





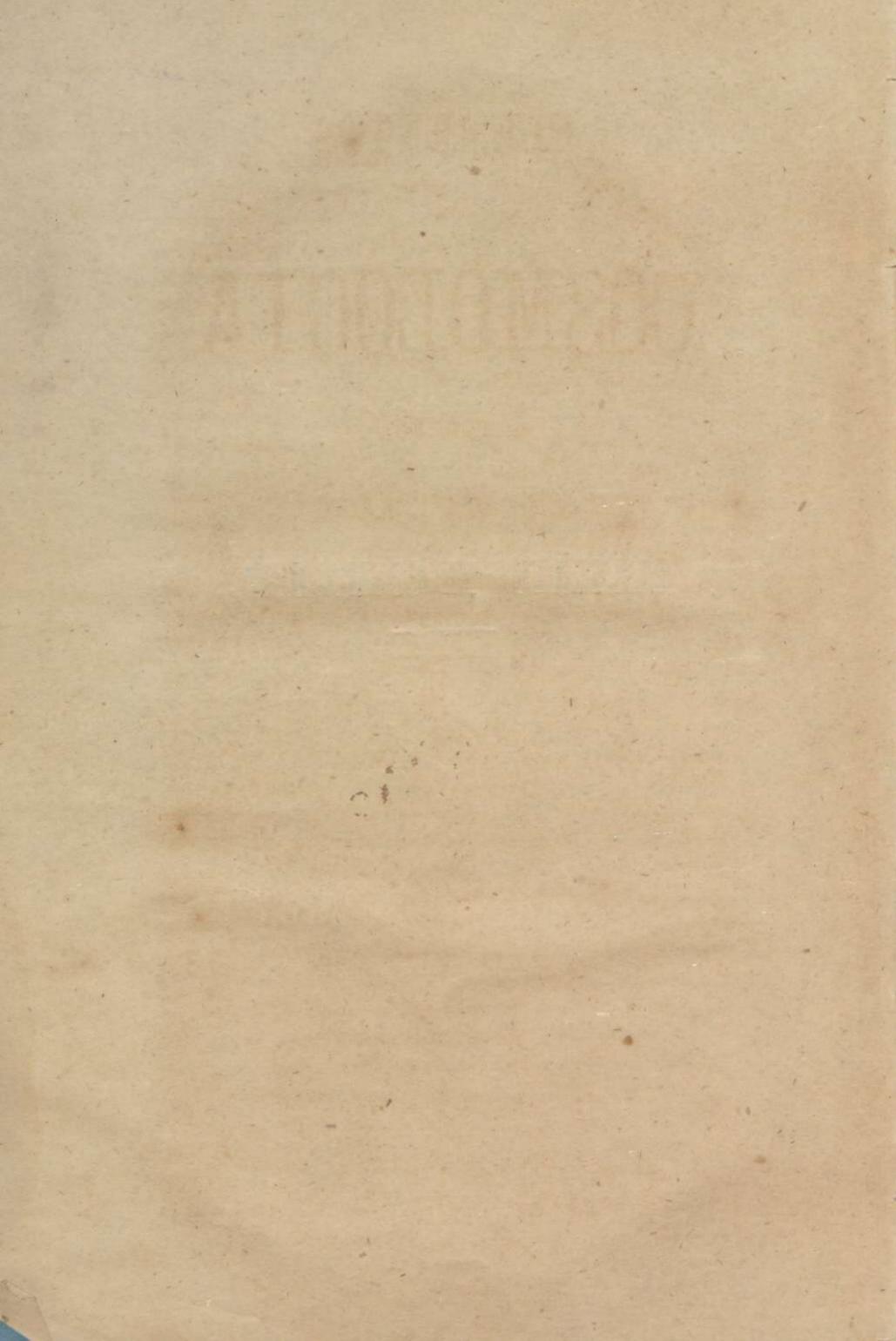
28 vide ma conde

ANT.

XIX

832

ELEMENTOS DE COSMOLOGIA.



21 cues

R-75.726



ELEMENTOS

DE

COSMOLOGIA

POR EL

Dr. D. Jacinto José Montells y Nadal,

Catedrático de nociones de historia natural
del Instituto de la Universidad de Sevilla.



J. J. M.

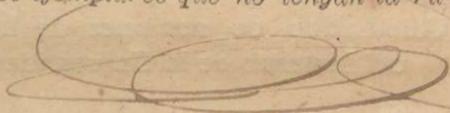


SEVILLA.—1870.

Imp. de C. Santigosa, Plaza de San Francisco n. 7.

*Es propiedad del autor, el que ha cumplido con las
prescripciones de la ley.*

*Son furtivos los ejemplares que no tengan la ru-
brica siguiente,*



INTRODUCCION.

La palabra *Cosmología* trae su origen de dos voces griegas *cosmos* y *logos*: esta significa tratado ó razonamiento, y la primera aceptando la espresion de Aristóteles, es el conjunto del cielo y de la tierra, esto es la pluralidad de séres, que forman el mundo material.

La Cosmología pues, es la ciencia, que se ocupa del estudio del Universo. Su objeto es investigar las leyes, que presiden los fenómenos, que tienen lugar en la multitud de cuerpos, que ocupan el espacio, buscar las causas, que deben haber influido en su formacion y estudiar la organizacion de los séres, que en él residen.

Es de suma importancia el conocimiento de estas leyes: porque en ellas, se fundan los movimientos, á que obedecen las aguas, que constituyen los grandes mares, el curso señalado de los astros, el jiro veloz

de los cometas, y la mutua atraccion, en fin, de ese número infinito é incalculable de puntos brillantes, ora aislados, ora en grupos caprichosos tendidos en el espacio, y que en una serena y estrellada noche ofrece á nuestra vista la bóveda azul del firmamento.

Empero no queda aquí el estudio de la Cosmología. Cerniéndose sobre los mundos emprende un último vuelo, y llega su audaz é investigadora mirada á penetrar en la constitucion física del Universo, á hacer su descripción, á abrazar la pluralidad de los cuerpos creados, á estudiar en una palabra los agentes, que operan en la bóveda celeste y la fuerza que los impulsan.

De aquí, que todos los ramos, que forman el saber humano, en particular aquellos que constituyen la ciencia de la naturaleza, tengan un íntimo enlace con la Cosmología, hasta el punto de servirles de poderosos auxiliares, sin los que no podria establecerse ese encadenamiento de ideas, necesario para su esplicacion, ni podria tampoco comprenderse el desarrollo de los grandes fenómenos, que en el Universo tienen lugar y forman parte de esta ciencia.

Así la Física por medio de las propiedades de la materia nos enseña los fenómenos del mundo material.

La Astronomía por su parte, y asociada á la Física nos dá á conocer los cuerpos celestes, sus caracteres, y los fenómenos, que tienen lugar en el espacio.

La Geografía, y en particular su parte física nos auxilia á su vez con el caudal de conocimientos tan indispensables para demostrar la configuracion y fisionomía de nuestro planeta.

La Historia Natural, en suma, presta á la Cosmología ancha base con el estudio de todos los séres ya contemporáneos, ya en estado fosil, por corresponder á épocas anteriores, sometiendo á la vez á nuestro

exámen el conjunto admirable de los fenómenos, que pertenecen á la creación, y los que se han sucedido hasta nuestros dias.

Tal es el cuadro sorprendente de la ciencia cuyo estudio presentamos; tal el ancho y fecundo espacio en que sus investigaciones se desarrollan, tal el objeto á que tiende, y el fin altísimo, que encierra en la escala progresiva del desarrollo intelectual del desenvolvimiento humano.

El estudio del Universo no es moderno: hace dosmil años, que Lucrecio decía, que hay otros mundos en el espacio.

