sacado de las mismas vicisitudes y movimientos de las partes constitutivas del globo terraqueo.

Convenia para la existencia de todos los vivientes, y de esta hermosa variedad de la tierra, la revolucion, é inquietud de los elementos, ó de las partes constitutivas de nuestro globo ; porque estancadas las aguas, se hubieran corrompido : quieto el

Fig. ayre, se hubiera llenado de vapores pestilentes, y no transportaria la humedad que fertiliza los campos; y la tierra no bañada, dexaria de producir, resultando la aniquilacion y muerte de toda la naturaleza.

Apagado este continuo movimiento de la materia, se le cortaban al hombre los muchos recursos, que halló para facilitar el logro y la construccion de quanto necesita, y para habitar cómodamente aun los terrenos estériles en que jamas se hubiera allanado á vivir. Pero no siendo así, pudo la tierra tener mas habitantes, ó mayor número de entes racionales, á medida que crecía la industria, hija de la necesidad; porque establecidas las sociedades y Repúblicas, los hombres se viéron reunidos, y por consiguiente mas necesitados y menesterosos que en el tiempo de la independencia. Tuviéron, pues, que recurrir al recíproco socorro de los que componian una sociedad, ó Reyno, y al paso que este iba creciendo, al auxilio de las sociedades extrangeras y de las demas naciones, entre quienes se hallaban los frutos, ó artefactos que necesitaba el otro pais, no tan favorecido, ó ménos pingue.

Véase ya en sola esta disposicion la causa y origen primero de la actividad, afan y constancia, con que solicitan los hombres hacer que obedezcan á su voluntad los elementos. La tierra tuvo que abrir sus senos para darles, á mas del alimento, los metales, piedras, azufres, sales, &c. que se hiciéron indispensables á la sociedad. El fuego hubo de concurrir no solo á hacer mas sano este alimento, sino á derretir y dar la figura

que convenia á los metales, prestándose con la mayor prontitud por oculto que estuviese á todas las miras, é inventos de los racionales, que lo han hecho servir maravillosamente. El ayre les hubo de franquear las delicadas carnes de sus aves, y ademas sus fuerzas para mover los molinos y máquinas, á que precisaba la falta de agua, ó corrientes en algunos parages. La agua en fin se vió obligada á manifestarles su fondo y los peces que mantenía, sirviéndoles tambien con su violencia y peso en la multitud de logros y ventajas, que hallan con las máquinas, molinos, canales, riegos, &c. y proporcionándoles en su fluidez y nivel un camino suave y llano para mudar de estancia, ó llevar á otro destino el producto y artefactos, que por sobrar en un terreno carecian de estimacion.

Ya argüia mucho saber, observaciones bastante pródixas, la formacion de un barco, aunque pequeño y grosero, y el uso que de él hicieron los que habitaban las orillas de los rios, canales y lagunas. Pero lo que pasma, lo que es bastante para envanecer la razon humana y disculpar en algun modo la altivez del hombre, es el grado de elevacion á que subió su discurso, y el éxito feliz que tuvo su osadía, al proyectar hacer transitables los mares, ó el inmenso Oceano, en unos Castillos de desmesurada grandeza, é increíble resistencia, fáciles al manejo de los marineros, y prontos á obedecer á los impulsos de una tabla, apenas perceptible en comparacion del crecido buque.

No bastaba dar á los navíos la capacidad y

Fig. figura mas cómoda , para que , cortando las aguas , hallasen la posible menor resistencia , y á todas sus piezas aquel grado de solidez , que los hiciese aptos para los fines á que se dirigian ; sino que debieron resistir á los movimientos irregulares de las aguas agitadas , y de los vientos enfurecidos , ó bien á los embates y uracanes , que se experimentan en los mares , por donde era preciso navegar , si se habia de conseguir toda la utilidad de que eran susceptibles.

La multitud de observaciones , que resultáron , y los razonamientos de los que se interesaban en llegar al acierto , formáron poco á poco tres ciencias , que tienen por objeto los diferentes ramos de que se compone el arte de navegar. El disponer los mastiles , su colocacion en el buque , su altura , el sitio de las velas , el averiguar los efectos que hace en todas estas partes el ayre , qual es , y en donde se halla el punto del navío , que resiste á su impulso , y el indagar si estaba , ó no en el buque , ó á sus inmediaciones , el hipomoclio , ó el centro de rotacion , en torno del qual debian equilibrarsè los momentos , ó la cantidad de las fuerzas , del impulso y de la resistencia , para que en vez de troncharse los mástiles , ó tumbarse la nave , quedára esta expedita y pronta á obedecer con la mayor ligereza posible á qualquier viento que la impeliera , fuéron el objeto de la ciencia de la *Arboladura* , ó del mastelage de los navíos.

El hallar el ángulo que deben formar las velas con el viento para que obre este el mayor efecto posible ; el disponerlas de suerte , que lleven la nave por el rumbo deseado , aun siendo muy obli-

quas las direcciones de los vientos; y el servirse del timon y demas partes del navío, para virar y manejarse con agilidad, y poder llenar las miras, que se proponen los que navegan, hiciéron el objeto de la segunda ciencia, llamada *Maniobra*, y que ha tardado muchos siglos en ser reconocida, ó en fundarse sobre teorías exâctas y demostraciones geométricas. Fig.

El seguir un rumbo elegido; el trazar con conocimiento el que lleva la nave, quando no se ven mas que cielo y agua; el estimar el punto de superficie, que ocupa la nave despues de una tormenta, ó en qualquier otro tiempo, que se desee rectificar su derrota, ó corregir los extravíos, que pueden ocasionar las corrientes y otras causas; el conocer los vientos y las alturas, que es indispensable tomar para conseguir los que hacen al rumbo que se lleva; el evitar los escollos y baxíos en que pudiera zozobrar la nave; y en fin el ponerla en el parage de la tierra, ó en el puerto que se desea, son los importantes objetos de la ciencia que se llamó *Pilotage*; la qual con las dos anteriores, ya definidas, constituyen la navegacion, que se dice *Impropia*, quando solo se extiende á costear, ó á lo que llaman *Cabotage* los extrangeros, quedando el nombre de *Navegacion propia* á la práctica de atravesar los mares mas anchos, ó de hacer el viage por alta mar.

A facilitar esta importantísima parte de la navegacion acudió la Geografia, presentó sus mapas y globos, para que viendo la situacion de los puertos, costas y tierras, adonde deseaban encaminarse los hombres, eligiesen el rumbo y puntos en que

Fig. debian tocar para conseguir su intento; pero como la construccion de estos globos y mapas era dirigida á representar naturalmente la situacion y ángulos, que forman unos con otros los círculos de la esfera, por exemplo los meridianos con los de latitud, &c. concurrían en los polos aquellos, y menguaba á proporcion el valor de los grados en los círculos de latitud. Formando, pues, con los meridianos sobre el globo un ángulo, que fuese igual en todo el viage al rumbo que se eligió á la salida, como el preciso para llegar al destino, resultaba una curva difícil, llamada *Loxodrómica*, y que continuada embarazaba cada vez mas, sin poder conducir jamas á su fin, ó al polo, y hacia muy costosa la práctica de la navegacion. Para obviar, ó poner remedio á esta dificultad primera, ocurrió á los Geógrafos hacer paralelos los meridianos en las cartas, ó mapas, que representasen porciones crecidas de mar y sus costas. Para construir estas cartas (llamadas *Hidrográficas* por lo que contienen) añadieron al método de transformar en planas las superficies convexas (Fig. 43) el recurso de disminuir un poco el valor de los grados en el arco A C del círculo de latitud contenido entre los meridianos A N, C N, añadiendo al arco B D de menor valor en los grados la porcion quitada al A C con el fin de hacer iguales los grados de los dos arcos contenidos entre los meridianos, que concurrían antes en el polo, ó punto N, por ir disminuyendo en valor los grados de los paralelos al paso que se arrimaban al polo.

43.

A fin de que se hiciese esta comparticion con

el menor error posible, y que quedasen en el mapa las partes representadas con alguna proporcion y semejanza á la situacion que tienen en la superficie del globo, se tiraron por los puntos P y Q perpendiculares Pa , Qc al arco AC , ó linea que lo representa (Fig. 43 54) y continuando la recta BD , que era la expresion del arco BD del globo, hasta que encontrara en los puntos b , d á las perpendiculares Pa , Qc prolongadas, quedó reducido á un paralelógramo rectángulo $abcd$ el trapecio $ABDC$: dividiendo pues, la ac en el número de partes, ó grados, que tuvo la AC , (Fig. 43) y la bd en el mismo número de partes que serán iguales, despues de haber dividido tambien las ab , cd en el número de partes, ó grados contenidos en los arcos de meridiano AB , CD , ó sus representaciones las rectas AB , CD , y tirando rectas de las divisiones de la ac á las de la bd , y de las de ab , á las de cd , quedó dividido el rectángulo ad con rectas, que son la representacion de los meridianos y círculos de latitud. Hecho esto se fueron colocando las orillas, puertos, Islas, bancos, peñas y demas objetos, que contenia la porcion de mar, y las costas, que se intentaban representar, observando para esto los signos indicados anteriormente, y ademas el repetir en el encuentro de algun meridiano con un círculo de latitud la rosa de los vientos, ó la division de los quatro ángulos rectos que forman.

Para executar, pues, estas reglas, aun quando no se tenga el globo sobre quien se pueda hacer lo anunciado, y representar en una carta semejante los mares y costas de un país determinado, éll-

Fig.

43.^a 54.^a

43.^a 54.^a

Fig. 58.^a jase en medio del papel, destinado á este intento, una recta X Z (Fig. 58), que sirve de meridiano principal; se dividirá esta en tantas partes iguales como grados se hallan en la diferencia de latitud de los paralelos, que contienen la superficie que se va á representar. Para que á estas divislonas del meridiano escogido, ó grados, correspondan las divisiones de la recta, que represente los círculos de latitud, hágase el cuadrante A B C (Fig. 59) como en la construccion de las cartas geográficas, tomando por radio A B una de las partes de la recta X Z ya trazada, y por el número del cuadrante, que indique la latitud del paralelo, que pasa por la mitad de la superficie que se quiere representar (esto es, por 37° de latitud boreal, en el caso de representar en la carta el Golfo de Cadiz, costas de Portugal y algunas de Africa) tírese una recta M N paralela á la base del cuadrante, levantando en la mitad R del meridiano X Z una perpendicular P R Q prolongada hácia las dos partes de la X Z: divídase desde R hácia sus dos lados en tantas partes iguales á la M N como grados de longitud abrazan los límites, ó últimos meridianos de la superficie elegida; y tirando por todas las divisiones de la P Q y de la X Z paralelas á las X Z y P Q, se tendrá dividido el papel con los meridianos paralelos y círculos de latitud, igualados como se exige, en donde por medio de estos, ó de las rectas, que los representan, se irán colocando, como queda dicho, todos los puntos, que debe expresar el mapa.

A este género de mapas llamaron *Cartas Planas* los navegantes, y pudieron señalar en ellas

sus rumbos con líneas rectas, que formasen (como convenia para la utilidad) con los meridianos, que atravesaban, ángulos siempre iguales, facilitándose con esto la navegacion. Pudieron servir las cartas planas mientras no se extendieron los viages, ni salian de las costas, ó mientras representaban estas cartas porciones pequeñas de la superficie terraquea; pero quando se emprendieron las grandes navegaciones, y que las cartas debian abrazar círculos de latitud muy distantes, se hacia demasiadamente grande el error, al querer quitar la parte precisa del valor de un círculo para darla al otro muy distante en latitud; por lo que se hubo de dexar este método en que se hacian muy pequeños los grados de los círculos de latitud mas vecinos al equador, y demasiado grandes los de los círculos mas distantes.

Como el meridiano es lo que mas fácilmente conocen los navegantes por el auxilio de la brújula, ó por medio de otras observaciones, era preciso dexar en pie el paralelismo de los meridianos, para que aun los marineros, que solamente son prácticos, pudieran dirigir su nave, siguiendo el mismo rumbo; esto es, haciendo el mismo ángulo con todos los meridianos que atraviesan.

Con este fin observáron los Astrónomos y Geógrafos, deseosos de la utilidad pública, el orden con que menguan los valores del grado en los círculos de latitud, y la correspondencia que iban siguiendo con los del meridiano. Imagináron, pues, que añadiendo á la extension de los grados del meridiano lo que menguaba en cada punto correspondiente el del círculo de latitud, podian quedar

Fig.

Fig. todos los círculos paralelos al equador, de igual valor en sus grados y constante la razon con que habian aumentado siempre los valores de los grados del meridiano, comparados con los correspondientes de su latitud. Examináron las propiedades de la Loxodrómica á fin de ver el uso que podria hacerse de esta idea, y hallándola ventajosa, pasáron á corregir la igualdad de los grados del meridiano en la carta plana (ya defectuosa por esta razon), y merecieron despues el nombre de *Cartas reducidas* los mapas que se trazáron con este cuidado.

Para conseguir el acierto en la construccion de este género de cartas, se supuso el globo transformado en un cilindro circunscripto á él, cuya base tuviese por diámetro al del equador, y cuya altura fuese indefinida. Con esta suposicion ya resultaban paralelos los meridianos, aunque desenvuelta la superficie de este cilindro se trazase en un plano: eran iguales á los grados del equador los de todos los círculos de latitud, y consecuencia de esta igualdad el paralelismo de los meridianos.

En esta parte lograron las cartas reducidas la ventaja conseguida en las planas; y á fin de tener el proporcionado aumento, que se conoció conveniria dar á los grados del meridiano, se valiéron de la razon, que tiene el grado del equador con el de qualquier círculo de latitud: siendo esta como se ha indicado ya en la construccion de las cartas geográficas, ó consistiendo en que el grado del círculo de latitud es al del equador como el coseno de su latitud al radio, y viendo que la

misma proporcion quedaba diciendo como el radio á la secante de la misma latitud, halláron en esta última proporcion un método de señalar el aumento de extension en los grados del meridiano al paso que se alejan del equador.

Observaron como conseqüencia, que aun siendo iguales á qualquiera distancia del equador los grados de los paralelos, se podia lograr que permaneciese la razon, que siguen sobre el globo los grados del meridiano y los de los círculos de latitud, haciendo que á qualquiera distancia del equador el grado de círculo máximo, ó del meridiano, fuese igual al grado del equador aumentado de la razon indicada por la secante de aquella latitud al radio; esto es, que fuese igual al grado de equador, multiplicado por la secante, dividida por el radio, ó por el cociente que resulta.

Pero aunque en la expresion $\text{Gr.} \times \frac{\text{Sec. Lat.}}{\text{Rad.}}$ se tuvo la norma del aumento, que se habia de dar al grado de meridiano, segun fuese su latitud, con todo se notó que podia ocasionar muchos errores el uso de esta fórmula, al aplicarla á distancias algo crecidas entre paralelos, ó círculos de latitud: por exemplo si distando entre sí un grado de círculo máximo los círculos de latitud P Q, B D (Fig 43) se quiesiese expresar en la carta el arco P B del meridiano

con $\text{Gr.} \times \frac{\text{Sec. Lat. A P}}{\text{Rad.}}$ siendo A C el equador, ó bien con $\text{Gr.} \times \frac{\text{Sec. Lat. A B}}{\text{Rad.}}$ seria forzoso cometer error grande en ambos casos; pues aunque la primera expresion es el legítimo valor del grado en P,

43.^a

Fig. y la segunda lo es tambien en B, como son desiguales estas expresiones, es el valor de la primera mas pequeño de lo que conviene á los puntos que siguen hasta B, y el de la segunda demasiado grande para los que le anteceden desde P. Consideráronse á fin de remediar estos errores muy contiguos los dos círculos de latitud P Q, B D, y distantes entre sí solo un minuto, con lo que diferenciándose muy poco las latitudes A P, A B, y por consiguiente sus secantes, quedáron casi iguales las dos expresiones en que entró el minuto del equador en vez del grado, y marcada con suficiente exâetitud la extension, que debia dárse en la carta reducida á la parte de meridiano P B contenida entre los paralelos; esto es . $\text{Min.} \times \frac{\text{Sec. Lat. A P}}{\text{Rad.}} = \text{Min.} \times \frac{\text{Sec. Lat. A B}}{\text{Rad.}}$ valor de P B.

Resultó de aquí una regla general para dar al meridiano en la carta reducida los aumentos, que convenian á sus grados, distantes desigualmente del equador, y fué que dividido el meridiano en partes iguales muy pequeñas, se multiplicase cada una de estas por la secante de su latitud (ó la de aquel punto, respecto del qual se deseaba hacer el aumento del meridiano) dividida por el radio; y siendo suficiente que la extension de estas partes iguales sea de un minuto, se indicó como medio exácto para expresar en la carta reducida qualquier grado del meridiano, el tomar en las tablas ordinarias de logarithmos todas las secantes de minuto en minuto desde el equador hasta el grado en que se desea hallar la extension del meridiano, y el dividir su suma por el radio, con lo que se tuvo

el número de minutos, el qual transportado al meridiano de la carta desde la linea que representa en ella al equador, determina el grado de latitud, que se buscaba, ó el del meridiano. La carta (Fig. 60) esta construida segun las reglas indicadas.