En todos tiempos la Cosmología ha tenido por defensores génios eminentes en la historia de la ciencia y de la filosofía: la doctrina que encierra ha tenido siempre ardientes partidarios, y en todas las edades el estudio de la naturaleza entera ha seguido el paralelo con el espíritu de los hombres, dando á conocer el grado de cultura ó adelantamiento, que les ha cabido en el curso de la civilización.

Todos los pueblos, y en especial los Indios, los Chinos y los Arabes han conservado desde los tiempos mas remotos hasta nuestros dias ciertas tradiciones, que mezcladas con sus dogmas reconocen multitud de astros, que brillan en la bóveda celeste, avanzando hasta lá posibilidad de que sean habitados.

Partiendo del Asia, cuna de la humanidad, y comenzando por la civilización India, encontramos á Zoroastro, que considera al Universo formado por la reunion de mundos, y su filosofía teogónica impregnada del caracter sacerdotal de estos pueblos primitivos considera así mismo á los astros como otros tantos puntos de morada del alma humana.

El pueblo Egipcio, del que puede decirse arrancó la civilización Asiática se dedicó en gran manera á la Astronomía, é inspirándose en el sabeismo de su religion reconocía al Universo como formado de varios

astros, siete que denominaba planetas, mas la Luna á quien apellidaban tierra etérea.

La Persia al través de su despotismo ilimitado, en que el Rey asumía el sumo sacerdocio de la casta, y la omnipotencia patriarcal del gèfe nomado, se ocupó tambien bajo el mismo punto de vista de la ciencia astronómica, y creyó en las mismas concepciones del pueblo Indo, si bien modificada la religion Zoroastriaca de Ormuzal, por la Astrolatria ó culto de Mithras, adorando al fuego sagrado y al Sol, y divinizando la naturaleza y los astros.

Grecia situada entre el Oriente y el Occidente, forma el lazo entre Asia y Europa, y buscando la unidad en la variedad del mundo sensible, resuelve los grandes problemas de la ciencia, dando un paso gigante en el adelantamiento de la humanidad; y esa epopeya sublime de la civilizacion antigua, que bebió despues Roma en la absorbente unidad de su imperio.

Este pueblo, pues, que ha trasmitido el ideal de su historia hasta nosotros, tuvo al despertar de su espíritu, que romper el estado contemplativo de la naturaleza, al que le obligaba el predominio de la religion é igualarse á ella, sobreponiéndose despues por medio de su estudio. De aquí, que la filosofia primitiva ó antigua de los griegos fuese la filosofia natural.

La escuela Jónica, de la que Thales uno de los siete sábios de Grecia, pasa por fundador, trató de esplicar el mundo sensible por las fuerzas y propiedades de la materia, naciendo las dos escuelas *dinámica y mecánica*, admitiendo la primera como principio eficiente el agua, el fuego, el eter ó la tierra, y la segunda los elementos materiales simples é invisibles, á que llamaban *átomos* ú *homeomerias*,

Anaximandro de Mileto discípulo de Thales se remontó mas en sus concepciones, y buscó ya el funda-

mento del mundo en un principio mas alto é inmutable en la idea del infinito.

Despues de la época de oro de Grecia, en que la ciencia tomó el giro filosófico, que le imprimieron los génios de Sócrates, Platon y Aristóteles aparece la escuela Alejandrina, en la que el epicurismo fundado en los principios de Aristipo y el estoicismo enseñado por Zenon admitieron una naturaleza creadora, motriz y vivificadora *Zeo*, debida á la confusion de la materia primera *eter*, y la razon original *fuego*, que existian reunidos é informes en el principio del mundo.

Roma cuya mision providencial en la historia hizo trocar los destinos del mundo, se inspiró en el arte Griego, y su filosofía pasa de este pueblo al romano, siendo por consiguiente la escuela estoica, la que apesar de la severidad de Caton, mayor crédito obtuvo entre sus sábios.

Educada para la política Roma, solo se cuida en llevar sus haces victoriosas sobre la redóndez de la Tierra, impulsada por la ley de su destino histórico, y sin ideal propio impone por la conquista la unidad de su derecho sobre la raza vencida, ahogando en su seno todo carácter de espontaneidad, y colocando sobre las gradas del Capitolio, como legítima ofrenda á su orgullo, los dioses de todos los pueblos. Su historia fué la política, su fin el derecho. Fuera de aquí, Roma si tuvo algo de genial ó de arte, algo de ciencia ó de cultura, fué poco é importado de la Grecia. Por esto Ciceron una de sus primeras figuras fué estoico: Virgilio, quizás su mayor génio siguió esta escuela; Horacio y Ovidio adaptaron las máximas de Aristipo, en cuya doctrina se fundó la filosofía epicurista. Nada pues adelantó la Cosmología en esta época de la civilizacion, en este momento de la historia.

Roma concluyó, cuando hubo cumplido su mision, y conquistado el mundo.

La edad media, época de desquiciamiento y de lucha histórica de todas las unidades anteriores, trae consigo el choque natural de tan variados elementos; y en medio de ese ensayo efímero de nacionalidades mezcla de antiguas y nuevas instituciones, se afirman por fin dos unidades, el Papado y el Imperio. La ciencia por tanto estuvo muerta al principio, refugiándose después en el claustro bajo el dominio de la Teología.

Así en los primeros tiempos de esta época, la filosofía, concertada con la religión, dió origen al escolasticismo y al misticismo teológico, jirando solo entre las doctrinas de Platon y Aristóteles, cuyos escritos dialécticos fueron los primeros que se conocieron en Occidente, hasta que Salisbury, Obispo de Chartres, separándose de la esterilidad de estas escuelas, inició un nuevo movimiento científico.

A su ejemplo el famoso naturalista Rogerio Bacon, célebre filósofo y matemático, tronó contra la ciencia escolástica, y se lanzó con paso firme sobre la nueva senda abierta al estudio. Creyó en la magia y en la astrología, y atribuyó á influencias, superiores ó fuerzas secretas el origen y forma de los astros.

Alberto Magno, Vicente de Beauvais y Arnaldo de Villanueva, que le siguieron, adoptaron los mismos principios, los cuales unidos con todo el tesoro de las ciencias entonces conocidas, es decir con todo el saber de la edad media, viene á resumirse en la gran obra del Dante, primer génio de Italia. Y de esta suerte, engrandecidos los conocimientos humanos con los nuevos inventos de la brújula, de la pólvora y de la imprenta, y los vastos horizontes de un nuevo mundo descubierto á nuestra vista, dió principio esa nueva era científica, cuya época se conoce en la historia con el nombre de *Renacimiento*.

Jordan Bruno, napolitano, funda un sistema propio de doctrina, reconociendo la infinidad de mundos,

siendo su teoría un intermedio entre la filosofía antigua y la moderna. El célebre calabrés Campanella mas reflexivo siguió sus pasos, admitiendo por fundamento de la ciencia la filosofía experimental, base que despues fué adoptada por el espíritu crítico de Montaigné, dándose de este modo el impulso, que llevó necesariamente el movimiento de la idea á todas partes.

En aquella época Nicolás Copernico seguia atentamente desde su observatorio de Franemburgo el curso de los astros y midiendo sus altitudes, observando sus movimientos, escudriñó con la mirada del génio la máquina del cielo, y con su descubrimiento asombró al mundo. Pero el camino estaba trazado, y aunque tan atrevidas ideas llevaron un momento al ánimo la vacilacion, espíritus fuertes siguieron la ruta trazada, lanzándose á descubrir nuevos horizontes en el espacio.

Ticho Brake, noble é ilustre danés alcanzó gran fama, prestando inmensos servicios con sus profundas y exactas observaciones á la astronomía: pero bien pronto fué eclipsado por el insigne discípulo de Moestlin su ayudante Klepero, de quien recibió la ciencia su fundamento filosófico, ancha base de sus ulteriores progresos.

Contemporáneo de Klepero, fué Galileo de Pisa, insigne físico, matemático y astrónomo halló las leyes de la oscilacion y de la caida de los graves, inventó el termómetro, fundó en una palabra la física científica, y armándose del telescopio arrancó de la inmensidad del infinito nuevos astros á los cielos.

Finalmente, Newton, continuador de los descubrimientos comenzados por Klepero y Galileo, dió un impulso maravilloso á los conocimientos adquiridos, fundando las teorías sobre la gravitacion, la luz y otros árduos problemas, que han auxiliado poderosamente á la Cosmología, y han dado por resultado el origen de la física y la óptica moderna.

El impulso filosófico estaba dado, y al mismo tiempo grandes hombres se lanzaron por este camino al estudio de la ciencia. Hobbes, Locke, Descartes, Mallebranche y Spinoza siguieron la reforma iniciada desde la época del Renacimiento, hasta venir al conocimiento de los sistemas armónicos, que comienzan en Leibnitz y terminan en Krause, las dos lumbreras de la moderna filosofía.

Por último, el gran adelanto de los conocimientos humanos en esta época de la historia, la série sorprendente de descubrimientos llevados á cabo, los medios innumerables de experimentacion é indagacion de la naturaleza al alcance de nuestra mano, el alto grado de desarrollo intelectual y progresivo á que ha llegado, en fin, la humanidad á través del movimiento constante de la idea elaborada en el espacio de los siglos, han venido á fijar de una vez las teorías hasta ahora conocidas respecto al Universo, descubriendo un vasto y fecundísimo campo al insondable estudio de la Cosmología.

El invento del microscopio de Ehremberg, de los lentes acromáticos de Dollong y de Fraunheffer, de los telescopios de Herschell y Amici, del objetivo de Amzout, los cálculos matemáticos de Laplace, los de las condiciones de desigualdad de Fourier, los altos problemas de Herschell, la teoría de las líneas curvas de Krause, y los nuevos métodos Wronski, Cauchy y Monge son otros tantos rayos de luz, que iluminan con su poderoso reflejo el ya infinito horizonte de la ciencia.

Al principio de la emision molecular se sustituye el de la vibracion de un fluido universal. Los cometas dice Arago, no tienen luz propia, y el Sol es un conjunto de gas aglomerado en el espacio. Halley asimila al globo terráqueo á uno grande, nuevo con cuatro polos. Fourier, sujetando al cálculo los fenómenos del calórico, determina el tiempo que el

globo ha necesitado para llegar de su primitivo estado de incandescencia á su solidificacion actual.

Daby deduce la ley, de que la afinidad química es la atraccion de electricidades opuestas bajo leyes numéricas. Humboldt desenvuelve la idea de una direccion uniforme polar en toda la estructura de la Tierra. Descartes y Leibnitz desarrollan la teoría del fuego central y la de los levantamientos de las capas terrestres. Herschell determina los diámetros de Cérés y de Palas, y cree, que la luz solar no emana del Sol sino de las nubes fosfóricas de su atmósfera, y este mismo sábio y el insigne Struve han contado hasta 3057 estrellas dobles, de las cuales las menores giran al rededor de las mayores, y asi sucesivamente, hasta el punto de concebir, que todo ese cielo estrellado, que se estiende sobre nuestra cabeza sea no mas, que el conjunto gigante é inmenso de miles de sistemas planetarios, cuyos soles giran á su vez en torno de otro sol superior, centro vastísimo de la gravitacion universal. Y así ascendiendo..... pero basta, este sublime y último esfuerzo de la ciencia debemos respetarlo, y con la fé del porvenir esclamar ante el espectáculo magnífico de la creacion: *Felix qui potuit rerum cognoscere causas.*

Tal es en cuatro palabras el cuadro sorprendente y admirable tras el largo trascurso de la Historia, que hoy nos presenta la Cosmología.

El estudio de esta ciencia lo dividiremos en dos partes. La primera tratará del espacio, de los cuerpos que contiene y de los fenómenos que en él se verifican; y la segunda de la constitucion física del globo con las alteraciones, que ha experimentado, hasta llegar á su forma actual, comprendiendo los seres, que le han habitado hasta nuestros dias.

PARTE PRIMERA.

DEL ESPACIO.

Los físicos consideran el espacio á la capacidad en que se distribuye la materia, ó que se mueven los cuerpos, y se verifican sus fenómenos: otros admiten esta palabra como sinónima de cielo, porque es el sitio, que ocupan los cuerpos celestes, mas en Cosmología diremos, que el espacio es *un infinito* y constituye las dimensiones del Universo.

La teoría sobre la naturaleza del espacio infinito, que mas aceptación ha merecido, es la que ha publicado Mr. Herschell. En ella establece los límites del espesor del cielo, y la figura de la zona aislada de estrellas, entre las que figura la tierra. Explica las relaciones de volúmen, de forma y de posición, que corresponde á la referida zona, haciendo aplicación de los trabajos, que le han proporcionado las observaciones de las mas distantes nebulosas.

Al efecto admite la hipótesis sobre su reunion mas ó menos manifiesta en espacios iguales, limitados por un mismo telescopio, que en todos estos trabajos debe precisamente conservar la misma graduacion.

Segun esta teoría es posible conocer la variada distribución de los grupos aislados, que constituyen la materia cósmica, de las nebulosas irresolubles, que se asocian á uno ó varios centros, que suponen una

antigüedad enorme, y de agrupaciones de estrellas, que parecen ser de origen mas reciente.

DE LA MATERIA.

La palabra *materia* significa todo cuanto impresion nuestros sentidos.

La materia pertenece al espacio, su origen procede de las atmósferas primitivas del Sol.

Estas atmósferas se formaron á consecuencia de la evaporacion ó sublimacion de la materia del mismo astro, que cedió á su altísima temperatura.

La materia se considera bajo dos estados; estendida en el espacio sin cohesion manifiesta, ó condensada en globos, esto es formando masas mas ó menos coherentes.

El volúmen de estos globos no es igual, se presentan de diversas magnitudes y de diferente densidad, lo cual indica, que la materia que entra en su formacion es distinta, lo propio que su estado de agregacion molecular. Estos globos obedecen las condiciones de los cuerpos celestes, sobre todo á los movimientos propios de los astros, y en particular á los de rotacion y de traslacion. Por el primero giran sobre su eje, y por el segundo describen respectivamente curvas, que forman sus órbitas.

La materia esparcida en el espacio unas veces es completamente invisible y otras apenas visible, en este caso, se presenta formando nebulosas fosforescentes, Estas nebulosas constituyen la *materia cosmica*, se manifiestan en formas diversas, tan pronto regulares como irregulares, en todos los estados conocidos de agregacion, diferenciándose además por su posicion respectiva, y por la claridad que esparcen.

Al formarse la materia cosmica ocupó mucho lugar en el espacio, efecto de su notable diseminacion, mas con el tiempo obedeció, aunque lentamente á la fuerza de atraccion, que produjo una condensacion capaz de llevarla á la condicion planetaria, formando sucesivamente diversos anillos de diferente fluidez. Si á esta condensacion, se agrega la compresion mas ó menos enérgica que esperimente por efecto de su elasticidad y densidad, tendrémos la materia nebulosa ó cosmica convertida en estrellas. Mr. Herschell presenta infinidad de ejemplos, que prueban la relacion que se advierte entre la apariencia planetaria, y la apariencia de estrellas, dando un interés extraordinario á la teoría de la formacion de los cuerpos celestes.