Fig.

60.^a

Se han llamado *Partes meridionales* á las partes reducidas, en que se divide el meridiano, de las quales se hallan construidas tablas, que á mas del uso que tienen para la construccion de las cartas reducidas, tienen otros especialmente en la resolucion de los problemas Náuticos. A las latitudes señaladas por estas partes, se dió el nombre de *Latitudes crecientes*.

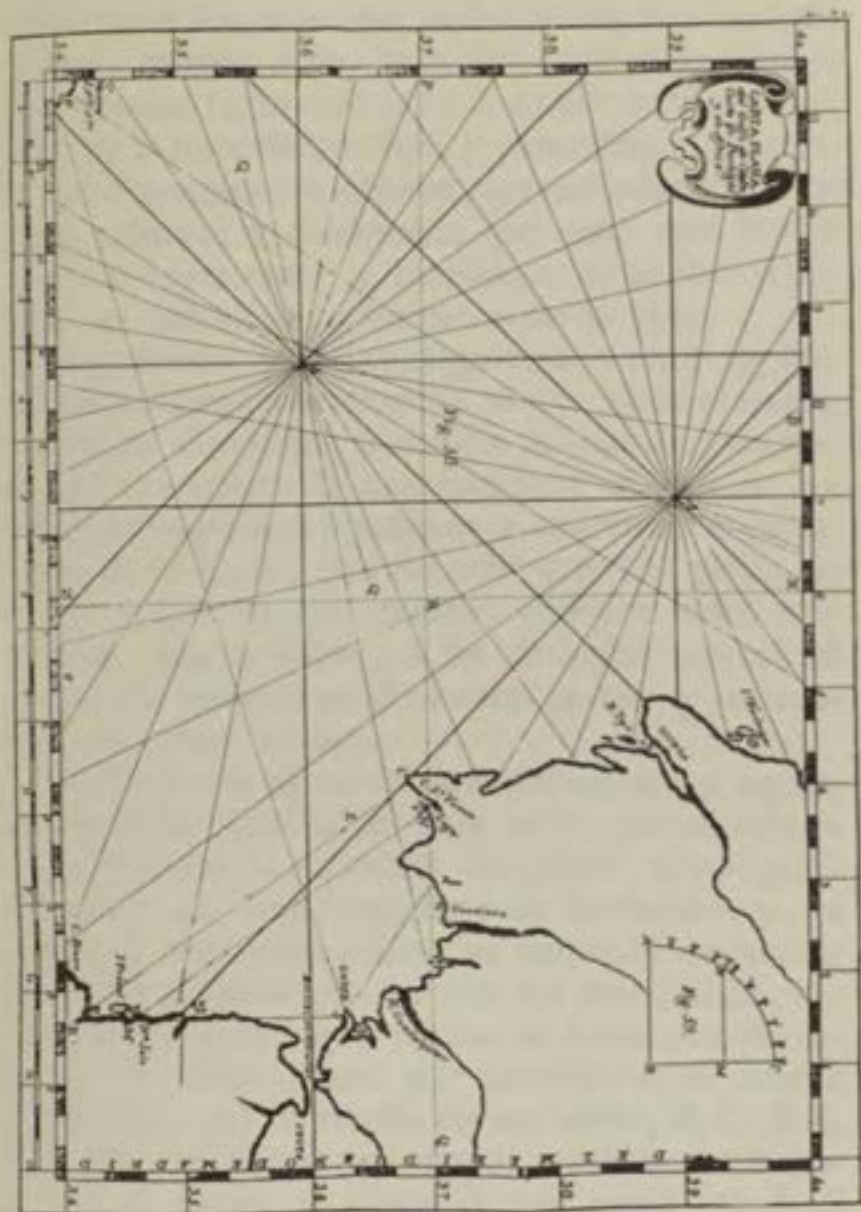
Aunque es ageno de nuestro intento hablar de navegacion, como de un objeto que nos hayamos propuesto, con todo nos parece que es conseqüente al plan, que nos hemos formado dar una idea del uso, que pueden tener las cartas planas y reducidas, como dimos del que se hacia de los mapas y cartas geográficas; pero como son muy complicadas las operaciones y difícil la exáctitud de las prácticas, que se executan en los mares, se habrán de dar por supuestas, ó recurrir á los tratados de navegacion, si se quisiere tener noticia de las precauciones y medios, de que se valen los Pilotos para salir al encuentro de los errores que se podrian cometer fácilmente.

Tales son por exemplo los arbitrios inventados para averiguar lo que camina un navío segun la fuerza de los vientos, y para saber la direccion que lleva en su derrota.

Lo primero se pretende conseguir por medio de la corredera. Nosotros supondrémos sin la ya-

Fig. riacion , que sufren las dimensiones de la cuerda; acertada su division con los nudos que deben distar entre sí $\frac{1}{110}$ de milla , ó de la 60.^{ma} parte del grado del equador , por ser $\frac{1}{110}$ de hora la duracion de la ampolleta , que sirve ordinariamente; exâminada esta duracion de la ampolleta , porque la disminuirá el haberse hecho mayor con el rozamiento el agujero por donde pasa la arena; dada la conveniente figura , ó corte cónico y magnitud á la navecilla , ó pieza de madera , que se echa al agua para que sirva de punto inmoble y libre de la agitacion de los vientos , con quien se pueda comparar la velocidad del navío; tomada la precaucion del sotavento al arrojarla en el mar , y de que no quede expuesta al remolino que sigue la popa de la nave , ni al impulso , que recibe del que la arroja ; y en fin ninguna corriente , ó agitacion que turbe la estabilidad del punto fixo.

Lo 2.^o se solicita conseguir por medio de la brúxula , ó de la aguja imantada. Tambien daremos por logrado el remedio de su inconstancia con haberla suspendido pegada á un carton , ó talco forrado de papel (en que se dibuxan todos los rumbos , ó vientos , que por su figura han sido llamados *Rosa-Náutica*) en vez de colocarla á ella sola sobre un exe , ó punta , como se vé en las brúxulas ordinarias. Igualmente supondrémos que la colocacion de la caja , que contiene la Rosa-Náutica , la liberta de los movimientos del navío por la facilidad con que cede á ellos en virtud de los dos exes , que formando ángulos rectos entre sí , la mantienen como en equilibrio ; que las variaciones de la



The history of the United States is a story of the growth of a nation from a collection of small, separate states into a great, unified country. The story begins with the first settlers who came to the Americas in search of a new home. They found a land of great beauty and abundance, but they also found a land that was already inhabited by a people who had lived there for thousands of years. The settlers and the native Americans lived together for many years, but they never really understood each other. The settlers wanted to live the way they did in Europe, and the native Americans wanted to live the way they did in America. This led to many conflicts and wars between the two groups.

One of the most important events in the history of the United States was the American Revolution. This was a war between the thirteen original states and Great Britain. The states wanted to be free from British rule, and they fought a long and hard battle to win their independence. The war ended in 1781, and the states became a new nation, the United States of America. This was a great achievement, and it was the beginning of a new era in the history of the world.

The United States has since grown into a great power, and it has played a major role in the world. It has helped to bring peace and stability to many parts of the world, and it has helped to improve the lives of many people. The United States is a country of great freedom and opportunity, and it is a country that is proud of its history and its achievements.

aguja estan conocidas y remediadas por consiguiente, teniendo atencion á ellas en los cómputos, ó estima; que los usos que se hacen de esta brúxula náutica, quando sirve baxo del nombre de *Compas* para conocer la direccion de la quilla del navío respecto de la linea Norte-Sur, y para saber á que rumbo corresponden los objetos, que se exáminan, son todos exáctos; y finalmente que con este instrumento se logra tener la meridiana de todos los parages, en que se vaya encontrando la nave.

Suponiendo, pues, conseguido con estos dos instrumentos el conocimiento de lo que anda el navío, y el de su direccion, ó rumbo (circunstancias sobre que se apoya la navegacion y el uso de las cartas hidrográficas) pasamos á exáminar la naturaleza de la linea, que describe sobre el globo, al dirigir su derrota por rumbos obliquos á los meridianos, que lo ciñen, á fin de hacer patente el acierto que se tuvo en idear estas cartas, y las ventajas que ofrece su uso.

La linea que el navío describe sobre las aguas, no solamente dexa de ser linea recta, porque es curva, ó convexa la superficie del globo, cuyos puntos varian en cada momento de horizonte, y de plano por esta razon; sino que habiendo de formar su rumbo ángulos iguales con los meridianos, debe dexar la linea, que seguia, al encuentro de cada uno de ellos; como por exemplo si se supone la P Q (Fig 55) el rumbo de una nave, R C, R E, R A los meridianos por donde transita, es forzoso que al llegar al punto Q del meridiano R E la nave, ya no siga la Q H continuacion de la P Q, y que se dirija por la Q M, á fin de formar

Fig. con el meridiano R E el ángulo M Q R igual al del rumbo elegido, lo que no se conseguiria continuando la Q H; porque es sabido que no siendo paralelas las líneas, ó llegando á concurrir en R, debe ser el ángulo $H Q R > H P R$: lo mismo sucede en M respecto del meridiano R A.

Estos meridianos pueden considerarse sumamente contiguos, y resultar de la continua mudanza, que debe hacer el movimiento de la nave en cada uno de ellos, una curva, á la que se ha llamado *Loxodrómica*, ó *Loxotromia*, y cuyas propiedades es indispensable inquirir para el uso de las cartas hidrográficas.

56.^a Concíbase para esto, que la M N (Fig. 56) es una porcion del rumbo de una nave; R N Q, R M P los dos meridianos extremos, que cortan la M N; R I, R L otros dos intermedios infinitamente cercanos; y la P Q el equador. Supónganse tambien descritos desde el punto R, ó polo los arcos N S, X Z, O M paralelos al equador.

Despues que la nave haya finalizado de andar la M N, el arco M S indicará lo que ha ganado en latitud, y el P Q lo que en longitud; del mismo modo en el reducido espacio contenido entre los meridianos R I, R L, la A C indicará la parte del rumbo M N, que anduvo en aquel instante, y por consiguiente la A B lo que varió de latitud, y la L I lo que en longitud. Siendo, pues, segun la suposicion, infinitamente pequeño este triángulo A B C, puede reputarse por rectilineo; y considerando dividida toda la M N en partes muy pequeñas, iguales á la A C, por otros meridianos igualmente contiguos, será la suma de todas estas

Fig

partes (hipotenusas en cada triángulo pequeño, que se formó con el movimiento del navío en la MN) á la distancia MS , ganada en la linea Norte-Sur, ó en la latitud como qualquiera de estas partecitas AC á la correspondiente porcion AB , por ser semejantes, é iguales todos los triángulos ACB del rumbo. Por estas mismas razones será el triángulo ACB semejante á qualquier otro triángulo rectilíneo GKH (Fig. 57) con tal que tenga el ángulo $KGH = CAB$, y el GKH recto, pudiéndose hacer por consiguiente esta proporcion $KG : GH :: CA : AB :: MN : MS$.

57.

De aquí se infiere, que no obstante de ser una curva el camino, que lleva la nave, puede representarse con una recta lo que adelanta en la linea Norte-Sur, ó latitud, con tal que se forme un triángulo rectilíneo rectángulo GKH (Fig 57) en el que sea el ángulo KGH igual al rumbo de la nave, y el lado GK á la extension del campo andado, ó su valor; en este triángulo la GH , lado adyacente al ángulo del rumbo, indicará lo que se adelanta en la direccion, ó linea de Norte-Sur.

57.^a

Para tener lo que se adelantó la nave en la linea Este-Oeste, no habrá dificultad en que siga la misma suposicion de la MN , dividida en un cierto número de partes iguales reducidas, como AC (Fig. 56), y contruidos sobre ellas triángulos rectángulos ABC , en los que la CB representa lo que gana la nave en la direccion Este-Oeste, mientras corre la porcion AC , se podrá por lo dicho antes hacer la proporcion: como la suma de todas las hipotenusas de estos triángulos iguales á la MN es á lo que se adelantó la nave en la linea Este-

56.^a

Fig. Oeste, ó á la suma de todos los lados CB de los triángulos pequeños, así AC hipotenusa de uno de ellos, es á CB lado correspondiente, y en el triángulo GKH como $GK : KH$. De donde se saca otro de los principios sobre que estriba la reduccion de la derrota de un navío, y es, que si se hace un triángulo GKH rectilíneo rectángulo (Fig. 57) en el qual sea la GK igual á lo andado ó á la extension de la derrota, y el ángulo KGH igual al rumbo, el lado KH , opuesto á este ángulo, denota lo andado en la línea Este-Oeste.

Por lo dicho en este párrafo y en el antecedente se ve, que con un triángulo rectángulo y rectilíneo se pueden representar la derrota, ó extension de lo andado, el rumbo, y lo que se adelanta en las direcciones, ó líneas Norte-Sur y Este-Oeste: propiedades que siempre quedan en su vigor por mucho que se varien estos datos, y siendo curvas, como lo son todos los caminos, ó derrotas, que anda el navío.

Mas aunque pueden expresarse con los lados de este triángulo las referidas distancias, con todo se cometería error al querer hallar en alguno de sus lados la longitud total PQ ; porque si viendo que en el triángulo KGH la GH representa la suma de todas las partes AB , se dixese que la KH representa la suma de todas las longitudes parciales CB , ó la SN , siendo las porciones ED de la NS correspondientes á las CB , menores que esta, seria muy crecido el error que se cometiese. En igual error se caería al querer tomar por expresion de la longitud el arco XZ , que pasa por el punto A ; pues se ve que tambien es menor que

el arco MO ; la razon es, porque en los infinitos triángulos ACB los lados AB son iguales cada uno á una porcion ZY del meridiano RQ , y este (por suponerse una casi esfera la tierra, ó globo *terra-queo*) tiene igual valor y extension en todos sus grados, lo que no sucede con los lados CB ; porque tomados desde N sobre NS , deben valer menos que sobre XZ , y aquí menos que sobre la MO (arcos en quienes los grados son de diferente extension, aunque sea igual su número) ó bien no podrán caber en los arcos NS y XZ de igual número de grados, aunque puedan colocarse en otro intermedio entre MO y XZ .

Puede inferirse de lo dicho, que exige algunas operaciones mas el hallar la diferencia de longitud de los puntos M, N , aun sabida, ó resuelta la parte MS , andada en la direccion Norte-Sur, la que se averigua en el triángulo KGH despues de haber hallado el valor de la GH en millas, ó leguas marítimas (que son $\frac{1}{60}$ de grado aquellas, y $\frac{1}{20}$ estas, segun lo que se ha explicado anteriormente) dividiéndolo por 60 si es en millas el valor de GH y por 20 si son leguas, y multiplicando por 3 la resta, para que resulten en el cociente los grados y minutos de la HG .

Tampoco puede inferirse inmediatamente el valor de la diferencia de longitud del de la KH , que expresa lo andado en la direccion Este-Oeste. La KH del triángulo (Fig. 57) expresa muy bien la suma de todas las porciones CB : como que son de igual extension en todos los triángulos (supuestos iguales) se transportan estas con todo su valor á una linea recta KH ; pero quando se trans-

Fig.

57.^a

Fig. portan á un arco que debe indicar en el equador la parte, ó número de grados, que anuncie la longitud, ocurre la dificultad de saber qual es el arco, ó porcion de círculo contenida entre los meridianos RZQ , RMP , en donde caben y puedan aplicarse, sin perder nada de su extension, las porciones CB de que se trata, para que resulte en el equador el valor legítimo de la longitud total; pues, como queda insinuado, son menores que el arco MO los XZ , SN ; y quando cupiesen en XZ , no podrian aplicarse á NS sin que se abriesen los meridianos RP , RQ , ó entrasen mas grados que lo hicieran capaz de recibirlas; en cuyo caso la abertura, ó arco, que resultase en el equador, seria mayor que la PQ . De haberse creído que en el arco XZ (medio entre los MO , SN), cabia la suma de todas las partes CB con la misma extension, que tuvieron en los triángulos, resultó un recurso para averiguar la longitud, como se verá mas adelante.

El método general y mas admitido para resolver las longitudes y lograr esta medida, tan indispensable en la navegacion, es valerse de las latitudes crecientes, haciendo esta proporcion: como el radio es á la tangente del rumbo seguido, así la diferencia de las latitudes crecientes (que hay entre los puntos M y N , ó bien entre los puntos de la salida y de la arribada), es á la diferencia en longitud de estos mismos puntos. Con cuya regla, como se saben el rumbo, la latitud, el radio, y tambien las latitudes crecientes, se tiene averiguada la longitud.