En estas trasformaciones ó cambios de la nebulosa ó materia cosmica, y la accion de las fuerzas atractivas y de compresion indicadas, se comprende la necesidad, de que trascurra un espacio de tiempo considerable, porque estos cambios, que esperimenta la materia, cediendo á la influencia de todas estas acciones combinadas, no es posible conocerlos, sino despues de pasados muchos siglos.

Asi no es de admirar, que las manchas nebulosas, que hoy observamos en algunos sitios de la bóveda céleste, no hayan llegado aun á su completo estado de condensacion, pues examinadas con un telescopio de mucho aumento conservan la forma, que les es propia. No es asi el aspecto, que ofrecen las nebulosas planetarias, y las estrellas nebulosas, porque la materia de que se componen debe haber sufrido durante el espacio de tiempo suficiente, todas las acciones antes espresadas, de ahí la notable identidad que presentan, no obstante de observarse una pequeña diferencia, producida acaso por las distancias en que están, ó por modificaciones debidas á sus efectos ópticos.

Las formas de la materia cosmica son infinitas, sin embargo abundan mucho la *espiral*, la de *masas* y la *anular*. Para su fácil estudio es preciso reunir las en grupos, que presenten notable analogía, que las comprenda todas, y que reconozcan un principio ó tipo conocido. La division mas aceptable y mas sencilla es, la que está fundada en su volúmen, en cuyo caso se formarán dos secciones.

Primera. En estado corpuscular ó atómico por su reducido volúmen, tomando la forma de pequeños discos circulares ó elípticos, independientes ó agrupados. En estos últimos es frecuente distinguir entre su masa filetes ó ráfagas luminosas.

Segunda. En formas manifiestas y perceptibles fáciles de distinguir, no obstante de tomar la materia cosmica distintos aspectos, acompañados con frecuencia de ciertos fenómenos característicos, á saber, ya irradiando en el espacio infinitas ramificaciones, ya presentando la figura circular, cual la de un abanico, y ya en fin la forma anular bien determinada y distinta, con un espacio oscuro en el centro.

La materia cosmica tambien es susceptible de diversos cambios de forma, debidos á la manera de reunirse al rededor de uno ó varios centros ó núcleos, conforme á las leyes de la gravitacion.

Se conoce un número considerable de nebulosas, que los mas acreditados astrónomos, provistos de sus fuertes telescopios no les ha sido posible reconocer estrellas de ninguna clase, y para su estudio ha sido necesario ordenarlas segun el sitio, que respectivamente ocupan en la bóveda celeste.

La materia cosmica admite diversos periodos de formacion, que corren el paralelo progresivo de la energía ordenada de la fuerza de cohesion hácia su centro. No es pues de admirar, que las observaciones practicadas por astrónomos distinguidos pongan

de manifiesto los verdaderos cambios y modificaciones, que ha experimentado la nebulosa de determinados cometas.

Las nebulosas tan diseminadas en el espacio, pueden considerarse bajo dos aspectos, á saber, irreducibles y reductibles. Las primeras no obstante de los fuertes telescopios, de que dispone la ciencia, no ha sido posible hallarlas condensadas de ningun modo ni forma. Las reductibles por medio de los instrumentos espesados se distinguen perfectamente, pudiendo apreciar su forma, volúmen y densidad.

Para su estudio dividiremos las nebulosas en tres clases.

Primera. En forma de manchas.

Segunda. Las planetarias.

Tercera. Las estrellas nebulosas.

La primera corresponde á las nebulosas irreducibles, y las otras dos forman las reductibles.

Las manchas nebulosas son permanentes; la ciencia carece de medios para reducirlas á estrellas, no obstante las muchas y repetidas observaciones practicadas por ilustrados astrónomos. Presentan un volúmen muy reducido, á la vez que variado, y la materia que las constituye, no está bastante condensada, y en toda su masa no se advierte uniformidad en su brillo.

Las nebulosas planetarias son mayores que las anteriores; sus dimensiones son notables, afectan la forma de discos ovalados, presentando un brillo suave é igual en toda su superficie.

Finalmente, las estrellas nebulosas se distinguen por sus grandes proporciones, análogas á las nebulosas planetarias, y porque la materia fosforescente forma una aureola al rededor de la estrella, resultando un conjunto uniforme y homogéneo.

Las estrellas nebulosas están bastante diseminadas en la bóveda celeste, son muy abundantes en la

zona austral, lo mismo que las agregaciones de nebulosas irreductibles. La luz zodiacal, que se eleva por el horizonte, iluminando las noches intertropicales, es considerada como una nebulosa anular, que gira en el espacio comprendido entre las órbitas de Marte y de la Tierra.

Sin embargo de estas nebulosas de diversas especies, existe materia cósmica invisible, muy sutil, acaso la misma típica originada de las primitivas atmósferas del Sol, que carece de luz propia; evidenciándose además por la marcada resistencia que manifiesta al movimiento de varios cometas, particularmente á los de Encke, Faye y Halley. Esta clase de nebulosas indudablemente se conservan en este estado por falta del tiempo que se necesita, para que hayan podido obrar en ellas la atracción y la presión necesarias á tomar la forma condensada, y convertirse en nebulosas visibles. En fin, esta materia cósmica, invisible estendida en el espacio y dotada de movimiento obedece también á las leyes de la gravitación.

DE LOS ASTROS.

Sea cual fuere la forma globular, que afecta la materia cósmica condensada, toma indistintamente el nombre de *astro*. La materia, que entra en su formación presenta distinta coherencia y densidad. Todo esto se demuestra por las diferencias tan notables, que manifiestan en sus pesos específicos, que bien pueden compararse con los que tienen los muchos cuerpos, que son del dominio de la química.

Para hacer mas patente esta teoría, compárense las densidades de los planetas interiores por su orden

con la del Sol y la de Júpiter, y después la de estos dos con Saturno, cuyo peso específico es menor que los espresados, y habrémos formado una progresion decreciente, admitiendo como bases la densidad del metal estaño hasta la del agua destilada, que representa la unidad.

Respecto el peso específico de los satélites poco hay que esponer, toda vez que se mueven alrededor de sus planetas respectivos; lo cual es una prueba evidente de ser menor su densidad, sin embargo de que el segundo satélite de Júpiter es mas denso, que el astro á cuyo alrededor jira.

Si pasamos á comparar el peso específico de los cometas resultará ser menor, que el de los planetas. La fuerza de cohesion, que actúa entre sus moléculas es bastante escasa, como lo justifica la luz de las estrellas, que atraviesa su masa en toda su estension, sin esceptuar el núcleo, cuya luz no experimenta ninguna clase de desvío, toda vez que no es refractada.

El grupo de estrellas á que corresponde nuestro planeta está dispuesto de modo, que constituye un lecho ó zona aislado, algo plano, y de forma lenticular. Las esperiencias repetidas, que se han practicado para poner de manifiesto la estension de los ejes de esta zona, han dado el resultado siguiente. El eje mayor excede en longitud mas de 700 veces la distancia, que separa la estrella Sirio (I) de la Tierra, y el eje menor tiene una estension aproximada de 150 veces la misma distancia, siendo de 550 veces la misma medida, la diferencia que hay entre ambos ejes. El espesor de la capa que forma este grupo, es de poca importancia, y los mas esperimentados astrónomos, la dividen en dos partes desiguales, la primera tiene el tercio de su estension, y la segunda los dos tercios restantes.

La opinion mas admitida sobre la situacion de

(1) Esta distancia es de 52 billones de leguas.

nuestro sistema solar es la que lo considera dentro del espresado lecho, pero escéntricamente, es decir sin ocupar su centro, pues se halla cerca de la línea divisoria, mas próximo del grupo en que brilla Sirio, que de la constelacion del Aguila.

Para determinar esta situacion y señalar la forma y volúmen del grupo lenticular de estrellas á que pertenece, se procede del modo siguiente: la bóveda celeste se divide en espacios iguales, limitados por un mismo telescopio, que precisamente debe conservar la misma graduacion. Se toma una de estas partes limitadas por el telescopio, se cuentan las estrellas comprendidas en dicha parte invariable, y así sucesivamente se examinan todas las porciones del espacio, en que se dividió la bóveda celeste.

Si el número de estrellas comprendidas en las divisiones iguales del telescopio se alterase, cada vez que se modificara su direccion, en virtud de la intensidad de la zona ó capa, este número será el que determina la estension del rayo visual, admitiendo, que mide el espesor de la capa de estrellas. Este rayo hallará mayor número de estrellas en la direccion del diámetro mayor, porque están reunidas en mayor cantidad en aquel sentido, cual un polvo fosforescente, que se destaca en la bóveda celeste, formando una zona, que la envuelve del todo, de brillo desigual, y salpicada á trechos de manchas oscuras.

Esta zona es casi paralela á un círculo máximo de la esfera: la tierra, como queda manifestado, se halla en el mismo plano de la via lactea, y casi en el centro de la masa de estrellas, que la componen.

La via lactea apareceria á nuestra vista en forma de un anillo, si nuestro sistema planetario ocupase un sitio mucho mas lejos de ese grupo de estrellas; pero si la distancia aumentase mas, en este caso quedaria reducido á una nebulosa irreductible de apariencia circular.

Cuando los astros estan á una gran distancia, su altitud no es apreciable, sea cual fuere la posicion del observador en la Tierra; pero si no estan lejos, la diferencia de altitudes es sensible, y esta diferencia constituye la *paralage*,

DEL SOL.

De todos los astros el Sol es el único, que debe considerarse como centro de los movimientos de un sistema astronómico, formado de planetas con sus satélites, cometas y asteroides. Estos astros junto con los demas cuerpos, que se hallan en el espacio, constituyen el mundo ó el Universo, cuya circunferencia mide siete millares de millones de leguas.

El mundo tiene precisamente *polos* sobre los que jira la esfera celeste, y por consiguiente todos los cuerpos que contiene. Estos polos son dos puntos fijos, que se suponen por la prolongacion del eje de la Tierra en sus dos extremos hasta llegar á la bóveda celeste.

La linea que pasando por el centro de la Tierra une los polos del mundo, se llama *eje del mundo*, el gran círculo de la esfera celeste perpendicular á este eje, *ecuador celeste*, y el arco de meridiano cualquiera comprendido entre el ecuador y un astro, forma su *declinacion*.

La constitucion fisica del Sol es aun desconocida: su forma es esférica, semejante á la de las estrellas, aunque por su menor distancia parece mayor, y que, alumbrá mas. Su volúmen es 1.407,187 veces mayor que la Tierra, y por sí solo pesa 700 veces mas que todos los planetas, satélites, cometas y asteroides reunidos.

Los trabajos de los astrónomos mas distinguidos inducen á considerar al Sol como un globo oscuro, idéntico al de los planetas, rodeado de dos atmósferas, la exterior se supone el origen de la luz y del calor, y la interior con el cargo de reflejar al exterior estos agentes.

Klepero considera al Sol como un gran iman, que por las leyes de una atraccion recíproca, sostiene á todos los demas mundos del sistema que rige; una antorcha y un foco constante de electricidad, que pone en movimiento sobre el sistema planetario ó mundos á este agente imponderable, que entre las fuerzas que actuan de nuestro sistema representa el papel mas importante.

La accion del Sol sobre todos los astros es de una importancia singular, nos concede los principios de nuestra existencia, es el agente de todos los fenómenos, que nos presentan los cuerpos, directa ó indirectamente produce los cambios, que se operan sobre los planetas, en una palabra, es el alma de nuestro sistema planetario.

Este astro en el espacio de veinte y cinco y medio dias, dá un movimiento de rotacion alrededor de su eje, ó mejor alrededor del centro de gravedad de todo el sistema. Este movimiento es distinto en sus efectos á los movimientos planetarios, toda vez que no produce en su superficie la sucesion alternativa de los dias y las noches, que resultan á la superficie de los planetas.

El Sol es un manantial perenne de luz y de calor, que á raudales esparce alrededor de sí en el espacio, sin que podamos decir, que su foco disminuye, ni que tenga un estado permanente de estabilidad, por tener las condiciones de duracion indefnida, ni que á cada momento repare las pérdidas causadas por su constante radiacion. La distancia que lo separa de nosotros es tal, que á no presentarse modificaciones de ins-

tantánea rapidez, no es fácil apreciar ninguna disminucion en su disco. Si su diámetro pudiese reducirse cada dia un métro, un habitante de la Tierra necesitaría diez mil años, para que notase una disminucion sensible en su disco aparente. No obstante de esta gran distancia, no por eso dejamos de recibir una cantidad considerable de calor. Si el que la Tierra recibe en un año se repartiese sobre todos sus puntos, y se empleara en deshacer hielo, sería bastante para fundir una capa, que envolviese á toda la Tierra, y tuviese un espesor de 30 méetros. Este calor es insignificante, comparado con el que el Sol derrama en el espacio: la intensidad real del calor solar raya en lo prodijioso.

Considerando la cantidad de calor y luz que el Sol envía á todos los astros, que forman su sistema, teniendo presente, que su densidad varía en condiciones iguales en razon inversa al cuadrado de las distancias, y tomando á nuestro planeta por unidad, veremos que Mercurio recibe siete veces mas; Venus el doble; Marte la mitad; los planetas telescópicos la séptima parte ó siete veces menos; Júpiter veinte y siete veces menos; Saturno noventa; Urano trescientos sesenta y cinco; y Neptuno mil trescientos. Las distancias respectivas de los planetas al Sol, que es el foco de calor, determina un descenso gradual en la temperatura de sus superficies desde Mercurio, que es el mas próximo, hasta Neptuno que es el mas distante: estas distancias sirven de base para estas observaciones.

Se llama gravitacion universal la fuerza, que dirige alrededor del astro central á todo el sistema solar. Esta fuerza es, la que impulsa los movimientos de los satélites alrededor de sus respectivos planetas, es la que con el nombre de peso asegura los movimientos de los animales, la que con el de afinidad, dirige los movimientos de los átomos en las combinacio-

nes de la materia inorgánica; es en fin la que en la estension inconmensurable del espacio preside á todas las revoluciones de los sistemas planetarios.

Todos los fenómenos de la naturaleza se relacionan bajo el poderío de las leyes universales de la gravitacion.

Considerando al Sol inmóvil con relacion á los demás astros, que jiran periódicamente á su alrededor, en realidad se mueve en torno del centro de gravedad de todo el sistema planetario, ora el punto céntrico se halle dentro de la masa solar, ora se halle fuera de él, como alguna vez sucede, en virtud de los cambios que experimentan los planetas en sus posiciones.

En el centro de gravedad del sistema solar se advierte otro movimiento de diferente naturaleza, llamado de *progresion ó traslacion* en el espacio. La velocidad de este movimiento es de 1.381,440 leguas por dia, su velocidad relativa es de 1.108,976 leguas, mas del duplo del movimiento de la Tierra en sus revoluciones al rededor del Sol.

El conocimiento del movimiento de traslacion del sistema solar es debido á la perfeccion y exactitud de los instrumentos astronómicos; los adelantos en las observaciones han conseguido demostrar los cambios de posicion por pequeños que sean, y que nos dan á conocer las estrellas.

Con frecuencia se observan en la superficie del Sol manchas negras, que varían en número, figura, magnitud y situacion. Cualquiera que sea la naturaleza de estas manchas, su existencia está fuera de toda duda, y nos demuestra por otra parte el movimiento del Sol al rededor de su eje. Si el Sol no tuviera este movimiento, no presentaría sucesivamente toda su superficie hácia la Tierra, mas que una vez en el espacio de un año, pero las continuas y repetidas observaciones sobre estas manchas han puesto de manifiesto, que el Sol presenta toda su superficie á los habi-

tantes de la Tierra durante veinte y cinco dias y medio.