Puede hacerse esta operacion y hallazgo en el

triángulo rectilíneo rectángulo (Fig. 57) que sir-
vió en los otros casos, haciendo el ángulo K G H
igual al rumbo; tomando sobre la G H prolonga-
da G T igual á la diferencia de latitudes crecien-
tes de los dos puntos M, N, ó de la salida y arri-
bada; y levantando en T una perpendicular T F has-
ta que encuentre en F con la G K prolongada; por-
que serán proporcionales segun las reglas de Trigo-
nometría, radio : tangente K G H, ó del rumbo
:: G T : T F; esto es, como la diferencia de latitu-
des crecientes á la diferencia de longitud.

El fundamento en que se apoya la regla da-
da, es la misma construccion de las latitudes cre-
cientes, y el ser triángulos rectángulos los A B C;
pues siendo (como se dixo) C B : L I :: cos. I B:
rad., ó bien :: rad : sec. I B; y por la Trigono-
metría A B : B C :: rad : tang. C A B, si se multi-
plican ordenadamente los términos de estas dos pro-
porciones, se tendrá, quitando el comun factor C B
de los términos de la primera razon A B : L I :: rad :
sec. I B $\times$ tang. C A B; y por consiguiente L I =
$$\frac{A B \times \sec. I B \times \text{tang. } C A B}{\text{rad.}^2} = \frac{A B \times \sec. I B}{\text{rad.}} \times \frac{\text{tang. } C A B}{\text{rad.}};$$

pero dexamos dicho que $\frac{A B \times \sec. I B}{\text{rad.}}$ era el tamaño
que se debia dar á las partes del meridiano A B
para tener las latitudes crecientes; luego extendien-
do á todas las divisiones de la M N este razona-
miento, ó á las porciones C B correspondientes á ellas
(como se hizo en la construccion de las latitudes
crecientes) se inferirá que la suma de todos los arcos
L I, ó el arco P Q es igual á la suma de todas las
partes meridionales contenidas en la diferencia de

Fig. latitud de los puntos M, N (ó en el arco MS que la indica) multiplicada por $\frac{\text{tang. C A B}}{\text{rad.}}$; esto es, que el arco PQ del equador, ó la diferencia de longitud es igual á la diferencia de latitudes crecientes de los puntos de salida y arribada, multiplicada por la razon que hay entre la tangente del rumbo y el radio. La diferencia de latitudes crecientes, ó se halla por la regla dada para este intento, ó por las tablas construidas para la mayor facilidad en la práctica.

El método de elegir el arco, que pasa por la mitad del rumbo andado, con el fin de aplicarle las porciones CB de los triángulos, supuestos en toda su extension, para averiguar la longitud, solamente puede servir en navegaciones cortas, que no excedan de doscientas leguas, y que no pasen del circulo de latitud, que se halla á los 60°.

- En semejantes viages, suponiendo que el arco
- 56.^a XZ (Fig. 56) pasa por la distancia media entre M y N, puede asegurarse sin que se cometa error sensible, que XZ es el verdadero camino, ó distancia andada en la linea Este-Oeste. El uso, pues, de este arco (llamado *Paralelo medio*) y de este método se reduce á que hallado en el triángulo
- 57.^a KGH (Fig. 57) el camino GH, que se anduvo en la direccion Norte-Sur, y reducido á grados,
- 56.^a se añade á la menor latitud RM (Fig. 56), ó á la latitud del punto de salida, la mitad MX de los grados que vale la GH, para hacer la proporcion, $\cos \text{ lat. } RX : \text{rad.} :: XZ$, ó el camino KH andado en la linea Este-Oeste (Fig. 57) al número de
- 47.^a leguas que vale el arco PQ del equador; esto es,

cos. lat. $PX : \text{rad.} :: XZ : Y =$ número de leguas, Fig. que reducido á grados, dará los del arco PQ , y por consiguiente la diferencia de longitud de los puntos de la salida y arribada M, N . Algunos pretenden que en vez de tomar por paralelo medio el equidistante de los dos, que pasan por los extremos del rumbo andado, se elija el que sea medio entre las latitudes crecientes de los puntos de la salida y de la arribada; pero este método y el antecedente son no mas que una aproximacion, y se diferencian poco, á mas de que tampoco es general, y no debe usarse sino en raros casos, y en alguna urgencia.

Los marineros distinguen dos géneros de leguas, que llaman *Mayores* y *Menores*. Las mayores son aquellas, que corren de Este á Oeste sobre el equador, y las menores las que andan sobre los paralelos á este círculo máximo.

Como tampoco es de nuestro objeto el exâminar si se comete, ó no error considerable en las navegaciones dirigidas por tablas de *Partes meridionales*, construidas en la suposicion de ser esfera perfecta nuestro globo, no siendo sino un esferoide achatado, segun se demostró, omitirémos esta discusion como agena de nuestro intento, remitiendo al que solicite el desengaño á la obra y tablas del Ingles M.^r Murdock, y al libro 9. de las *Observaciones Astronómicas y Físicas* del Excelentísimo Señor Don Jorge Juan.

Establecidos estos principios, y supuesta la construccion de las cartas hidrográficas, solo nos resta el mostrar la aplicacion, ó el ver como por medio de ellas se resuelven los triángulos $G H K$,

Fig. 57. G F T (Fig. 57) en sus casos correspondientes; pero antes es forzoso indicar algunas advertencias, que harán mas sencilla la aplicacion que solicitamos.

1.^a Aunque en las rectas, que forman el marco de las cartas hidrográficas, se hallen las divisiones que indican la longitud con respecto á meridianos particulares, y las que muestran la latitud de los puntos, ó parages que incluyen, con todo para que el uso sea mas general y se tengan en las cartas particulares (hechas con arreglo á algun meridiano particular) con la misma denominacion que en el globo las longitudes de todos los parages, que se representan en ellas, se pone baxo del marco horizontal inferior una linea á manera de
58.⁶⁰ escala (Fig. 58. 60) en la que se expresan con la misma numeracion que en los globos, ó mapamundis (esto es, con respecto al meridiano mas universalmente admitido entre las Naciones) las longitudes de todos los puntos de la carta, considerando basadas sobre ella perpendiculares desde todos ellos, y desde los extremos, ó partes laterales del marco.

Como por la construccion de estas cartas hidrográficas los grados de longitud, ó las porciones de arcos intermeridianos son iguales en todas las latitudes á los del equador, podrán evaluarse en leguas, aplicándolas á esta escala de longitudes en qualesquiera distancias, que resulten en los triángulos de la carta, igualmente que los grados, ó distancias de latitud, transportando el número de los grados (que indique sobre esta escala la recta dimanada de la operacion) á las divisiones del meridiano, ó de los lados colaterales del marco, como se verá mas adelante en el uso de las cartas.

2.^a Sucede que muchas veces no se navega por ninguno de los treinta y dos rumbos marcados en la Rosa de los vientos, que se halla repetida en las cartas hidrográficas, sino por uno intermedio, y que es preciso señalar para este caso particular: por exemplo se ofrece navegar por N. E. 3° al N. E. $\frac{1}{4}$ N. Como el valor de la abertura, ó ángulo, que forman estos dos rumbos en la carta, vale 11° y $15'$, y el rumbo que exíge, dista solamente 3° del N. E., se dividirá el arco (contenido entre los dos rumbos, y descrito desde el centro de la Rosa) en quatro partes iguales, y tirando una recta por el centro y el punto, que indica la quarta parte inmediata al N. E., se tendrá con una pequeña diferencia el rumbo que se pide; pero si se considera precisa mayor exáctitud, descríbase con un radio muy crecido un arco entre los dos rumbos dados; divídase este en quarenta y cinco partes, señálese sobre él desde el rumbo N. E. con 11 y $\frac{1}{4}$ de estas mismas partes un punto; y tirando por él y el centro una recta, esta indicará con exáctitud el rumbo, que se pide.

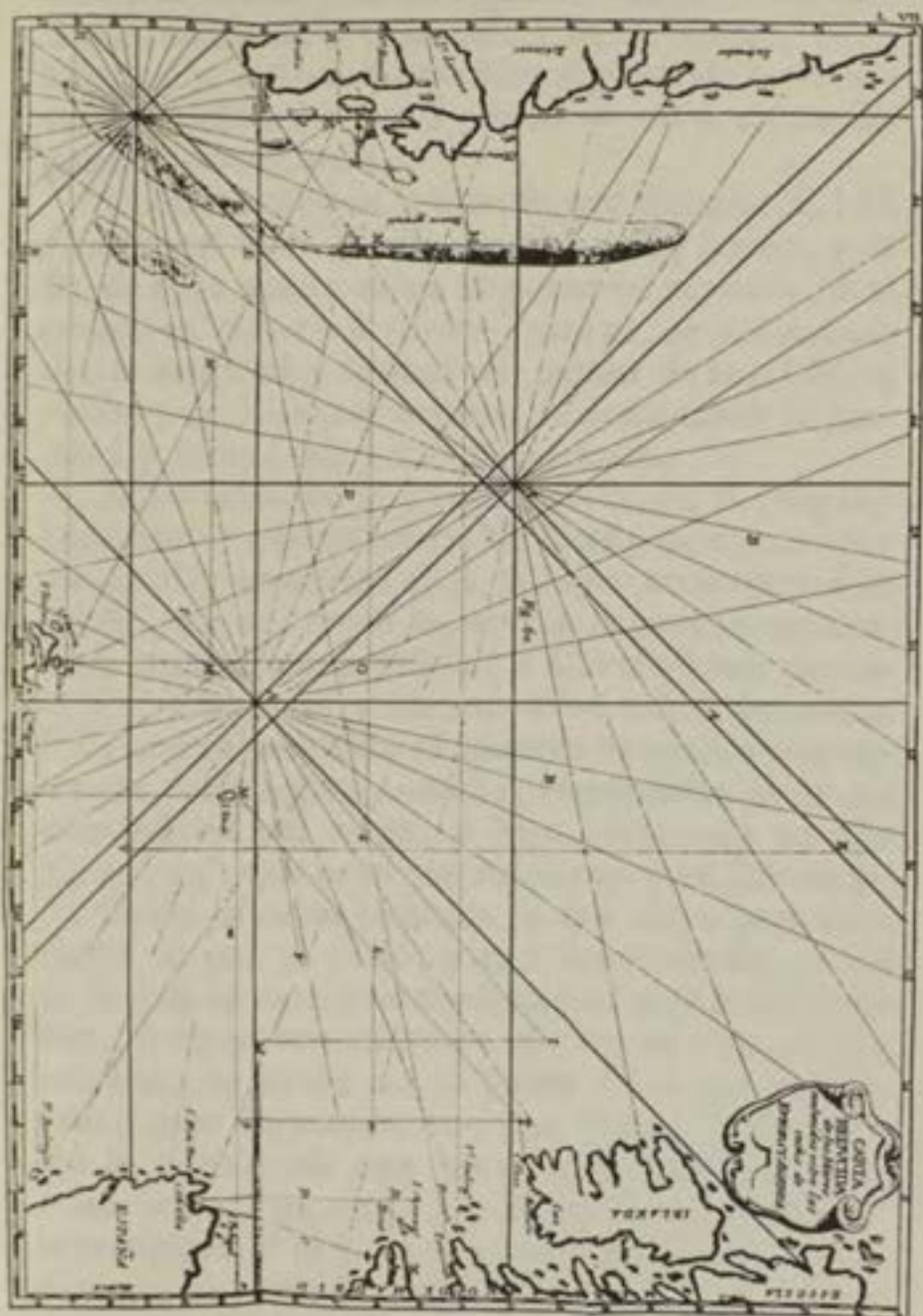
3.^a Como en las operaciones (que es preciso hacer sobre las cartas hidrográficas para su uso) se deben tirar muchas líneas paralelas á los rumbos y á las direcciones Norte-Sur, Este-Oeste &c. lo que las haria inservibles á poco tiempo, para obviar este inconveniente, se sirven los marinos de dos compases con cuyas puntas (llevadas paralelamente) señalan el punto que debia resultar del concurso de las paralelas, á cuya operacion llaman *Tomar el punto*. Nosotros darémos por supues-

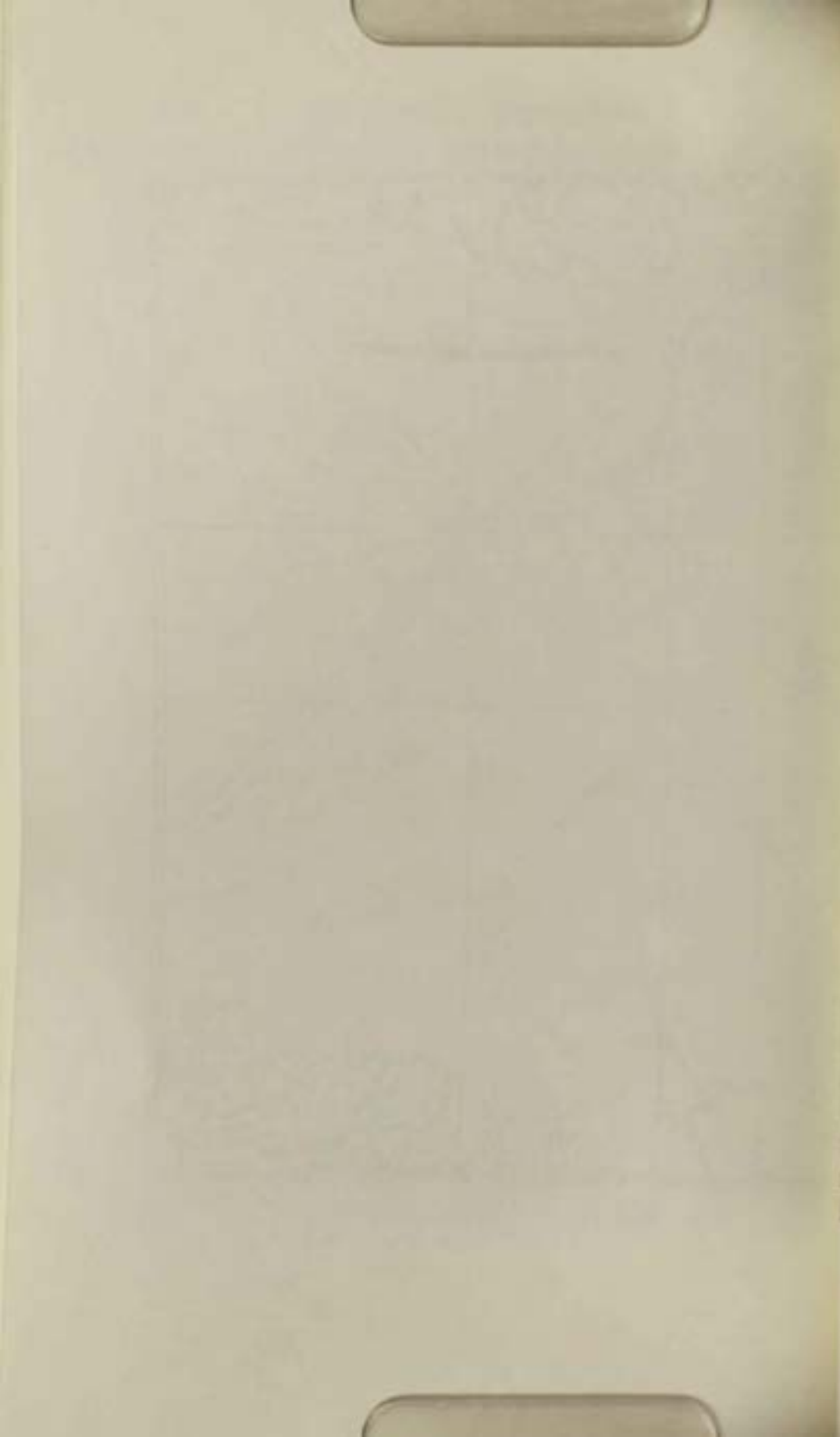
Fig. ta la precaucion de los compases, quando se ha-
ble de tirar paralelas, ó trazarlas.

4.^a Como es preciso variar de rumbo en la na-
vegacion de viages largos, y que al cabo de mu-
chas operaciones se hace forzoso salir de una car-
ta para entrar en otra, se debe advertir que se
empiezan los cómputos, medidas, y estima des-
de cada punto, en que se varia el rumbo en el
primer caso, y en el segundo desde el que anun-
cia, ó señala en la carta nueva la continuacion de
la otra, tomándolos como puntos de salida, y no
contando ya con la salida primera, ni tampoco
con la carta que se dexa, sino para graduar como
puntos de arribada el extremo de esta y el pun-
to en que se varia de direccion, ó rumbo, y des-
de donde empieza nueva navegacion.

5.^a Es comun el no poder señalar el punto de
salida en el mismo Puerto de donde se hace á la
vela la nave con el fin de dirigirse por un rumbo
elegido; para marcarlo, pues, quando los que van
en ella estan próximos á perder de vista la tierra,
observan por medio de la brúxula dos puntos de
la costa, los quales se hallen tambien representa-
dos en la carta; y tirando en ella rectas para-
lelas á las visuales observadas, esto es, que hagan
el mismo ángulo con los rumbos de la Rosa, que
el que hiciéron las visuales con los de la brúxula,
su encuentro, ó interseccion señalará en la carta
el punto de la salida, desde donde deberán em-
pezar las operaciones y cómputos.