Estos fenómenos son comunes á Vénus, Márte y Júpiter, tambien estan adornados de manchas, que se mueven muy sensiblemente, lo que prueba el movimiento de rotacion de estos planetas. La situacion de Mercurio, Saturno, Urano y Neptuno es tal, que sus manchas no son visibles. El primero por su proximidad al Sol, que está envuelto en sus rayos, y los otros tres estan á tal distancia, que no es fácil distinguir sus manchas; mas no por esto les negarémos el movimiento de rotacion.

Nuestro sistema solar segun los recientes adelantos de la ciencia, está compuesto del Sol en su centro, de ocho grandes planetas, de ciento nueve planetas asteroides, de veinte y dos satélites, de un número indefinido de cometas, acaso mas de setecientos, unos periódicos y otros no, y de una ó mas zonas de materia cosmica ó nebulosa en diversos estados de agregacion, que se mueven al rededor de su eje; de donde se cree, que provienen la luz zodiacal, los areolitos, los bólidos y las estrellas fugaces.

Todos estos cuerpos forman un sistema particular en el universo: 1.º por recibir del Sol la luz, el calor y el movimiento curvilíneo: 2.º por ejercer unos sobre otros una influencia recíproca, que modifica sus movimientos, priva al individuo de mucha parte de su importancia, prestando al conjunto un sello grande de unidad: y 3.º por mediar entre ellos y los demás astros una distancia inmensa, que sensiblemente los coloca fuera de su accion.

La colocacion ordenada de los elementos del sistema solar procediendo de los mas próximos á los mas distantes es el siguiente. Los pequeños planetas llamados *intramercuriales* en forma de anillo, que algunos astrónomos y cosmólogos dudan su existen-

cia: Mercurio, raras veces visible sin el auxilio de un telescopio, poco antes de amanecer y despues de anohecido: Venus, el astro principal de la mañana y de la tarde, y á veces visible en el medio del dia, por ello se llama lucero matutino y vespertino: zona de luz zodiacal, que hay tambien quien duda de ello: la Tierra con su Luna: Marte, centro de luz rojiza que le caracteriza: zona de planetas asteroides, siendo los principales Céres, Palas, Juno y Vesta: Júpiter, de brillo análogo al de Venus y rodeado de cuatro satélites: Saturno, pálido y amarillento con ocho satélites, dificilmente visibles, y un anillo de materia luminosa: Urano, que aparece como una estrella de sexta magnitud con ocho satélites: y finalmente Neptuno de brillo muy débil y de color algo verdoso con un satélite, y otro dudoso.

En estos dias se anuncia el descubrimiento de un segundo satélite que gira al rededor de Neptuno. La enorme distancia que nos separa de este astro, hace que los instrumentos que se emplean para observarlo sean insuficientes, para distinguir el número de satélites que le rodean. Los datos científicos adquiridos inducen á creer que el número de satélites debe ser mayor al que hoy se conoce, y á medida que aquellos instrumentos vayan perfeccionándose, se irán descubriendo todos los satélites que acompañan al espresado planeta.

En el año de 1865 el insigne astrónomo inglés Mr. Lasell desde Malta dice, que duda mucho de la existencia del segundo satélite de Neptuno, y reduce únicamente á dos los de Urano. Tambien dice, que los puntos brillantes señalados como satélites del último planeta deben considerarse como estrellas muy pequeñas, visibles en cualquier region del espacio con el auxilio de un poderoso telescopio.

Mas allá donde gravita la esfera de Neptuno, y de sus satélites conocidos y por conocer, quién sabe si

algun dia serán descubiertos otros planetas, innumerables cometas, sometidos igualmente á la gravitacion solar, surcando en todos sentidos las regiones del espacio, y vuelvan en épocas determinadas á beber en la fuente solar, centro de calor, de luz y de electricidad.

Para dar una idea de la estension del dominio del Sol por la magnitud de la órbita de algunos cometas, recordaremos, que el gran cometa que se presentó en el año 1811 emplea 3000 años en hacer su revolucion, y que el de 1680 necesitó ochenta y ocho siglos. El primero de estos cometas se aleja del Sol 13,650 millones de leguas, y el segundo 32,000 millones.

Es probable que esas brillantes estrellas, que nos manifiesta la bóveda celeste, sean otros tantos soles, centros de sorprendentes sistemas, algunos tal vez semejantes al nuestro, otros podrán serle inferiores, pero un gran número le son superiores en estension y en riqueza planetaria.

DE LOS PLANETAS.

Estos astros son cuerpos opacos, que giran al redor del Sol de oriente á occidente en órbitas elípticas. Los planetas se dividen en *interiores*, *asteroides* y *exteriores*. Los primeros están mas inmediatos al Sol, por cuya circunstancia se llaman interiores, son cuatro, *Mercurio*, *Venus*, *Tierra* y *Marte*. Los asteroides son 109, sin embargo de que su número aumenta todos los dias, por los asiduos é importantes trabajos que constantemente se hacen. Estos astros segun la opinion mas admitida proceden de fragmentos de un planeta, cuya órbita debia estar

entre los interiores y los exteriores. Los planetas exteriores están á mayor distancia del Sol, y son otros cuatro, *Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno*.

Los planetas segun su volúmen y distancia, unos se distinguen con la simple vista, sin el concurso de ningun telescopio, y otros es necesario este instrumento para poder ser observados. Los asteroides en su mayor parte tienen sus órbitas, que cortan á la de la Tierra; se consideran como origen de las estrellas vagas ó exhalaciones, y tambien de los areólitos.

Los fenómenos que observamos en los planetas exteriores son algo diferentes de los interiores, fundados en su distinta posicion respecto á la Tierra, y al Sol. Su órbita abraza á la de la Tierra, la velocidad de su movimiento de traslacion es menor, que la de este astro, resultando, que la Tierra al recorrer su órbita, pasa por entre los planetas exteriores y el Sol, y en este caso parecen en oposicion con este astro. Estando los planetas exteriores en la oposicion, manifiestan en la apariencia un movimiento retrógrado.

La latitud de los planetas exteriores varia como la de los interiores, con relacion á la inclinacion de sus órbitas al plano de la eclíptica; su gran distancia al centro de gravitacion, hace que sus hemisferios iluminados por el Sol sean visibles por todas partes de la superficie terrestre; por esta razon estos astros se ven siempre bajo una forma esférica. No sucede lo mismo con Marte, que parece un poco convexo entre su conjuncion y oposicion con el Sol.

El número de astros, que componen el sistema solar es inmenso; los planetas y satélites representan una cifra muy baja, pero la masa del Sol es mucho mayor, que la de todos los demás astros juntos. Entre los planetas interiores y los exteriores se dis-

tinguen perfectamente cuatro telescópicos, *Vesta*, *Juno*, *Céres* y *Palas*, cuyas órbitas presentan cierta inclinación y escentricidad, constituyendo la zona que los separa.

Los planetas interiores son muy densos, de volúmen mediano, algo aplanados, con movimiento de rotacion pausado, empleando en verificarlo casi el mismo tiempo que la Tierra. Este planeta es el único de los interiores que tiene satélite.

Los ocho grandes planetas por el órden de sus volúmenes procediendo de menor á mayor son Mercurio, Marte, Venus, Tierra, Neptuno, Urano, Saturno y Júpiter: entre los asteroides Palas y Vesta pasan por los mayores. La masa del Sol es cerca de 740 veces mayor, que la de todos los planetas.