6.^a Las noticias y circunstancias que pueden ave-
riguarse por medio de esta resolucion de triángu-
los son: el punto de la salida, ó su longitud y la-





itud; el rumbo; la navegacion hecha, ó la distancia caminada; y el punto de arribada, ó su longitud y latitud. Conocidas algunas de estas cosas, se hallan las otras, como se verá en las siguientes operaciones.

Fig.

Un navío salió de la Coruña por el rumbo N. $\frac{1}{4}$ N. E. 1° y $37'$ al N. N. E., anduvo $108\frac{1}{4}$ leguas, y al fin de ellas quiere saber el punto de arribada, ó el puerto en que va á entrar; esto es, se dan conocidas la longitud y latitud del punto de la salida, el rumbo y la distancia andada, se desea tener la longitud y latitud del punto de arribada.

Entre el rumbo N. $\frac{1}{4}$ N. E. y el N. N. E. (Fig 60) 60.^a búsquese en qualquiera de las Rosas de vientos por los medios indicados el A B, que corresponde al rumbo, que se supone ha llevado la nave; tírese desde el punto P de la salida (la Coruña) una paralela P C á la A B; y tómese sobre ella la extension P C, que corresponde al número de grados que valen las $108\frac{1}{4}$ leguas andadas, tomándolos en la escala inferior del mapa, ó bien abrazando en ella 5° , $24'$, $45''$, que es lo que valen con poca diferencia.

Como es carta reducida la que sirve para averiguar lo que se pidió, y van creciendo los grados de latitud en extension conforme se alejan del equador, ó como son distintos de los de este círculo máximo, no puede ser el punto C el que se buscaba; pero formando con dos rectas C D, P D, que se tiren desde este punto C y del P paralelas á las líneas Este-Oeste, y Norte-Sur, el triángulo rectángulo P D C, (que se estableció como fundamento del uso de estas cartas) la P D será la diferencia de latitud adquirida, y aplicándola á

Fig. la misma escala inferior de longitudes, resultará el conocimiento de los grados y minutos, que se han ganado en latitud, cuyo número de grados, contados en los del meridiano desde el punto, que corresponde á la salida, hácia la direccion que se siguió, ya sea alojándose del equador (como en nuestro caso), ya acercándose; esto es, contando desde el 43 del meridiano de la carta los $5^{\circ} 24' 45''$, resultará en la línea P D prolongada el punto R, correspondiente á los grados, que se contaron en el meridiano; y tirando por R una línea R I paralela á la Este-Oeste, esta cortará á la P C, prolongada, en el punto I, que será el en que se encuentra la nave por la suposicion hecha; es á saber, la embocadura de la ensenada, ó Bahía de Brest, y muy cerca de la Isla de Ouesant.

La exáctitud de esta operacion consta de sola la inspeccion de lo executado y de la confrontacion con lo dicho anteriormente. Se advierte que los grados que resulten de la diferencia de las latitudes adquiridas, se deben contar en el meridiano alejándose, ó acercándose del equador segun haya sido el camino andado; porque siendo diferentes los grados del meridiano en las cartas reducidas, como consta de su construccion, se exponia á engañarse groseramente el que contase hácia el equador la diferencia de latitud andada hácia el polo, ó vice versa.

58.^a Pero si en vez de la carta reducida, nos hubiéramos valido de la plana (Fig. 58) para resolver el caso propuesto: como que no varian en esta los grados de latitud, solo con trazar el rumbo y aplicar sobre él la distancia andada, reducién-

dola á grados de la escala inferior, se hubiera conseguido la solucion deseada; por exemplo salió del surgidero vecino á la Isla Fedaal en la Costa de Africa, un navío por el rumbo N. O. $\frac{1}{4}$ al N. y anduvo ochenta leguas; se quiere saber el punto en donde se halla. Desde el punto de salida P tírese una recta P L paralela á la A B, que indica en la Rosa superior de los vientos el rumbo del navío; redúzcanse á grados las leguas andadas, y serán 4° , los cuales tomados en la escala inferior, se aplicarán sobre la P L desde P, y el punto C será el que ocupa el navío; esto es, se hallará cerca del Cabo de San Vicente.

Un navío corrió borrasca desde las Islas Barlangas sobre la Costa de Portugal, siguiendo el rumbo Este-Oeste próximamente: anduvo 160 leguas, y cesó el temporal; se propone saber qual es el punto que ocupa.

Tómense sobre la línea Este-Oeste desde el centro A de la Rosa los grados de la escala inferior, á que equivalen las 160 leguas andadas, ó bien tómese la extencion A M; desde M tírese una paralela M I á la línea Norte-Sur, y el punto I, en que corte á esta el rumbo, que indique, ó forme con la Este Oeste un ángulo igual á la latitud del punto de la salida, servirá para que tomando la distancia desde él al centro A, y transportándola á la escala de longitudes, dé los grados de la diferencia en longitud entre el punto, en que se halla la nave, y el de dõnde salió; con lo qual aplicando sobre una paralela S Q al rumbo Este-Oeste, que se tire desde el punto de la salida S, los grados que resultaron, se tendrá el punto que

Fig. se buscaba, ó se sabrá que la nave se halla entre las Islas Tercera y San Miguel, dos de las Azores.

Esta operacion se reconoce que es exácta al recordar lo que se dixo sobre la extension de los grados de los círculos paralelos al equador, en donde se vió que la magnitud, ó número de leguas, que contiene el arco de un paralelo, es á la extension del correspondiente en el del equador, como el coseno de la latitud es al radio, y en la operacion hecha, formando el triángulo rectángulo AMI , en el que el ángulo IAM fuese igual á la latitud, se ha verificado la siguiente proporcion, $IA : AM :: \text{sen. } AIM : \text{rad.}$, ó bien $:: \cos IAM : \text{rad.}$, de donde resulta el acierto en el conocimiento de la longitud andada.

Salió de la Isla del Corbo, una de las Azores, un paquebot, llevando el rumbo O. N. O. y al fin de su derrota se halló en los $46^{\circ} 40'$ de latitud boreal: se quiere saber quantas leguas anduvo, y donde se encuentra.

60.^a Tírese (Fig. 60) desde el punto de la salida X una recta XZ paralela á AD , que indica en la Rosa el rumbo llevado, y desde el mismo X otra XO paralela á la Norte-Sur: sobre esta señálese, alejándose del equador, la XM igual al número de grados de la diferencia en latitud de los puntos de la salida y arribada, tomados en la escala de longitudes (esto es, haciendo la XM igual $6^{\circ} 40'$) tirando la MN paralela á la linea Este-Oeste: aplíquese esta MN , que resulta á la escala, y reducido á leguas el número de grados, que indique, se tendrá averiguado lo que se solicitaba; es á saber,

el paquebot habrá andado 320 leguas por ser la XN igual á 16° de la escala de longitudes. Fig.

Sabida la latitud de la arribada y el rumbo, se tendrá tambien conocido el parage en que se halla la nave, baxando la perpendicular XK desde el punto X de la salida sobre el meridiano, ó marco de la carta; tomando en este los grados de latitud que se anduviéron, como RK ; y tirando desde R una paralela á la linea Este-Oeste, el punto Z en que tropiece esta paralela con la XZ , rumbo llevado por la nave, será el parage buscado, ó bien se verá que la nave se encuentra en nuestro caso á las inmediaciones del Puerto de Luisbourg.

Si como se ha logrado la solucion de este caso en la carta reducida, se quiere hacer la misma averiguacion en la plana: como por exemplo sale de Cadíz una embarcacion, siguiendo el rumbo $O. \frac{1}{4} S. O. 3^\circ 20'$ al $S. O.$ y al cabo de su derrota se encuentra á los 34° de latitud boreal: se quieren saber las leguas caminadas y el parage de arribada.

Desde el centro A (Fig. 58) de la Rosa tírese la AQ , que indique el rumbo seguido por la nave, y desde el punto de la salida S dos rectas SP , RS paralelas, la primerá al rumbo AQ , y la otra SR á la linea Norte-Sur. Sobre esta señálense desde S hácia el equador (porque la navegacion se hizo arrimándose á este círculo máximo) los grados de diferencia entre 34° , y $36^\circ 20'$ (esto es, $2^\circ 20'$) con la SR ; y tirando por R una recta Rq paralela á la linea Este-Oeste, el punto en que esta corte al rumbo SP seguido, indicará el parage en que se encuentra la nave, que en el caso propuesto se-

Fig. rá la Isla de Puerto Santo, una de las que llaman de la *Madera*, y aplicando á la escala de longitudes la S P se tendrá el número de leguas caminadas en la navegacion, ó las doscientas veinte y tres, que anduvo, despues que se hayan reducido á leguas los grados, que abraza la S P; es á saber $11^{\circ}, 10'$.

Se dixo que se tomase la diferencia de las latitudes entre los puntos de la salida y de la arribada, porque en los casos que se han propuesto, las derrotas se supusieron hechas entre latitudes de la misma denominacion; esto es, entre latitudes Boreales; pero si la navegacion abrazase latitudes de diferente denominacion, ó Boreales y Australes á un mismo tiempo, entonces se tomará la suma de ambas latitudes en vez de la diferencia.

Si como se dió conocida la latitud de la arribada y el rumbo, para hallar las leguas andadas y la arribada, se hubieran propuesto en el caso anterior conocidas la latitud de la arribada y la distancia, ó leguas andadas, para averiguar el rumbo y el punto en que se halla la nave,

60.^a Se hubiera efectuado lo que en el caso antecedente (Fig. 60) con poca diferencia; esto es, desde el punto X se tiraria la X O paralela á la linea Norte-Sur, y tomando sobre ella la X M, diferencia de latitud entre los puntos de la salida y arribada (contada en el meridiano, porque es de la misma denominacion, pues deberia ser la suma, si las latitudes fuesen de diversa) se dirigiria otra recta M N paralela á la linea Este-Oeste, y haciendo una interseccion sobre la M N prolongada con una distancia, ó abertura de grados de la escala inferior á que se habrán reducido las leguas

andadas (esto es, con la XN de 16° , valor de trescientas veinte leguas, que son las andadas) el punto N , que seria la interseccion, señalará la direccion del rumbo, ó de la recta XN , la qual prolongada hasta que encuentre en Z á una paralela de la Este-Oeste RZ , que se tirará por el punto R , que indica en el meridiano la latitud de la arribada, señalará finalmente el parage adonde arribó la embarcacion; esto es, la XN anunciará el rumbo AD , tirando desde el centro A de la Rosa una recta AD paralela á la XZ , y el punto de arribada resultará del encuentro de XZ con la RZ . Fig.

En la carta plana (Fig. 58) aun seria mas fácil la resolucion con estos últimos datos, pues tirada la SR paralela á la Norte-Sur, é igual á la diferencia de latitud, y la RP paralela á la Este-Oeste, con hacer sobre esta una interseccion P desde S con una abertura de tantos grados, como valgan las leguas andadas, tomados en la escala inferior, esto es, haciendo la interseccion P con la abertura de $11^\circ, 10'$, que es lo que valen las doscientas veinte y tres leguas, resultará la linea SP , que será el rumbo andado, indicando el punto P el parage de la arribada. 68.*

Si quando se supone conocido el rumbo, como en el caso penúltimo, fuese la latitud de arribada la misma que la de salida; esto es, fuese el rumbo de Este-Oeste, en tal caso se resolveria la cuestión, ó se hallaria la longitud del punto de arribada del mismo modo que se executó en el caso primero en iguales circunstancias.

Una Esquadra tiene que retirarse á Inglaterra,

Fig. y que hacer el viage desde las inmediaciones del Banco grande de Terranova á Plimouth; se quiere saber el rumbo que ha de seguir, y las leguas que debe navegar.

60.^a Desde el punto E (Fig. 60) en que se supone la Esquadra, tírese la E O, y por el centro A de la Rosa su paralela A F; esta indicará el rumbo E. 9° al E. N. E. que será el que deba seguir la Esquadra.

Para tener el número de leguas: por el punto O, que señala en el meridiano la latitud de Plimouth y el B, que marca en la escala de longitudes la del punto E, tírense las B M, M O paralelas á las líneas Norte-Sur y Este-Oeste, que se encontrarán en M; desde E tómese E N igual á la diferencia de latitud de los puntos de salida y arribada, esto es, á 5° de la escala inferior de longitudes; tírese por N una recta N G paralela á la línea Este-Oeste; y aplicando la N G, que resulta de su encuentro con el rumbo E O, á la escala de longitudes, dará los grados y minutos, que reducidos á leguas señalarán las que debe andar la Esquadra para llegar á Plimouth; esto es, resultarán $25^{\circ}, 12'$, que valen quinientas y quatro leguas.

Si se buscára la solucion en la carta plana, como si hubiese de salir una embarcacion desde Salé al Puerto de Lagos cerca del Cabo de San Vicente, y se quisiera hallar el rumbo, que debe seguir, y el número de leguas,

58.^a Tírese la M N (Fig. 58) entre los puntos de la salida y arribada, y desde el centro de la Rosa una paralela á ella, y se verá que en este caso coincide con el N. O. $\frac{1}{4}$ al N., ó que la nave debe seguir este rumbo para el acierto de su navegacion.

Las leguas resultarán conocidas, reduciendo á leguas los grados de la escala de longitudes, que abraza la M N, y serán en la presente cuestión noventa leguas, las que tendrá que caminar la mencionada embarcacion. Fig.

Pero si las latitudes de salida y arribada fuesen iguales, esto es, que el rumbo seguido fuera la linea Este-Oeste, para saber el número de las leguas andadas, en este caso se forma sobre la linea Este-Oeste de una de las Rosas de la carta (Fig. 6o) desde su centro R un rumbo R A K, que forme con la Este-Oeste R Y un ángulo igual á la latitud, en que se navegó; tómese en él desde R hácia K la diferencia de longitud de los puntos de salida y arribada, medida en la escala inferior; y tirando desde K una recta K Y paralela á la linea Norte-Sur hasta que corte á la Este-Oeste en el punto Y, esta K Y aplicada á la escala inferior, dará los grados y por consiguiente las leguas, que valen, las cuales serán las que se anden en esta navegacion. 6o.²

Una embarcacion se hace á la vela de Kinsale en Irlanda dirigiéndose á Hallifax, y á las ochenta leguas de su navegacion estando á los 51° de latitud, y á los 5° de longitud, sobreviene un viento y tormenta, que la obligan á correr por el rumbo S. O. $\frac{1}{4}$ O. 5° al S. O.; consigue saber por medio de una observacion la longitud, en que se halla al fin de la borrasca, que es á los 350° ; le conviene averiguar las leguas andadas y el punto en que se encuentra.

Para conseguirlo, tírese en la Rosa de la carta (Fig. 6o) desde el centro A una recta A I, que 6o.³

Fig. indique el rumbo, que ha llevado la nave desde el punto T , que se supone señalado en la carta segun lo ya dicho; por este mismo punto T , en que se hallaba la nave quando sobrevino la tempestad, tírese la TN paralela á la AI del rumbo; y levantando en el punto q de la escala (que es el que indica la longitud que pudo observarse) la perpendicular qN , el punto N en que corte este á la TN , rumbo seguido en la tormenta, será el parage de la arribada, ó el en donde se halla la nave, esto es, se encontrará cerca de la Isla Verde.

Para conocer las leguas andadas, despues que se sepa la latitud del punto N por medio de una perpendicular Nr baxada desde N al meridiano, tómense en la escala de longitudes los grados que resultan de diferencia en la latitud de los puntos T , N , que en este caso son 6° , $14'$, aplicando la extension que abrazan desde T hácia m en la Tp , que se tirará paralela á la linea Norte-Sur; y dirigiendo por m otra recta mb paralela á la Este-Oeste, y transportando á la escala de longitudes la tb , esta dará en los grados, que abraza el número de leguas, que se pedian, las quales en el caso presente serán ciento y ochenta. Si el rumbo hubiera sido Este-Oeste, se resolveria lo mismo que se dixo en el último caso de esta circunstancia.

En la carta plana podria resolverse igualmente el propuesto caso; pero como su uso dexa de ser exácto luego que se extiende á distancias crecidas, se deben preferir las cartas reducidas en la resolucion de las questões de esta naturaleza.

Tales son los auxilios que ha prestado á la navegacion la Geografia. Si no bastándola un socor-

ro tan poderoso, tiene que recurrir á los cielos y á inventos, que muestran por medio de los fenómenos observados las longitudes y latitud de los puntos, en que se van encontrando los navegantes, los espacios andados, las horas, &c. &c. atribúyase á la imperfeccion, é insuficiencia de los medios establecidos para averiguar lo que anda la nave; á la inconstancia de la aguja imantada; á la variacion de los relojes; y á la agitacion de las aguas, que no permite aquella quietud, indispensable para conseguir el acierto.

Fig.