El volúmen de los planetas no guarda proporcion con sus distancias al Sol. Mercurio que está mas cerca de este astro, es el mas pequeño, sigue despues Marte que es el mas distante de los interiores. En los exteriores sucede, que Júpiter y Saturno que son los mayores, están mas próximos.

Comparando el volúmen de los planetas exteriores con el de los interiores, vemos que el de los primeros es mucho mayor, que el de los segundos; la densidad de estos es cinco veces menor cuando menos, su movimiento de rotacion lleva á lo menos doble velocidad, su forma es mas aplanada, y el número de sus satélites escede veinte y una veces al de los planetas interiores.

La luz que envian los planetas no es propia, reflejan la que reciben del Sol. Sin embargo, los estudios últimamente practicados en las auroras boreales han puesto de manifesto, que la Tierra y los demás astros tenian luz propia, nacida de su sustancia é independiente del Sol: siendo la que emite la Tierra mas viva, que la de la Luna en su primer cuadratura. La densidad de los planetas interiores es

mayor que la de los exteriores, siendo poco notable el peso de estos últimos. Considerando al Sol como el centro, que tiene mayor peso real, por el que ejerce la atracción con los demás astros, resulta que el peso específico disminuye en proporción que va siendo mayor la distancia del planeta al Sol. Esta ley tiene sus excepciones, porque Urano es más denso que Saturno, y está á mayor distancia del centro del sistema planetario.

El orden que guardan los planetas por razón de sus densidades, principiando por los más ligeros es el siguiente: Saturno, Urano, Neptuno, Júpiter, Marte, Venus, Tierra y Mercurio. Por término medio, la densidad de los cuatro planetas que más se separan del Sol, no llega á la quinta parte de la densidad de los cuatro más próximos.

En cada planeta hay que conocer su volumen real, su masa, su densidad, el tiempo de la revolución al rededor de su eje, su diámetro aparente apreciado en grados, minutos y segundos de arco á la distancia media de la Tierra: el grado de luz que recibe del Sol, y la intensidad de la gravedad á su superficie, todo con referencia á la Tierra.

El diámetro aparente, ó ángulo visual de un planeta se mide directamente sin gran dificultad: su distancia á la Tierra se deduce por cálculos, con estos datos se halla su diámetro verdadero ó su volumen.

La masa es la cantidad de materia que forma el volumen, y se valúa por razón de sus efectos atractivos, ya sobre los demás planetas, ya sobre algún satélite.

La densidad ó masa correspondiente á la unidad de volumen es el resultado de la comparación de la masa con el volumen.

La rotación del planeta se determina por los cambios periódicos de aspecto, que ofrece su superficie.

La luz que recibe del Sol depende de su distancia á este astro.

La gravedad en la superficie se considera la energía con que los cuerpos colocados sobre ella, son atraídos hácia el centro, y depende á la vez que de la masa, del rádio ó volúmen del planeta.

Si tomamos la densidad de la Tierra como unidad, la mas débil es la de Saturno, que es siete veces menor, y la más fuerte la de Mercurio que es tres veces mayor: de modo que comparando la densidad de la Tierra con la de los demás planetas, resulta no ser la mas baja, la mas mediana, ni la mas alta.

De esta observacion se infiere no ser exacta la ley, que algunos astrónomos han sentado, diciendo que el volúmen de los planetas aumenta en razon de sus distancias al Sol.

El estudio de los efectos de la gravedad á la superficie de los diferentes globos de nuestro sistema planetario, manifiesta, que sobre el Sol son 29 veces mas intensos, que sobre la Tierra, y sobre Marte la mitad; de modo que un cuerpo que recorre 5 metros en el primer segundo de caída á la superficie terrestre, recorre 145 metros sobre la del Sol, y solo 2 $1\frac{1}{2}$ metros sobre la de Marte. Estos son los dos términos extremos de la intensidad del peso á la superficie de los planetas.

El peso de los cuerpos á la superficie del globo depende de su masa y de su magnitud. La atraccion que un astro ejerce sobre los cuerpos colocados á su superficie, es tanto mayor, quanto el astro posee una masa mayor y es mas pesado, puesto que esta atraccion constituye su peso, y la atraccion es tanto mas débil quanto el astro es mas voluminoso y su peso no ha variado ó es menor, porque disminuye en razon inversa al cuadrado de la distancia de la superficie del globo á su centro.

Si tomamos por ejemplo á Júpiter dirémos: que el



volúmen de Júpiter es 1414 veces mayor que el de la Tierra: si la materia que forma Júpiter fuese de la misma densidad, que la de nuestro planeta, su masa sería 1414 veces mas considerable, y la atraccion que ejerceria sobre un cuerpo colocado á una distancia de su centro igual al rádio terrestre, sería 1414 veces mayor que la ejercida por la Tierra sobre los cuerpos colocados á su superficie.

Los cuerpos situados á la superficie de Júpiter no corresponden á una distancia igual al rádio terrestre, y si al de Júpiter, que es 11 veces mayor que el de la Tierra, de modo que la atraccion que aquel astro ejerce sobre un cuerpo colocado á su superficie disminuye en proporcion del cuadrado de 11, que es de 121 á 1.

Este cálculo supone, que las densidades de la Tierra y de Júpiter son iguales, pero se sabe, que la masa de este último planeta pesa 338 veces mas que la Tierra, de modo que bajo un mismo volúmen, la materia de que se compone Júpiter es mas lijera que la de la Tierra, en proporcion de 338 á 1414; su densidad pasa de ser 4 veces menor que la de la Tierra.

Comparando el peso medio de un hombre en la superficie de Júpiter con el mismo colocado en la superficie de la Tierra da el siguiente resultado.

Suponiendo el peso de un hombre en 130 libras.

$$130 \times 1414 = 1520$$

Fórmula de Júpiter

$$121$$

$$130 \times 338 = 363$$

Fórmula de la Tierra

$$121$$

Este resultado no llega al triple del peso ordinario de un hombre á la superficie de la Tierra. La diferencia entre el peso de un hombre, y el de algunos mamíferos de talla gigantesca es mayor que el

peso del espresado hombre comparado con el peso de los habitantes de Júpiter.

La duracion del movimiento de rotacion de los planetas ofrece diversos resultados, que distan mucho de ser, los que aseguran, que disminuye á medida que se alejan del Sol. La Tierra emplea mas tiempo que Venus, por estar á mayor distancia del Sol, y Marte algo mas que la Tierra por idéntico motivo. La rotacion de los planetas exteriores es menor que la de los interiores, y entre la de Júpiter y la de Saturno que son conocidas, la de este astro es mayor que la de Júpiter, no obstante de estar á mayor distancia.

Las mayores escentricidades de las órbitas corresponden á las de Juno y Palas, y las menores, á las de Venus y la Tierra. Mercurio y Venus ofrecen la misma comparacion, que los cuatro planetas menores; las escentricidades casi idénticas de Juno y de Palas son triples á las de Céres y Vesta.

Las mismas diferencias presentan la inclinacion de las curvas ú órbitas sobre el plano de la eclíptica, y la posicion relativa de los ejes de rotacion, cuyo estudio conduce á conocer la marcada influencia, que tienen estas condiciones en los climas, en los dias y en la duracion del año.

Las órbitas ó elipses mas prolongadas son á la vez las mas inclinadas sobre la elíptica, aunque con desigualdad. La inclinacion de la órbita de Palas es 16 veces mayor que la de Júpiter, ofreciendo cierta analogía con la de los cometas, mientras que la de Vesta muy cerca de Palas forma un ángulo seis veces mayor. La inclinacion del eje de rotacion de Urano sobre el plano de su órbita, segun la posicion de los planos de sus dos últimos satélites observados recientemente, acaso no llegará á once grados, lo que prueba, que la posicion de Saturno corresponde entre Júpiter y Urano.