De ser preciso el corregir las derrotas, longitudes, &c. que se hallan sobre las cartas hidrográficas, han dimanado tantos arbitrios como buscan los Astrónomos para lograr este intento. De aquí el uso del *Octante*, del *Quadrante Ingles*, del *Compas Azimutal*, y de los cálculos, ó resolución de los triángulos esféricos, que forman en la superficie del globo las varias direcciones y curvas, que se figuraron, y de los que forma la luna con las estrellas; como tambien el de un fiel cómputo de las alturas y posicion de los astros.

De permanecer agitadas y mudando de sitio continuamente las aguas, provino igualmente el ser preciso un exácto conocimiento de las horas, en que suben y baxan las mareas en las Costas y Puertos á que se dirigen las naves, y por consiguiente la importante indagacion de la edad de la luna y del punto, que ocupa en su órbita; astro que parece se esmera en burlar la atencion de los hombres y sus esperanzas con las irregularidades de los movimientos que manifiesta, no dexándose sujetar á precisos límites.

Fig. Pero como son ajenas de nuestro objeto unas nociones mas especificadas sobre estas materias (aunque útiles, curiosas y dignas de estudio) las dexamos á los científicos tratados de navegacion, escritos por el Excelentísimo Señor D. Jorge Juan, M.^r Bezout y otros, conteniéndonos en los límites geográficos; esto es, en la construccion y uso de las cartas hidrográficas.

C A P I T U L O VI.

Noticias conducentes para cimentar una idea y conocimiento del globo terraqueo.

De los montes.

Lá superficie de nuestro globo se compone de tierra y agua: sus desigualdades son consecuencia del movimiento de las aguas y crecen al paso que se avecinan á la Zona Tórrida y al equador; la profundidad de las aguas se aumenta por lo regular á proporcion que se alejan de la tierra, ó bien conforme crece el escarpado y rudeza de las orillas: Que son mas altas las montañas conforme se van acercando al equador, lo acreditan los Andes del Perú, los montes de la Luna en Africa y los de Asia; y que sucede en el fondo de las aguas lo que acabamos de decir las continuas experiencias hechas con la sonda.

Estas desigualdades comparadas con todo el globo, son lo mismo que la altura de una toesa en una bola de una legua de diámetro, y menos de $\frac{1}{8}$ de linea en un globo de dos pies y medio.

Los montes forman sobre la superficie de la tierra igualmente que baxo de los mares, ciertas cordilleras y continuaciones dilatadas, que se dirigen por lo regular de Este á Oeste, siendo ramas las que se ven de Norte á Sur : sirven de cauces para ir esparciendo las aguas que recogen y retienen en sus cavernas. Fig.

La reunion de estos montes forma en cada continente unos puntos, ó porciones de tierra mas elevadas que el resto del terreno, desde las cuales sacan su origen las aguas, que se derraman hacia todas partes.

No siempre siguen este orden las montañas: en las Islas se encuentran interrumpidas, y hay montes, que se elevan solos en forma de conos, los que por esta razon se llaman *Picos*: tales son el de Tenerife en las Canarias, el de San Jorge en las Azores, el de Adan en Ceylan, y aun hay Islas, que no son sino un pico; la de Santa Helena y la de la Ascension en el Atlántico, casi todas las Canarias y las Azores son así con poca diferencia.

Una cadena de montes suele separar comunmente en dos mitades las mas de las Islas y tierras, que se avanzan al mar, como sucede en las Islas de Sumatra, Borneo, Cuba, Santo Domingo, Italia dividida por el Apenino, en la Península mas acá del Ganges, y en otras muchas partes. Quando las porciones de tierra, que se adelantan en el mar, son reducidas, se llaman *Puntas*; si tienen algun monte en su extremo, *Promontorios*, ó *Cabos*.

Son varias las figuras que hacen los montes:

Fig. algunos forman países llanos mas altos que los circunvecinos, como sucede en el Perú, en donde hay tres terrenos, ó escalones, que se llaman los *Llanos*, la *Sierra* y los *Andes*. En Saboya y en otros muchos países sucede lo mismo; pero en todas partes la cima de las mas altas montañas es estéril por lo regular, y á su pie se forman las lagunas y depósitos de agua, que dan principio á muchos rios.

Las capas de tierra de que se componen las montañas, las conchas y producciones marítimas, que encierran, y aun su figura, arguyen que han sido fondo del mar, ó que estuvieron cubiertas por las aguas, y que se formaron baxo de ellas.

Los valles profundos, los precipicios y aberturas, ó quiebras muy profundas, que se notan en los montes, son consecuencias de la elevacion, que tomaron y de la separacion, que hubo de resultar al ceder mas por una parte que por otra la base, ó suelo, que sostenia su inmenso peso, ó bien de haberlos roto y dividido alguna violenta explosion del fuego encendido en sus cavernas. Los abismos del Ararat y los de los Alpes, Pirineos, Andes y otras montañas, no tienen otro origen, al qual se agrega la continua (aunque al parecer insensible) accion de los hielos, agua, ayre y sol. Estos agentes son los que separando la arena, que cubria los peñascos, que formaban la cima de los montes, los convierten en montones de descarnada piedra, que presentan á la vista las figuras mas extrañas.

Las profundidades de las mayores cavernas y minas nunca llegan á igualar las que ha cabado en el fondo de los mares la agitacion de las aguas; ni los abismos que muestran los Volcanes pasan del

centro de las montañas, en que se forman : es difícil creer el que puedan llegar aun al nivel de las llanuras inmediatas. Fig!

Pueden ser tan crecidas las montañas y tanta su elevacion, que varien el clima y aun las estaciones del año para los pueblos contiguos. En los Llanos, Sierra y Andes del Perú se sienten fenómenos bien raros en este punto, y encontrados. En la Península mas acá del Ganges se verifican las mismas alteraciones, como tambien en otras muchas partes.

La correspondencia de los recodos, que se notan en los montes, y la mayor suavidad en las cuestas que miran al Este y al Norte en nuestro emisferio, arguyen tambien que fuéron formados por acarreo de materias, hecho por las aguas. Extendida esta observacion á los montes de las zonas Antárticas, si allí fueran las subidas de las montañas mas suaves hácia el Este y Sur, ó Polo Antártico, se corroboraría la opinion acerca de la formacion de los montes.

La naturaleza y qualidades de las materias, que acarrean las aguas para formar los montes, y el orden con que se colocan, merecen atencion; pero juzgamos ajenas de nuestro intento semejantes indagaciones.

De los rios.

Los rios, como que salen de los montes, siguen las direcciones perpendiculares á la cordillera que los formó, quando es sencilla; pero quando, ó tienen brazos, ó son duplicadas las montañas, que hacen la cordillera, siguen su direccion; de aquí es que casi

Fig. todos los rios mas caudalosos llevan sus aguas en una direccion paralela á la linea Este-Oeste, y aun quando entran en el mar por direcciones opuestas, es despues de haber seguido por algun tiempo aquella direccion.

Que las aguas se precipiten á los valles y corran en estos por los parages mas baxos es consiguiente á su naturaleza : arrímanse, pues, á las partes en donde son mas escarpadas las faldas de los montes que terminan las llanuras; y solo quando son iguales ambas cuestas, caminan por medio, á no haber otro impedimento.

El que formen recodos en la inmediacion de su desembocadura los rios, y el que á su proximidad se noten mayores remolinos en las orillas, puede indicar las inmediaciones del mar. Quizá el flujo de este, los vientos y la menor firmeza del terreno (por mas nuevamente descubierto) y en parte el poco desnivel, y la mayor extencion de la madre, ó cauce, pudieran ser motivo de este serpenteo, que se nota en los mas de los rios.

Las inundaciones de los rios, sean periódicas, ó casuales, siempre las aumenta el viento contrario á su corriente, que puede soplar en su desembocadura, y las disminuye si es favorable. El ser periódicas solo consiste en que las nubes, que las ocasionan, son arrojadas por algun viento periódico hácia las montañas, de donde el agua derramada acude á mezclarse y aumentar los rios, que las reciben : tal es el origen de las inundaciones del Nilo, del Niger, del Indo, del Ganges y de otros muchos.

La tierra y broza, que acarrean las inundaciones

y las continuas corrientes de los rios caudalosos, forman los baxos, bancos y tierras nuevas, con que vemos se adelantan los terrenos de los Continentes, é Islas, creciendo á expensas del mar que retrocede, y son tambien la causa de que dividiéndose en diversos brazos, se desagüen por muchas bocas en el mar que igualmente hace sus incursiones sobre las tierras, de lo que se tienen pruebas convincentes.

Múdase por consiguiente la faz de la tierra por esta y otras causas, que hay para una continua transformacion.

Segun las averiguaciones hechas por M.^r Keill en su *Exámen de la teoria de Burnet*, el agua que deraman en el mar todos los rios de la tierra, es bastante para que se llenase el fondo del Océano en ochocientos doce años, suponiendo que su profundidad sea media milla (quinientas treinta y tres varas) y el número de rios proporcionado á los de la tierra descubierta, que se juzga casi igual á la mitad de la superfioje del globo. El agua que se levanta del mar por la evaporacion, la cree el famoso Halley muy suficiente para que mantenga, arrojada á la tierra por los vientos, el caudal de las 26321 toesas cúbicas de agua que suministran los rios al mar. Este Sabio hizo ver, ó calculó, que en cada milla Inglesa de superficie del agua se perdian cada dia por la evaporacion 6914 toneladas de este fluido (cada tonelada es de 40 pies cúbicos, ó de 2000 libras de peso). De aquí se infiere qvan fácil es comprehender como puede ser origen de las corrientes la evaporacion, como diximos en su lugar.

Son los rios caudalosos, como unas venas principales, que reciben las aguas de otros rios me-

Fig.

Fig. nores; y quando no es continuado el desnivel de su cauce, y baxa de repente una parte del fondo respecto de la antecedente, se precipitan las aguas con violencia, formando con su caída lo que llamamos *Cataratas*

Hay rios que se ocultan y luego aparecen, y otros fenecen antes de llegar al mar: introdúcen-se los primeros baxo de tierra y salen despues, como el Guadiana; los segundos pierden sus aguas en las arenas por donde filtran, como sucede al Rhin.

Los rios del Norte, como el Oby, Jensisca y otros, igualmente que los de las tierras Australes, acarrean crecidos hielos, que impiden la navegacion, cierran los Estrechos, y se unen á las costas de los mares helados mas inmediatos. Por no haberse resuelto los descubridores Holandeses á dirigirse por alta mar y lejos de las costas al mismo Polo, para contiñuar desde allí su rumbo en busca del paso por el Norte á las Indias Orientales, han quedado sin éxito sus trabajosas indagaciones. Se metieron por el Estrecho de Waigats, que está helado la mayor parte del año, y en efecto tropezáron con un mar que lo estaba tambien. En el Polo quizá estan libres de semejante congelacion los mares, en los quales no tiene asidero, sino en las costas. Aun se extienden mas los hielos en la parte Austral, y deben ser mayores; porque es mas intenso el frio, que hace en aquel emisferio, pues quando se aleja del boreal la direccion del sol, la tierra se halla en el perihelio de su órbita, ó mas inmediato á este astro; pero quando es invierno en las zonas Antárticas, corre la tierra por el afelio,

de su órbita y está mas lejos que nunca del sol. Fig. sabido es que el calor y la cantidad de luz se comunican en razon inversa de los quadrados de las distancias.

Habiendo visto que los rios deben su origen al tamaño y multitud de los montes, siempre que estos mengüen, deberán menguar igualmente los rios: de donde verificado el que los montes se disminuyan, es preciso que se minoren el caudal y las corrientes de los rios.

De los mares.

Las partes considerables de tierra, que ocupan mucha porcion de la superficie de nuestro globo, sin que estén divididas por las aguas, fueron llamadas *Continentes*, no obstante de que estan rodeadas por el mar Océano. Este al cefirlos, con sus movimientos y corrientes ha ido quitando tierras, introduciéndose por estrechos y pasos, que ha sabido abrirse, y formando mares mediterraneos, de los quales los unos participan del fluxo y refluxo, y se hallan distantes los otros y escasos de comunicacion, resultando de aquí Rebalsos, Lagos, Golfos y otras entradas semejantes: todas argumento bien claro de las usurpaciones, que hizo el mar, y de las turbaciones, o desorden que ha sobrevenido á la superficie del globo que habitamos.

Contribuye para que pueda lograrse una descripcion puntual y conocimiento del globo el ver la correspondencia y situacion, en que se hallan la tierra y los mares.

Empezando desde las Costas del Norte de

Fig. España, el Cabo Ortegal de Galicia y la Punta de Brest en Bretaña de Francia, son los límites de un Golfo crecido, cuya mayor entrada es en Bayona. Pasadas las Islas de Gernesei y la Mancha, se toca en el Estrecho de Calais para llegar al Texél y las Islas, que cierran un mar, llamado *Zuidersee*, mediterraneo por su colocacion en la tierra firme. El mar de Alemania, consideradas las Islas Orcades y Schetland como una continuacion de las montañas de la Noruega, forma otro mediterraneo contenido entre las Costas de Alemania, Dinamarca, parte de Noruega, Inglaterra y Escocia. Entre Dinamarca y Noruega se introduce este mar, y forma otro, tambien mediterraneo, llamado *Mar Báltico*, el qual se comunica con el de Alemania por quatro Estrechos, que se forman con la Isla de Zelandia y otras; el principal y el que sirve para la navegacion se llama del *Sund*. Dentro de este mar se hallan los Golfos de Botnia, Finlandia y Livonia, que mas es un mediterraneo por las Islas de Osel y Dago, que lo cierran entre las costas de Livonia y Curlandia. Como son mas de quarenta los rios caudalosos, que entran en el mar Báltico, y pantanoso, ó de lagunas todo el pais, que lo circunda, puede considerarse como un Lago grande, formado y mantenido por ellos: el ser sus aguas menos salobres que las del Océano, y el dirigirse hácia este las corrientes del Sund y de los Estrechos, por donde se comunica con él, arguyen bastantemente la certeza de esta opinion.

Continuando las costas de la Noruega y Laponia, solo se hallan Senos y Golfos de corta extension, hasta llegar al Cabo Norte en el mar Glacial,

ó Helado, desde el qual empieza un crecido Golfo que remata en las costas de la nueva Zembla, y dentro del qual se hallan las Islas de Kande-Nos y Kalgücio : en el fondo del Golfo se encuentra una comunicacion estrecha con el mar blanco : mar, ó lago mediterraneo formado tambien, segun indica lo poco salobres que son sus aguas, por los rios, que desaguan en él. Cerca de Kande-Nos fué donde este lago se abrió comunicacion con el mar del Golfo. Al Este de Kalgücio se halla el Estrecho de Waygats, helado casi todo el año, por donde pensáron lograr comunicacion con las Islas Orientales muchos navegantes.

Fig.

Siguiendo este Estrecho se entra en un mar, helado igualmente, y que aun no se sabe si es Golfo del Océano, ó un mar mediterraneo ; porque aunque suben hácia el Norte las costas de los pueblos Samoyedos, se desconoce todavía la mayor parte de las de la nueva Zembla. Dentro de este mar se halla formado por el Oby, rio muy caudaloso de la Siberia, un mar estrecho de cinco grados de largo, y un Golfo menor á la embocadura del Jeniszca.

Pasado el Cabo de los Samoyedos, corre la tierra segun las relaciones de los Rusos de Este á Oeste, sin mas entrada considerable del mar sino el recodo, ó Golfo, que forma en la desembocadura del Yania, y solamente la salida, que hace hácia el Norte el Cabo Glacial, puede inducir á considerar como un crecido Golfo el mar contenido entre los Cabos Glacial y de los Samoyedos. Aun se desconocen casi enteramente todas estas orillas, ó costas, y mucho mas el paso á la India por el Estrecho, que llaman de *Anian* : las tierras Arcticas, ó des-

Fig. cubiertas en mil setecientos y treinta, se supone que son las que forman con las costas de Asia este Estrecho.

Entrando en el mar Durmiente por el supuesto Estrecho, se ve que la cierran las Islas de Beering, y que puede reputarse como un Golfo, ó mar contenido entre las nuevas costas, las de Kamczatka, y las demas que corren hasta San Hilario. En la desembocadura del Anidir y Olatorska se hallan dos Golfos muy considerables.

Vista la direccion de la Península Kameczatka, la de las Islas Kurill, la de las Costas descubiertas por los Holandeses, la de las Islas del Japon, Philipinas, Marianas y la de las Guadalupe, Malabrigo, &c. se reconoce la direccion de Norte á Sur que tenian los montes y tierras altas del pais, que usurpó el mar en fuerza de su movimiento y de las conmociones, que acontecieron en el Globo. Todas las entradas, pues, y senos que hicieron las aguas, al sumergir estos paises, no son sino unos mediterraneos, en que se hallan otros muchos senos, y mediterraneos menores, cerrados al Este por las Islas, que forman la Barrera y los muchos Estrechos por donde reciben las marcas, que entran á causa de su situacion. Tales son el mar de Kamczatka, de Corea, del Norte y Sur de la China, de Cochinchina y Siam: estos dos últimos son conocidos con el nombre de *Golfos*.

Siguiendo las costas de Malaya se ve un Golfo en Pegu, y en todo el espacio entre el Coromandel y Malaya el grande Golfo de Bengala, en cuyo extremo, ó fondo desagua el Ganges. Subiendo por el Malavar se reconoce un crecido Golfo,

formado por el Malavar y las costas de Arabia, Dentro de este Golfo se ve el de Surata, de Sindí, donde desagua el Indo y el Golfo Pérsico, en cuyo fondo desagua el Eufrates. Este Golfo es igualmente una irrupcion de las aguas y forma ahora un mediterraneo, que solo se comunica con los mares Orientales por el Estrecho de Ormuz. Fig

Entre las costas de Arabia desde Fartaque y Aden, y las costas de Africa desde Guardafu hasta Zeila forma el mar un Golfo á cuyo extremo se halla el Estrecho de Babel-Mandel: por él se comunican estos mares con el mar roxo, que es un mediterraneo, formado al parecer por alguna irrupcion del Océano. Se dixo *Mar Roxo* al de este Golfo, sin duda porque la transparencia de sus aguas dexa ver aquel fondo colorado, cuyo betun aparenta peñascos de coral, formados como los verdaderos corales. Otras porciones del fondo tienen betun verde, y otras son de arena, representándose las aguas verdes, ó blancas correspondientemente á su fondo: estas últimas aguas son de menor extension especialmente desde Suaken hacia el extremo del mar, ó Golfo, en donde es grande la abundancia de los peñascos colorados, la qual ha sido causa naturalmente del nombre dado á todo el Golfo.

Desde el Cabo de Guardafu hasta el de Buena-Esperanza solo hay un Golfo considerable en la costa del Sanguébar, tomando como parte del continente la Isla Madagascar, separada de él, como lo arguyen los baxos y poco fondo del canal de Mozambique, que la desune del Continente. Siguiendo la costa de Africa, corre una tierra al-

Fig. ta y montañosa hasta el Cabo Negro, llevando una misma direccion. Desde este Cabo hasta el de Lope-Gonzalez forma el mar un Golfo hacia las tierras de Congo, que son baxas. Desde Lope-Gonzalez hasta el Cabo de Tres Puntas hay un grande Golfo, en el qual se adelanta el Cabo Formosa, y en donde las Islas de Santo-Thomas y Fernando-Pó muestran ser continuacion de las montañas del Jamour. El Cabo de las Palmas forma otro Golfo con el de Tres Puntas en la costa de Oro; pero desde las Palmas hasta el Cabo Verde, las tierras siguen casi constantemente una misma direccion. Desde este Cabo hasta el Cabo Blanco se extiende un Golfo enfrente del qual se hallan las Islas del Cabo-Verde, que parecen continuacion del Cabo Blanco. A este Cabo sigue una tierra montañosa y seca, cuya continuacion indican ser las Islas Canarias. En el Cabo Bojador empieza el mar á formar un Golfo á cuyo frente se encuentran las Islas Canarias, montañas y ásperas. Ultimamente entre las orillas de los Algarves y las costas de Africa se forma un Golfo en el que se encuentra el Estrecho de Gibraltar, en donde empieza nuestro Mar Mediterraneo, que recibe sus aguas del Océano. Este mar tan interrumpido por Islas y penínsulas, forma muchos Golfos y ensenadas, cuyos nombres son bastante conocidos; pero lo que merece alguna atencion es el Mar Negro: laguna crecida y la mayor del mundo, formada por las aguas que el Danubio, el Bog, el Dnieper, el Don, muchos rios de Asia, y otros de Europa, á mas de los mencionados, derraman en ella. Presta al Mediterraneo las aguas, que le sobran (satisfecha

la evaporacion) por el Estrecho, ó Bósforo de Constantinopla, al qual sigue otro lago, llamado el *Mar de Marmora*, que se comunica con el Archipiélago por los Dardanelos. El mar de Azof, ó Laguna Meótides está formada por las aguas del Don, ó Thanais, antes de entrar en el mar Negro, ó Ponto-Euxino. El ser menos saladas las aguas de este mar y su corriente hácia el mediterraneo, prueban las conjeturas que quedan indicadas.

Las mismas irrupciones de las aguas, las mismas ruinas del Continente, ó tierras, que se notan en el reconocimiento del mundo viejo, se advierten en el nuevo, cuyas Islas, multitud de lagunas y todo género de fragmentos anuncian la grande revolucion, el catástrofe, que debió sufrir nuestro Globo.

El Groeland, ó la Groelandia, cuyas costas se han reconocido por partes en una Península (cuyas orillas Orientales están vecinas á la Islandia, y distantes del Cabo Norte de la Laponia pocas de ciento sesenta leguas) en su extremidad hácia el Sur tiene el Estrecho de Forbisher y la Isla Frisland, pais muy frio en medio de que no pasa de los 65° su latitud.

Entre las costas Occidentales de la Groelandia y las de la tierra de Labrador, el Océano forma un Golfo grande, en el qual se hallan con los nombres de Bahía de Baffin y de Hudson dos mares, ó mediterraneos, que se dirigen el de Baffin al Norte, y al Mediodia el de Hudson: los Estrechos de Hudson y Davis dan entrada á las aguas del Océano, que tienen flujo y reflujo en estos mares mediterraneos, sin duda porque los Estrechos de Forbisher, Hudson y Davis reciben (como que tie-

Fig. nen su direccion de Este á Oeste con poca diferencia) las mareas aumentadas del movimiento natural de los mares de Oriente á Poniente, lo que no sucede en los mediterraneos de nuestros Continentes, por estar sus Estrechos, ó comunicaciones con el Océano en contraria direccion, esto es, de Oeste al Este. El Estrecho de Cumberland, mas angosto que el de Davis, y que igualmente dá entrada al Mar Cristian, á cuyo extremo se halla la Bahía de Bafin, está mas expuesto á los hielos.

Baxando por las costas de la tierra de Labrador se halla una ensenada, llamada *Mar Nuevo*, el qual fué navegado por Davis. Continuando las mismas costas, que baxan hácia Mediodia, se encuentra el Estrecho de Bellisle, formado por la orilla de los Eskimaos y la Isla de Terranova, que es continuacion de las montañas de los Eskimaos. Esta con la Isla Real cierra el Golfo, formado por el Estrecho de Bellisle y la punta de la Península de Acadia, haciendo un mediterraneo, que figura un grande seno en la desembocadura del rio San Lorenzo. Continuando las costas de la Acadia, que toman la direccion de Nordeste á Sudoeste, se halla, contenido por los Cabos Arenas y Cood, un Golfo, á cuyo fondo se extiende un seno, llamado *Bahía-Franca* y *Golfo de Boston*.

Las costas de las Colonias Inglesas siguen la misma direccion de N. E. á S. O. despues de formar varios senos estrechos y entradas en Marilan y Philadelphia hasta la Florida: Península que ya toma la direccion de Norte á Sur. Las Islas Lucayas, las Antillas, en todas las cuales se reconoce la misma direccion, indican que forman una misma cor-

dillera de montes con los del Continente de la Florida. Esta cordillera encierra una gran porcion de mar , contenida por las costas de la Luisiana, Nueva-Extremadura, Nuevo-Leon, Guasteca , México, Tabasco, Yucatan, Honduras, Costarica, Tierra firme y el Orinoco. La situacion de este mediterraneo arguye haber sido formado por la irrupcion de las aguas dentro de las tierras del Nuevo mundo. Como que hay una Península muy considerable , varias entradas y senos en el recinto de este mar, son muchos los Golfos , Bahías y Ensenadas, que en él se hallan.

Continuando desde el rio Orinoco, las costas de la Guayana , ó Nueva Andalucia , empiezan á tomar nueva direccion hácia el S. E. hasta llegar á la Cayena, en donde siguen la del Norte-Sur hasta el Cabo del Norte. Entre este Cabo y la punta de Marajo desagua el rio de las Amazonas, formando un seno hasta Pará. Inmediato á la punta de Marajo hace el mar un seno, en donde recibe las aguas del Tocatino. Desde Pará siguen adelantándose hácia el Este hasta el Cabo San Roque las costas de los Topinambas. Desde el Cabo San Roque vuelven á retroceder las costas, y siguen la direccion de N. E. á S. O. sin mas irrupciones en el Continente que la Bahía de Todos Santos; un Golfo muy ancho entre los Cabos Frio y Abaranga; un seno de mucha extension entre los Cabos Santa María y San Antonio, en el qual desemboca el rio de la Plata; y el Estrecho de Magallanes, por donde se abrieron este paso al mar del Sur las aguas del Atlántico, ayudadas quizá de algun terremoto fuerte.

Fig.

Subiendo por las costas Occidentales de este Continente entre los Cabos Corzo y de la Vitoria se halla un Golfo, casi cerrado con las Islas descubiertas por Sarmiento; y otro Golfo, ó casi mar mediterraneo, formado por la irrupcion, que hizo el mar entre las puntas San Andres y Caralmapo, cuya distancia se halla cerrada por la Isla Chiloe y las demas del Archipiélago de Chonos. Desde la punta de la Galera hasta el Cabo de la Aguja forma el mar un Golfo muy crecido y abierto, que baña el Perú, Tucuman y el Chile. El Cabo de Santa Elena y el Blanco contienen un Golfo menor, en donde se halla Guayaquil; y entre Santa Elena y el Cabo Boruca se encuentra el Golfo de Panamá, qué es de mucha extension y baña las costas de Popayan, Chocó y Veraguas. Al Cabo Boruca sigue un reducido Golfo, llamado de las *Salinas*, y á este (corriendo la costa de Guatemala y Acapulco hasta el Cabo de las Corrientes) siguen otros senos, y todos juntos con el de Panamá forman el gran Golfo abierto, que hace el mar entre los Cabos de las Corrientes y Santa Elena. El Cabo de San Lucas con el de las Corrientes forma un Golfo que entrándose por la Sonora y California hace entre estos dos países un mar mediterraneo, llamado *Mar de Cortes*, ó *Bermejo*. Las costas Occidentales de la California suben hácia el Norte, y la punta de Monterey con las costas descubiertas en algunos puntos desde treinta años á esta parte, si se suponen reunidas por un Continente, forman varios senos y entradas considerables con una Bahía, ó mar mediterraneo llamado del *Oeste*, cuya entrada es la de Fuca; como tambien un Ar-

chipiélago con nombre de *San Lázaro*, y otras muchas Islas, que van á parar al Estrecho de Anian, ó del Norte, reconocido entre el extremo boreal de la Asia y tierras Arcticas, que en este supuesto serian continuacion del Continente de América.

Fig.

Tales son las irrupciones, que han hecho las aguas en la superficie de la tierra; tan irregulares sus entradas; tan claros los indicios de la turbacion, que pueden haber padecido los elementos; y tales los efectos, que la continua variacion de la materia debe producir con la sucesion de los años.

Este Océano que rodea así á los Continentes conocidos (supuesto que solamente son Islas las tierras Antárticas, descubiertas hasta ahora, y las Arcticas) tiene varios nombres segun las orillas y tierra que abraza.

Llámanse Océano *Atlántico*, quando baña las costas de Europa y Africa, extendiéndose hasta las del Brasil; *Mar del Norte*, quando se considera abrazando el Norte de América, y se extiende hasta los mares de Europa, que se llaman *Océano Occidental*; *Mar Helado* el de Norte de Europa hacia la nueva Zembla; *Mar de las Indias* el de todo el distrito de las Indias Orientales, sin pasar de las Islas de la Sonda, desde donde adquiere el nombre de *Mar Oriental*, el que se extiende por las costas de la China, Japon y demas tierras Orientales, quedando el nombre de *Mar del Sur*, ó *Mar Pacífico* al que intermedia entre estas costas y las Occidentales de la América.

Tanto los mares mediterraneos, como el Océano, reciben varios nombres de las Provincias, que bañan; dicese *Mar Cantábrico*, el que abraza las cos-

Fig. tas de Vizcaya , y Asturias ; *Mar de Alemania* el que toca las costas, que se extienden entre Holanda y Dinamarca ; por la misma razon se dicen *Mar del Japon* y *Mar de la China*. Igualmente á las entradas mas reducidas, á los pequeños Golfos , senos , &c. se les da el nombre de la tierra en que se hallan, ó el de alguna Ciudad, ó puerto, que tenga allí su situacion.

De las Lagunas , ó Lagos.

O sea porque las aguas, que corren por debaxo de tierra encuentran óbices á su tránsito, y se ven precisadas á rebosar, formando surtidores en los terrenos , ó llanuras , que se dexan filtrar mas fácilmente ; ó porque los arroyos, que baxan de algunas montañas encuentran, quando se juntan en el llano , imposibilitado el paso por las alturas , que lo rodean ; ó porque con algun terremoto se abre la tierra, y da salida á las aguas, que antes corrian por debaxo ; ó porque las inundaciones de los rios dexan Balsas y Lagos ; ó porque finalmente la agitacion de los vientos arroja las olas del mar sobre alguna parte , ó costas de los Continentes , é Islas, se hallan en medio de las tierras muchas lagunas de distinta naturaleza , á mas de los lagos que forma el mar en sus orillas , é irrupciones de que hemos hablado.

Tres son las diferencias que distinguen las lagunas : unas reciben los rios, y no dan salida á sus aguas ; otras ni reciben , ni sale de ellas rio alguno ; y otras finalmente admiten las aguas de los rios, dando origen á otros ; á mas de esta diferencia,

que las caracteriza, se distinguen tambien en lo salobre, ó dulce de sus aguas. Fig.

El Mar Caspio (que despues del Mar Negro es la mayor laguna del mundo), y el Aral son de la primera especie ; el Wolga , el Kur , y otros muchos rios desaguan en el primero , ó en aquel , y este recibe al Sara-Su , Dhus y otros rios.

El Mar Muerto en que desagua el Jordan ; la laguna de Koniect cerca de Koniect en Karamania ; la de Persia , que recibe el Tauris cerca de Zarang ; la que está á diez , ó doce leguas de Lepanto en Grecia ; los quatro lagos , en que se pierden los rios Fez , Tuguedut , Ghir y Tafilet en Marruecos sobre la frontera de Berbería en Africa ; en América las de Guatimapo , Realnuevo y Titicaca en el Perú y México ; y finalmente la que recibe el rio Salta y el de Santiago , y otras varias en el Tucuman y en el Chile , todas estas lagunas reciben rios , y no dan salida , ni forman otros , empleando en sola la evaporacion el agua , que les entra. El Mar Caspio es el que únicamente rebosa de catorce en catorce años para derramar aquel sobrante de aguas , que le queda despues de su evaporacion.

Son mas comunes los lagos de la segunda especie como el de Harlen y otros en Holanda , formados por las aguas , que dexó el mar al retirarse , ó por algunas inundaciones ; en Irlanda , Jutlandia , en el pais de los Grisones , en Italia , en Polonia , Moscovia , Finlandia , Grecia , y aun en España , en donde se encuentran lagos de esta naturaleza ; en Asia uno cerca del Eufrates inmediato al desierto de Irac ; otro en Persia al pie de la Ciudad de Kela ; otro en el Chorazan ; el Lago Leví en la Tartaria

Fig. independiente; el Salado entre el Aral y Caspio; otros dos en la Tartaria Moscovita; en la Cochinchina otro; y cerca de Nankin otro en la China, al que le han dado ya alguna comunicacion con el mar por un Canal. En Africa dentro del Reyno de Marruecos hay un Lago de esta especie; otro cerca de Alexandría; otro en el desierto de Azarad; otro en el Reyno Gaoga al pie de la Ciudad, ó Pueblo de este nombre; en Kanen otro; cerca de la desembocadura del rio Gambie otro; algunos en el Congo; el Lago Rofunbo y el Maraví en la Cafrería, que es el mayor de esta especie; y otro finalmente en la Isla de Madagascar hácia sus costas Orientales. En América el lago que se halla en medio de la Península de la Florida, el qual contiene dentro de sí una Isla hácia su centro; el de México que tambien es en algun modo de esta especie; otro aun mayor en la Nueva España cerca de la Bahía de Campeche; otro menor el Paríma, ó Lago de Oro, en la Guayana, si es que existe; todos estos son de la misma naturaleza.

Pero los lagos que son aun mas comunes y los mayores son los que formados por arroyos y fuentes, que se congregan en algun terreno baxo, dan despues nacimiento á rios considerables y crecidos que bañan grandes porciones de la superficie terrestre. De esta naturaleza son, en la Europa (no haciendo mencion sino de los mas reparables) el de Constanza y Ginebra en los Suizos; el de Balaton en Hungría; el Lago Peipus en Livonia; los Lapuvert, Pajan y Olca en Finlandia; el Enaxe y el Kimi en la Laponia Sueca; el Lucea y el Arsoils en la Botnia Occidental; el Wener en la Gotia, y el

que está al pie de Yukepin; en Noruega varios; y en Moscovia los Lagos Ladoga, Onega, Ilmen, Belosero, y los dos que dan origen al Don; en la Siveria y Tartaria los Burkan Tsainzan, de donde sale el rio Irtish; el Estraguel, ó Lago de Oro en el origen del Oby, y el Kosogol de donde sale el rio Angara; el Lago Bankal, por donde continúa este rio, que se une con el Jeniszca, y otros que dan principio á rios; en la Tartaria China el Lago Hinka, el Kulou y los Tcharin y Orin, por quienes atraviesa el rio Hoan-Ho; en la China dos crecidos cerca de las orillas del rio Nankin; en el Tibet el Puca; el Guadag en el Tonkin; y en la India el Chianar, origen del rio Laquia, otro en el nacimiento del Ganges; y otro finalmente en los parages en que empieza á correr el Indo.

En Africa los Lagos Maveria, de donde sale el Senegal, y tres que se hallan cerca de su desembocadura; el mar Niorinte, origen del rio Niger; el Burnou; el Saper por donde pasa el rio Gambia; el Lago Guir; otros dos en Etiopia, de los que saca su origen el Nilo segun algunos; y la Laguna Guendar en la Abisinia: en la Guinea hay lagos formados al parecer por el mar; y finalmente los Aquibunda y Saxia por donde pasan el rio Coango y el Cabeso: los demas son poco considerables.

En la América Septentrional los Lagos Kris, Ovinipigon, Maderas, y Tecamamiouen, cuyas comunicaciones entre sí paran en formar un rio, que corre al Oeste, y que aun no está registrado; el Lago-Superior, Machigan, Huron, Herie, y Ontario, cuyas aguas se comunican tambien, y concur-

Fig. ren á formar con las del Lago Temiscaming, y Champlain el rio San Lorenzo; el Mistasins y otros infinitos lagos en el pais de los Eskimaos; el Misisicaygan, y Maha-Tintons, que dan origen al rio Misisipi: en México, á mas del lago de este nombre, el de Nicaragua de extension crecida; en la América Meridional uno en el origen del Marañon el llamado *Orejones*, que da cuerpo al rio Paraguay; el Parapitinga por quien pasa el rio San Francisco en el Brasil; el Porangos en el Tucuman; y finalmente varios en el Chile.

Estas son las lagunas y lagos mas notables, que humedecen, ó que forman una especie de *Islas Fluidas* en medio de las tierras y Continentes. Es digno de notarse que todas las lagunas, que dan origen á los rios, ó que son atravesadas por sus corrientes, jamas tienen las aguas saladas, y que al contrario, lo son en los lagos, que, recibiendo rios, conservan en sí las aguas sin darlas salida. Parece que no puede haber razon para la diferencia de estas circunstancias, sino la de que las aguas de los rios acarrean muchas partículas de sal á esta especie de lagos, en los que van quedando porque no pueden evaporarse como las aguas, de suerte que estas se hacen saladas. Quizá ha tenido semejante origen lo salado de las aguas del mar, que deberá ir creciendo por esta razon. El Mar Negro, el Caspio, el Aral y otros, cuyas aguas son igualmente saladas, parece que corroboran la conjetura y razonamiento anterior. Mas quando las lagunas dan origen, ó pasan por ellas rios, las corrientes, que no cesan, se llevan consigo las sales, y como se mudan continuamente sus aguas, de-

ben ser menos salobres, ó dulces respecto de las Fig. de la otra clase de lagunas.

En las lagunas estancadas, ó lagos, que ni dan origen, ni son atravesados por corrientes, hace dulces, ó saladas sus aguas el origen que tienen: las inmediatas al mar son saladas, porque fuéron depósito de sus aguas en alguna tormenta, ó conmocion, en que inundáron las orillas; pero las muy distantes del mar son dulces como las fuentes y arroyos, que las producen. La naturaleza y qualidades del fondo pueden contribuir tambien á diferenciar las propiedades de las aguas en las lagunas.

Son tambien dulces los depósitos, ó estanques de dos, ó tres leguas, que forman en las Indias Orientales sus habitantes, para suplir á la escasez de agua que sufren.

Son muchas las particularidades, que se observan en las lagunas: dan origen á tormentas, uracanes, y á varias producciones. El betun que se llama de Judea, y que se coge en las aguas del Mar Muerto, es el Asphalto, que dió nombre de *Lago Aspháltico* á este mar. Quanto algunos creyéron con demasiada sencillez, se ha visto falsificado por continuas observaciones: no mueren las aves al pasar por él, ni suceden los efectos, que se le atribuian; pero juzgamos mas propia de la descripcion de los paises la referencia de semejantes particularidades.

De las Islas.

La contigüidad de las Islas á los Continentes, por la mayor parte, su situacion en los parages de mayores corrientes y en las desembocaduras de

Fig. los rios, como tambien su direccion anuncian bastante, ó que son porciones del Continente, separadas por las irrupciones del mar y terremotos; ó depósito de las tierras y arena, que acarrear los rios; ó montes de algun pais sumergido, los quales aun muestran la continuacion de las direcciones, que observan sobre las tierras descubiertas las cordilleras de que son parte; ó bien finalmente terrenos elevados por algun Volcan en medio de las aguas, ó que quedan enjutos por haberse retirado el mar. Esto anuncian las Islas principales (como tambien las demas) que citaremos aquí para prueba de esta asercion.

En Europa las Islas Británicas son una continuacion del Continente de Francia, del que fueron separadas por la incesante accion de las aguas. Las Orcades, como tambien sus inmediatas las de Schetland, anuncian ser continuacion de las montañas de Noruega. La Islandia indica la vecindad de las tierras Arcticas, ó de la Groelandia. La Sicilia arguye que separándose de la Italia, contribuyó á la comunicacion de los mares por la abertura, ó Estrecho de Mesina: abertura que pudo provenir de alguna conmocion, que ocasionan las erupciones de los Volcanes inmediatos. Las muchas Islas, los Bancos y aun la misma tierra de Holanda, depósito son de los crecidos rios, que desaguan en aquella parte, y un acopio crecido de materias á que ha contribuido el mar. Por esta razon puede verificarse quizá el que se dilate considerablemente y se vaya elevando el terreno de este Pais casi acuático en el dia. Las Islas de Dinamarca muestran que fueron separadas del Continente, por las

aguas del Báltico, que buscaban salida quando ya Fig.
rebosaron.

Las Islas del Archipiélago dan bastantes indicios de un Pais.sumergido, en el que solamente se descubren las tierras mas altas y las eminencias. Las aberturas de los Estrechos de Gibraltar y Constantinopla no desmienten la posibilidad de una inundacion semejante.

En Asia las Islas de Kurilí, Japon, Marianas y Nuevas Filipinas están mostrando un terreno alto, ó cordillera de montes, que es continuacion de la Península de Kamczatka, desde donde indican haber empezado las irrupciones de las aguas del mar Pacífico. Las Islas Formosa, Filipinas y Borneo siguen tambien una misma direccion, y las Malucas con las de la Sonda arguyen el grande ímpetu de los mares en el equador, el qual ha dexado pruebas convincentes en las aberturas, ó Estrechos con que las ha dividido, habiendo estado quizá unidas por medio de algunas tierras, que formasen un Istmo que ligara con la Asia los grandes Continentes Antárticos, á semejanza de el de Panamá, que une las dos Américas. La tradicion conserva aun en la Isla de Ceylan que las corrientes del mar (que son grandes en aquella parte) la han separado del Continente vecino: el poco fondo del Estrecho que forma, y sus Bancos lo comprueban. Las Islas Maldivas dan á entender una continuacion de las montañas y costas del Malavar; y las Lakedivas en fin manifiestan un terreno alto y montañoso, separado por las tempestades y violencia de los mares.

En Africa la Isla de Madagascar, si se repara á

Fig. los baxos, é Islas, que llenan el Estrecho que la desune del Continente, se reconoce haber sido separada por la violencia y continuacion de los esfuerzos del mar; las de Comorra indican esto mismo. Las Isias de Santo Thomas, del Cabo Verde, de Canarias y de Madera, todas anuncian las irrupciones del Atlántico sobre las tierras y cordilleras de que son continuacion. El Delta de Egipto, ó la Isla que forma el Nilo á su desembocadura, no es sino un depósito de tierras que acarreo este rio, el qual formará verosilmente con las que arrastra todos los dias nuevas tierras, que irán usurpando terreno al Mediterraneo.

En América la Isla de Terranova, y el Banco grande anuncian, que con el terreno de los Esquimaos formáron la misma continuacion de suelo: la corriente del rio San Lorenzo pudo ir deteniendo desde este parage las arenas, que acarrea el movimiento de Este á Oeste del mar, y formar toda esta elevacion, ó amontonamiento, que sigue una misma direccion. Las Islas Lucayas y las Antillas indican toda una cordillera de montañas y tierra alta, que es continuacion de la Florida, desde donde se conoce la irrupcion hecha por el Océano en las tierras del Continente. La desembocadura del Misisipi, ocupada por Islas, confirma que los rios caudalosos van haciendo con las tierras y broza, que acarrean, Islas nuevas y terrenos, que se adelantan en el mar. Las Islas de la Trinidad, Caián y otras á la desembocadura del Orinoco y de las Amazonas, confirman esto mismo. Las Islas Maluinas, del Fuego y sus inmediatas dan á conocer la violencia del mar, que las ha separado del

Continente, de quien son parte tan visible. Las Islas de los Galápagos, San Felix y Juan Fernandez, muestran en algun modo que los límites occidentales de la América pudieron pasar en algun tiempo por aquel meridiano, ó mucho mas al Oeste, antes que las corrientes del mar formasen el Golfo crecido, que separa á estas Islas del Continente. Fig.

Las Islas que se encuentran en medio de los mares distantes de todo Continente, como las Azores, Islas de Salomon y otras en el mar Pacífico, y en el del Norte, anuncian, ó grandes países sumergidos de los que solo quedáron visibles los terrenos mas altos, ó un retiro de las aguas, que ha dexado descubiertas no mas que las eminencias de su fondo, ó la produccion de montes y terrenos desiguales, que forma el mar con sus movimientos, amontonando tanta arena que llega á descubrirse. Estos movimientos son continuos, igualmente que la variacion del origen y permanencia de los rios, volcanes, terremotos y otros accidentes; es indispensable, pues, el que varie el aspecto del globo con los siglos.

A mas de los citados modos, que hay para que puedan formarse las Islas, tiene la naturaleza uno muy pronto, que tambien se ha experimentado. La explosion violenta de un volcan levanta el fondo de las aguas tanto que queda elevado sobre ellas el suelo, que antes estuvo debajo. Santorin, una de las Islas del Archipiélago de Grecia, fué formada así, segun se refiere por los Antiguos. La Hiera, ó Volcanela es otra Isla, que se ha levantado á su inmediacion por la misma causa: otras varias, aunque pequeñas, se le han

Fig. ido agregando de este modo en diversos tiempos: aun en el nuestro, año de mil setecientos y siete produjo el mismo Volcan (que ha dado origen á estas), otro escollo, ó Isla, tres millas distante de Santorin. En mil setecientos y veinte se vieron salir de las aguas entre San Miguel y la Tercera (dos de las Islas Azores) dos escollos, que dieron principio á su salida con llamas y cenizas. Permanecieron sobre el agua algun tiempo, pero se sumergiéron el diez y siete de Noviembre de mil setecientos veinte y tres, y hay actualmente en este parage ochenta brazas de agua. Con todo son pocas las Islas formadas por este medio; mas conviene saber que suele la naturaleza valerse de medios muy distintos para producir efectos muy semejantes. Entre las Islas de la India, ó mares Orientales, especialmente entre las Malucas, hay varias que han sido formadas por volcanes, que aun arden en algunos tiempos.

Merece reparo el ver que tambien hay Volcanes baxo de las aguas. En efecto estos y otros hechos nos lo confirman, y así pueden explicarse bien aquellos hervores y ebulicion, que se notan muchas veces en los mares. Aun en esta circunstancia de los Volcanes aquáticos se confirma la semejanza, que tiene el fondo de las aguas con la superficie y naturaleza de la tierra descubierta.

CAPITULO VII.

Conseguencias á que conducen las nociones dadas en el Capítulo antecedente.

Luego siendo ciertas las reflexiones, hechas en el Capítulo antecedente, debe continuar variando de aspecto nuestro Globo, que está expuesto á la incesante accion de los Elementos.

Luego pudieron tener los Continentes, ó tierras de su superficie distinta forma, otra colocacion de la que tienen en el dia. Pudo por consiguiente ser fondo del mar lo que hoy es habitacion de los hombres, y estar cubierto de producciones acuáticas, el terreno, que alimenta actualmente con la abundancia de sus mieses, dilatadas Naciones y Reynos muy poderosos.

Tambien se puede inferir de las mudanzas y ruinas, observadas en los mares, en los rios y en las tierras, que hubo alguna extraordinaria conmocion, algun trastorno universal en la superficie del Globo, y que con él mudó la figura mas regular, que pudo tener al salir de las manos de su Criador Omnipotente.

En efecto estaba cubierto el Globo con las aguas que le bañaban, quando tuvo la tierra orden de descubrirse; y como ya habia dado el Soberano Hacedor leyes generales y virtud á la materia para executar en fuerza de ellas sus irrevocables decretos, las corrientes de estas mismas aguas, era forzoso que acarreasen, ó que llevaran consigo (especialmente en la Zona Tórrida, en donde debian

Fig. ser mas violentas) grandes porciones de arena, ó del fondo, poco endurecido todavía. Qualquiera explosion, pues, ó movimiento de la atmosfera, que detuviese la violencia de las aguas en algun modo, pudo cortar la fuerza de las corrientes y sus efectos, resultando de aquí el que cayera al fondo, y se depositase en aquel parage la gran porcion de la arena, que hasta entonces habia sido arrebatada. Formábase con esto un cimiento y basa estable para que, agregándose despues la demas arena, que continuaba en ser arrastrada por las corrientes, finalizado aquel impedimento de corta duracion, pudiera amontonarse y ser una crecida masa de suficiente altura y magnitud, que llegase á sobrepujar á las aguas y descubrirse, como lo hizo, presentándose árida y seca á la voz de su Criador: con lo que hubieron de retirarse las aguas á las cavernas, que debia formar el violento acarreo de las corrientes, en donde fuéron, despues de recogidas, llamadas *Mar*, ó *Mares*.

Como la corriente, ó su velocidad, estaba en su mayor fuerza baxo del equador, era necesario que fuese en esta parte el mayor acarreo, y por consiguiente mayor la cantidad de arena depositada, que era regular fuese disminuyendo conforme se alejaba del equador, y con arreglo á la disminucion, que debian sufrir las corrientes, acercándose á los Polos.

Cortada la continuacion de la corriente, que antes ceñia todo el Globo, era indispensable, que quando debió verificarse la elevacion de las aguas en el parage en que se hallaba descubierta ya la tierra,

sintiesen en el emisferio opuesto el efecto, que en este no podian; y como en ningun otro punto intermedio se verificaba (por impedirlo ya la porcion de tierra descubierta) acopio mayor de aguas, en ninguno podia depositarse mayor cantidad de la arena y materias, que acarreaban, y debió por consiguiente descubrirse en aquel parage otro depósito, ó masa de tierra, que formase con la primera cierto equilibrio, ó balanza, que era consecuencia de los efectos de esta corriente y del movimiento de rotacion.

Si coincidia, pues, en el principio del mundo (como lo creen varios Filósofos) el plano de la eclíptica con el del equador, era natural, que los depósitos se hubiesen hecho en direccion perpendicular á este círculo máximo, y con la regularidad, que exígia la inalterable direccion de las corrientes, que eran la causa. Pero, aun dado, que hubiese sido siempre una misma la obliquidad, que se nota entre los planos de los referidos círculos máximos, debia ser poco considerable la alteracion, que resultara en el número de los depósitos, ocasionados por los movimientos de las aguas; por lo que pudieron ser en su principio las tierras descubiertas en ambos emisferios dos segmentos de superficie, contenidos cada uno entre dos meridianos, cuyos planos se acercan hasta coincidir en los polos, despues de haberse alejado todo lo posible en el equador.

Esta figura de los continentes, ó tierras (conforme en un todo á la direccion y grados de fuerza de las corrientes) pudo sufrir antes de la catástrofe espantosa, que succedió al Globo, alguna pe-

Fig. queña variacion, que jamas llegaria á turbar considerablemente su primer aspecto, el qual aun se rastrea hoy á pesar de las crecidas mudanzas, ruinas y nuevas producciones, que ha ocasionado en su superficie el Diluvio universal.

Así como se observa que el Planeta Júpiter está dividido en fajas paralelas, que indican con su alternativa de una luz clara y obscura reflexada, la variedad y colocacion distinta de las diferentes materias, que forman su superficie, del mismo modo presentaria entonces nuestro Globo quatro secciones, dos de tierra y dos de agua, que alternasen en su colocacion perpendicular al equador.

Aun en medio de la irregularidad y desorden con que turbó, y ha depositado las tierras en la superficie de nuestro Globo el Diluvio universal, y de la continua novedad, que causan los elementos con su encuentro, se reconocen bien claramente las quatro secciones, que la componian: hállanse, sí, en direcciones obliquas al equador, y con poca simetria, pero en ambos emisferios manifiestan que las ha precisado á tomar esta nueva direccion la violencia del Diluvio, combinada con los efectos que debian ocasionar el contraste de los elementos, la resistencia de las tierras y la obliquidad de la ecliptica, reconocida despues del desastre mencionado. No era mucho el que contribuyese á variar la superficie de la tierra la obliquidad, que produjo (como queda manifestado) la diferencia de las estaciones, la desemejanza, é intemperie de los climas y tiempos, y el cúmulo de efectos, que sufre el hombre, los quales le serian

desconocidos , si la eclíptica hubiera coincidido con el equador. Fig.

Del choque en fin , ó encuentro de los elementos resulta tambien , como se ha visto en el Capitulo antecedente , la alteracion de la superficie del Globo terraqueo.

Pueden las tierras y materias acarreadas por el Danubio y los demas rios , que desaguan en el Mar Negro , llegar á ser bastantes para cegar lo y convertir en una Provincia floreciente lo que ahora es un lago tempestuoso ; y pueden tambien disminuir de tal suerte las aguas de los rios , que le entran (porque las lluvias , yelos , é intemperie deshacen los montes , los arrojan y se llevan á las llanuras y hasta los mares la arena , piedra y demas materias de que se componian) , que resulte el mismo efecto. En la Provincia de Northampton en Inglaterra , en la de Galles y en la de Darby , como tambien en otras muchas partes ; se tocan claramente estos efectos. Los árboles y debaxo de ellos las monedas de Julio Cesar , que se encuentran á diez y siete pies de profundidad en el terreno de Stafford ; el bosque que se descubre á los quarénta ó cincuenta pies de profundidad en el terreno de Brujas en Flandes , no obstante de haber sido mar quinientos años hace , tan bien conservado que aun puede distinguirse la diversa naturaleza de los árboles por sus hojas ; igualmente que el agua , las ruinas de una Ciudad sepultada , los árboles , las diversas capas de tierras posteriores , ó nuevas , y últimamente la arena y conchas , que se encuentran , cavando hasta los sesenta y tres pies en un terreno de Módena , dis-

Fig. tante quatro millas de esta Ciudad , anuncian, ó prueban claramente los crecidos acarreos , que hacen las aguas.

Otros mares pudiéron cegarse tambien , y ser cubiertos por las aguas muchos Países , que ahora parecen distantes. De estas irrupciones y mudanzas hemos dado alguna idea y pruebas , pero las relaciones y noticias , que nos dexáron los Antiguos , hablando del Mediterraneo y de otras usurpaciones de los mares , y el ver que la Holanda , Zelanda y las treinta y cinco leguas francesas de país , que median entre el mar y la Ciudad de Tongres , han estado cubiertas por las aguas , sobre las quales se ha ido y continúa levantándose el terreno , corroboran lo probable que es esta opinion. En las murallas de Tongres permanecian aun , poco tiempo hace , las argollas adonde amarraban los navíos y barcos. Otros muchos países han sido abandonados por el mar , como Tortosa , Ravena (que fué puerto de los Exárkas) , el Yucatan , muchas costas de Francia , Inglaterra , Prusia &c. y son continuos los exemplares. Las Islas Maldivas , de Ceylan , Madagascar , y otras muchas han sido quitadas por el mar á los Continentes. Una gran parte de la Pomerania va siendo sumergida por el Báltico , que ha cubierto ya el famoso Puerto de Vineta. Los terremotos , los Volcanes , el fuego , que se enciende en las entrañas de la tierra , han variado tambien este primer órden , ó colocacion de las tierras , destruyendo , sepultando y cubriéndolas con las materias y ceniza , que arrojan en sus erupciones : son muy continuos los exemplares , que presentan las inmediaciones de los dos Volcanes ,

que se ven en Italia. En las costas de América, y en las de nuestros Continentes se experimenta todos los días como se elevan las aguas, y sumergen Países durante la tempestad, que las agita. Semejantes movimientos y los acarreos de arena (mayores entónces) formáron en muchas playas las pequeñas eminencias, ó colinas de arena, que se llaman *Dunas*, y sirven las mas veces de límite al mar. Pueden finalmente los vientos sumergir Países con las arenas, que arrebatan y variar el aspecto de nuestro globo, como se ve en las Provincias de Africa cercanas al Egipto, y aun en nuestro Continente. A las inmediaciones de San Pol de Leon en la baxa Bretaña, Provincia de Francia, hay un terreno contiguo al mar, que estuvo habitado en mil seiscientos sesenta y seis, y que en el día se halla sumergido por la arena, que acarrea cierto viento, el que va extendiendo esta calamidad. Solamente se ven las puntas y remate de los campanarios, y temen los Franceses el que se extienda esta inundacion, que apenas podíamos concebir en las relaciones de los Antiguos, y que creemos difícilmente á los viajeros, que nos dicen sucesos, é inundaciones semejantes, acaecidas en el Africa y en otras partes.

A pesar de tantas y tan continuas variaciones, se conoce aun (como se dixo antes) la division de la superficie de nuestro globo en quatro fajas, especialmente en toda la parte contenida por los Círculos polares, ó en las Zonas Templadas y Tórrida, contando como Continente unido con el de Asia las Islas de la Sonda, Malucas y las crecidísimas tierras, ó nuevo Continente Austral, lla-

Fig.

Fig. mado *Nueva Guinea*, *Nueva Holanda* y *Tierra de Diemen* (reconocidas en sus costas por los Ingleses al mando del Capitan Cook en el navío la *Solici- tud*); porque se déxa conocer que pudo el continuo embate de las aguas romper el Istmo, formado por las Islas de Sumatra, Borneo, Celeves y Java, que unirían por medio de la Península de Malaya y las Islas Malucas, la Asia á las tierras Australes, como une el Istmo de Darien, ó de Panamá á las dos Américas.

No parece suposicion arbitraria la de creer posible un Continente penetrado y roto por las corrientes y violencia de las aguas en el Equador, quando se dixo que el Istmo, que unia la Asia con las tierras Antárticas, habia sido convertido por el mar en las Islas de Sumatra, &c. ya referidas, al considerar quan poco ha faltado para que sucediera lo mismo en el otro emisferio, en donde ya no le quedaba al mar otro objeto, que vencer que el estrecho terreno de Panamá.

Tirando, pues, dos rectas, que pasen por Malaca en la Península de Malaya, Cashagar y el Cabo Norte de la Laponia en nuestro emisferio, y la otra por el rio de la Plata, ó Buenos Ayres, la Luisiana y las lagunas Kris de los Assenipoücles en el otro emisferio, se verán la mayor extension, ó travesía y las dos direcciones, que siguen respecto del equador, las tierras descubiertas en el globo que habitamos. Cada una de estas lineas formará ángulos casi iguales con el equador en dos puntos diametralmente opuestos, ó distantes entre sí 180.º Hacia los dos lados de cada una de estas lineas se hallarán casi iguales porciones de tierra,

ó bien resulta cortada en dos mitades cada faja de tierra de las dos, que ciñen al globo, las quales con las intermedias de agua, forman las quatro fajas, de que hemos hablado. En las partes Australes de las mitades occidentales de cada faja, ó emisferio; esto es, en África y en América, se nota una direccion distinta de las demas tierras, y decididamente perpendicular al equador: argumento en nuestro sentir de que aun son parte de las tierras, que compondrian las fajas perpendiculares, que hemos indicado, y que con las dos de agua pudieron formar antes del Diluvio la superficie del globo terraqueo, variada actualmente (aunque no en lo esencial) por las razones, que quedan indicadas.

El muy Ilustre Conde Buffon (de quien hemos tomado la idea de considerar la superficie del globo dividida en fajas, aunque disintiendo en alguna parte, como tambien otras muchas noticias contenidas en los Capítulos antecedentes) calcula la extension de las tierras conocidas, y halla que comparada con la de los mares, se diferencian poco, de suerte que casi son iguales.

En la razon con que disminuyen los grados de los círculos de latitud (anunciada anteriormente) y en la disminucion de los grados del meridiano conforme se arriman al equador, de la que hay tablas y noticias que bastan, quedan suficientes principios para que se pueda comprobar esta asercion, y saber la superficie de las Provincias y Regiones. Divídanse los Continentes, los Países, Islas, &c. de los mapas en quadriláteros, formados por arcos de meridiano y de los círculos de lati-

Fig.

Fig. tud; hállese las superficies parciales de estos cuadriláteros pequeños, ó trapecios; y súmense todos los que contenga cada porcion: comparando despues con la superficie total del globo esta suma de todos los terrenos, el residuo indicará la superficie, que corresponde á las aguas.. Bien se nota que solamente pueden servir para un cómputo prudencial estos cálculos, en que no es asequible la exâctitud.

CONCLUSION.

Viendo el orden con que hemos tratado los últimos Capítulos, es muy posible el que se atribuya á designio, ó á consecuencia de un plan elegido el dar como supuesta la inteligencia de la división y nombres, que distinguen entre sí á los diversos Reynos, Provincias, Naciones y Gentes, que pueblan las porciones habitables del globo, que nos mantiene.

Esta parte de la Geografía se halla tratada con tanta extension y acierto en la Croiz, Robert, Sálmon, Gordon, Morellet y en otros muchos, que juzgamos un medio seguro y el mas ventajoso referirnos á ellos, y proponerlos como fuentes, en donde se pueden adquirir todas las noticias, indispensables para formar idea de las variaciones y particularidades, á que están sujetos los hombres por la diferencia de su situacion y climas que habitan.

Mas en medio de que podíamos encubrir á la sombra de estos famosos Escritores nuestra flaqueza, creemos conducente mostrar el temerario arrojo

de un plan , en que se agregaba á los principios teóricos, que acabamos de exponer , una descripcion de las Regiones y partes de la tierra , que nos lisonjeábamos podia hacerse con mas ventajas de nuestra Nacion, que las relaciones que se leen comunmente.

Sí : debemos confesar (aunque padezca el amor propio), que nos espantó la execucion del proyecto, quando vimos de cerca la inmensa lectura, la multitud de noticias que exígia , la imposibilidad , ó falta de proporcion para conseguirlas , nuestras ocupaciones en fin y vida poco estable por la continua variedad de destinos , á que nos obliga nuestra profesion.

Fué indispensable ceder del primer pensamiento , y contentarnos con indicar (como lo hemos executado) los principios , en que se funda la parte teórica de la utilísima ciencia de la Geografía, desconocida por los mas, y ceñida á límites demasiadamente estrechos, quando juzgan que solo se extiende á pueriles descripciones de Ciudades, Palacios , jardines , fuentes, &c. y á la noticia de la longitud , ó extension de los Reynos.

Y á la verdad si habia de producir algun bien la descripcion de los Imperios, Repúblicas y todo género de sociedades civilizadas y salvages; la de las diversas producciones de la naturaleza en los distintos Climas; la de la industria de los pueblos activos en hacerlas servir á su bienestar, y acrecentamiento de poblacion y riqueza; y la del fatal descuido de los indolentes , que desconociendo semejantes recursos yacen en la miseria, debilidad y desprecio de las Naciones , abandonados á su mendicidad , é ignorancia , ¿ como era posible contentar-

Fig.

Fig. se con una narracion imperfecta de las circunstancias y situacion de las gentes y de las sociedades, sin indicar en sus leyes, establecimientos, opiniones, educacion, igualdad, ó crecida desigualdad de las fortunas de sus individuos, y en el decoro finalmente, ó abatimiento, con que tratan á los hombres, el origen de las buenas costumbres, felicidad, grandeza, poder, brio para las acciones heroicas, humanidad y sabiduría en los unos; y de los vicios, esclavitud, mendicidad, ninguna fuerza, olvido del amor á la Patria, crueldad con sus semejantes, y torpe ignorancia en los otros? ¿Como hablar de los Pueblos, que vemos brillar en el día, sin descubrir las máximas, constituciones y leyes, que los han elevado á tanto poder y gloria desde la torpeza y debilidad, en que se hallaban á principios de este siglo y del antecedente? ¿Como resolverse á dar noticia de muchas Naciones, que ahora se hallan despreciadas, pobres, débiles, despobladas, bárbaras, crueles, ignorantes y llenas de vicios, después de haber sido en otros tiempos el centro de la virtud, saber, felicidad y humano trato con sus semejantes, sin desenvolver en su gobierno y actual constitucion el germen destructor, que así los corrompe? ¿Como hablar del uso y utilidades, que sacan unas gentes de las Colonias, que pueblan, y el ningun provecho que resulta de ellas á otras, sin hacer manifesto el origen de donde dimana esta diferencia, en las leyes y principios de comercio, con que las fomentan aquellas, y en la violencia, ó desarreglo, con que pretenden estas sacar mucho lucro á costa de la libertad, estableciendo dere-

chos crecidos y Aduanas cargadas de Ministros, que consumen mas de la mitad de su producto? ¿Y como finalmente describir nuestro Reyno y posesiones, omitiendo el manifestar la causa de la decadencia de nuestro comercio, el origen que acaba con todas nuestras fábricas y poblacion, la funesta semilla que hará (mientras no se arranque) que se reduzcan á discursos de sociedades y Academias nuestros establecimientos económicos, é impulsos que se quieran dar á la actividad de la Nacion y á su comercio? Véase ya la razon por que no producen toda la utilidad, que prometian los paternales cuidados y patrióticas providencias de nuestro amado Monarca.

¿Se moderan las Aduanas? ¿Se eximen de derechos los víveres de primera necesidad, el aceyte, el jabon y otros géneros, de que se hace tanto consumo en las fábricas, y que abaratarian los jornales y por consiguiente los artefactos? ¿Se sacan de las Filipinas, de Quito, de Buenos Ayres y de otras posesiones las utilidades, que debieran resultarnos? ¿No estamos dependiendo de los Holandeses y otros Extrangeros, y contribuyéndoles con sumas crecidas por la especería, que podríamos tener, cultivándola en las Filipinas y en el Perú, en donde se hallan ya bosques de Canela, por carnes saladas, otras provisiones y aprestos, que tenemos proporcion de disponer? ¿Es para que los géneros que nos vienen de la China por las primeras, logren destruir nuestras fábricas, é industria, que tenemos las Colonias Orientales?

¡Que noticias tan útiles! ¡que ventajosa lectura la de una obra, que se trabajase, siguiendo un

Fig. plan semejante! Para ejecutarla creemos necesarias mayores luces y conocimientos que los nuestros, y ademas el que los Ministros del Rey franqueasen todas las noticias, que se tuvieran por indispensables, y que concurriesen al mismo fin los Embaxadores y Enviados á las Cortes Extranjeras, remitiendo las descripciones, tarifas, reglamentos y ordenanzas, con que logran las Naciones fomentar el comercio, poblacion y poder, que admiramos.

Al describir los Reynos, Provincias y Ciudades; al recorrer los Países y ruinas, que han sido teatro de acciones gloriosas y virtuosos procedimientos, no creíamos que fuese lícito quitar á los lectores el gusto útil de graduar mejor lo brillante y heroyco de las empresas (que refieren las historias de los Pueblos antiguos) recorriendo los terrenos en que sucedieron: de donde resultaba la precision de un tratado, ó noticia sobre la Geografía antigua, á la que parecia debido el que precediese una idea de como pudieron extenderse los hijos de Noe, salvados entre las ruinas de todo el globo por el poder del Señor Omnipotente.

La confrontacion de las situaciones y distintos límites de las Provincias y Reynos en los antiguos y modernos tiempos daba motivo de contemplar los diferentes aspectos, que ha presentado la Geografía en las diversas edades, y creíamos concluida con esta parte la enumeracion de las que debia tener el plan de nuestro pensamiento.

Pero hubimos de variar nuestras ideas, y solamente referimos el plan, para que estimulado

quizá por la utilidad, que produciría una obra semejante, se resuelva alguno mas capaz de su desempeño, á proporcionar á nuestra Patria una lectura, que la ilustraria eficazmente sobre sus verdaderos intereses. Fig.

F I N.



PEDIDOS Y SUSCRIPCIONES:

Universidad de Barcelona
Publicaciones y Ediciones
Avenida de Chile, s/n
Zona Universitaria de Pedralbes
BARCELONA - 28

Los trabajos incluidos en esta Colección se publican sin ningún tipo de beneficio económico para los autores o colaboradores de ella.



Studien zur reflexion von Strahlung
von J. J. Thomson (1897)

Abhandlung zur reflexion von Strahlung
(1897)

Manuel de AGUIRRE

**INDAGACIÓN Y REFLEXIONES SOBRE
LA GEOGRAFÍA CON ALGUNAS
NOTICIAS PREVIAS
INDISPENSABLES (1782)**

Edición y Estudio Introductorio
por Horacio CAPEL

Cátedra de Geografía Humana.
Facultad de Geografía e Historia.
Universidad de Barcelona



EDICIONES
DE LA UNIVERSIDAD
DE BARCELONA