Estas observaciones demuestran, que la formacion de los planetas es un hecho incuestionable; es consecuencia de la condensacion progresiva de anillos de materias gaseosas concéntricas al Sol. Las densidades, las temperaturas y las tensiones magnéticas desiguales de estos anillos, esplican las diferencias actuales de forma y de volúmen, al modo que las primitivas velocidades de rotacion, y pequeñas variaciones en la direccion de los movimientos, pueden darnos á conocer las inclinaciones y las escentricidades.

Al rededor del Sol jiran los sistemas planetarios. El primer planeta que se mueve desde el centro del sistema á la periferia es Mercurio: dista del Sol 14.783,400 leguas; su año tiene 88 dias, que cada uno tiene la misma duracion que los nuestros, siendo iguales en los cuatro primeros planetas, esto es, los interiores. La magnitud de Mercurio es menor que la de la Tierra, su diámetro es de 1,243 leguas, y su densidad 16,16. Las últimas observaciones publicadas sobre la naturaleza de este astro han puesto de manifesto, que está rodeado de una atmósfera muy densa, con sus correspondientes cordilleras de montañas de notable elevacion. La luz y el calor que recibe del Sol son siete veces mayores, que el que llega á la superficie de la Tierra procedente del mismo astro.

Vénus es el segundo de los planetas interiores mas próximos al Sol, es probablemente el planeta mas radiante, describe un círculo aproximadamente en 225 dias alrededor del astro central; del cual dista 27.618,600 leguas, prestándole á la vez doble luz y calor que á la Tierra. Sus dias duran 23 h. 21'17", sus estaciones son de dos meses cada una, y mejor caracterizadas que las nuestras; su densidad es de 5,04, pero su estension, volúmen y gravedad de los cuerpos á la superficie son casi idénticos todos á los de la tierra. En Vénus se distinguen elevadas montañas, que algunas

alcanzan 40,000 metros de altitud, rodean á su superficie una capa atmosférica de notable elevacion, de composicion química semejante á la nuestra, distinguiéndose ademas el alba y la declinacion del dia. Vé-nus y Mercurio con frecuencia estan rodeados de nubes.

La Tierra está á la distancia de 38.230,000 leguas del Sol, esta cifra equivale al rádio medio de su orbita, y es la unidad para medir las distancias planetarias; presenta notable analogia con Vénus por muchos conceptos; su volúmen es idéntico, el peso casi el mismo, con su atmósfera correspondiente, verificando su movimiento de rotacion en 23 h. 56'4", y emplea en su revolucion anual 365 d. 5 h 48'. La densidad de la Tierra es de 5,48, su diámetro mide 3,183 leguas, que forman 12,732 kilómetros, cerca de 510 millones de kilómetros cuadrados de superficie y 1.083,000 millones de kilómetros cúbicos de volúmen: y está asociado á un satélite *Luna*, que verifica su doble movimiento de traslacion, y rotacion en 27 d. 12 h. 44' y se halla á la distancia media de 93,723 leguas. Este satélite presenta señales evidentes de haber experimentado importantes revoluciones, y fuertes sacudidas, como lo atestiguan los muchos picos y numerosos volcanes.

Marte presenta bastante analogía con los anteriores, se mueve sobre 20 millones de leguas mas lejos de la Tierra; su densidad es de 5,20; emplea en su año 686 d. 22 h. 18', su rotacion diurna la verifica en 24 h. 39' 21" y su distancia al Sol es de 58.178,600 leguas. Su atmósfera, las nieves que periódicamente se presentan en sus polos, las nubes que de vez en cuando corren por su superficie, su configuracion, estaciones y climas son completamente idénticos á los de la Tierra.

Terminada la descripcion de los planetas interiores, y á la distancia aproximadamente de 100 millones

de leguas del Sol se halla una zona de 80 millones de leguas de ancho, que se halla precisamente en el espacio interplanetario. Este espacio está comprendido entre Marte y Júpiter, en el cual en época muy remota debiera existir según Klepero un planeta. Muchos astrónomos han reconocido 109 fragmentos planetarios, independientes entre sí, hasta en sus movimientos de traslación al rededor del Sol. El origen de estos asteróides se atribuye á un rompimiento en los primitivos tiempos del anillo cósmico, que debía formar el planeta, ó los fragmentos de un astro, que existió en esta parte del sistema, y que un fenómeno de deflagración habrá dividido, esparciendo sus restos en el espacio.

A esta zona sigue el planeta Júpiter el mayor de todos, á la distancia de 200 millones de leguas del Sol: su día real es de 5 h., en su rotación diurna emplea cerca de 10 h., su año es de doce veces mas largo, que el nuestro, y su volumen es 1,414 veces mayor, que el de la Tierra. Este planeta presenta una atmósfera muy favorecida por espesas nubes, que ocultan su superficie, y que obedecen á grandes movimientos meteóricos á cada lado del Ecuador: en sus comarcas marítimas ó sobre sus continentes, se nota que los vientos alisios dan movimiento á las templadas brisas en sus regiones intertropicales. La luz y el calor que el Sol derrama sobre su superficie es 22 veces menor, que sobre la Tierra en igual estension; la cantidad de aquellos agentes está distribuida en una proporción constante é invariable en cada lado de latitud desde el ecuador á los polos.

La temperatura de Júpiter es igual en toda su superficie, y comparable á una eterna primavera, por lo cual carece de estaciones: su diámetro es de 35,792 leguas; su volumen 338 veces mayor que la Tierra: su densidad 1,31, cuatro veces mas ligero que nuestro planeta. Júpiter presenta la particularidad, de te

ner las noches casi iguales á los dias, pero constantemente iluminadas por cuatro satélites, y favorecidos por largos crepúsculos. Estos satélites están á la distancia del planeta comprendido entre 108,268 y 483,260 leguas: y su revolucion está entre 1 d. 18 h. 27' 33" y 16 d. 16 h. 32' 8".

Saturno está á la distancia de 364.351,600 leguas del Sol; emplea en su revolucion cerca de 30 años, es mayor que nuestro planeta 734 veces; el diámetro de sus anillos es de 71,000 leguas, y sus ocho satélites alcanzan en el espacio una estension circular de 2,600 millares de millones de leguas cuadradas.

El diámetro exterior del anillo exterior mide. 71,000 leguas.

El diámetro interior del anillo exterior es de 62,500 id.

El diámetro exterior del anillo interior. 61,000 id.

El diámetro interior del anillo interior. 47,000 id.

La distancia de los anillos al planeta 8,300 id.

El intervalo de los dos anillos . . . 720 id.

Su espesor. 50 id.

El ancho 11,900 id.

Y la duracion de la rotacion de los anillos 10 h. 32' 11". La distancia de los satélites al planeta está entre 47,988 y 922,000 leguas: y la duracion de su revolucion está comprendido entre 22 h. 37' 22" y 79 d. 7 h. 53' siendo su densidad de 0,76 menor que la del agua destilada, que es la unidad admitida.

Muy marcadas son las estaciones de Saturno, no obstante de su larga duracion, que es de siete años y cuatro meses cada una, con la particularidad de que durante la estacion del invierno se distinguen manchas blanquecinas en sus polos. En su movimiento de traslacion, que verifica con notable rapidez, emplea 10 h. 16' constituyendo un dia completamente

idéntico al de Júpiter, resultando una depresion en los polos, efecto de esta velocidad.

Urano gravita sobre una órbita elíptica, que dista del Sol 732.752,400 leguas, que recorre en 84 años y 3 meses: su diámetro es de 13,700 leguas, su volúmen con los polos aplanados como los anteriores, 82 veces mayor que el de la Tierra; su densidad 0,98, casi igual á la del agua destilada. La Tierra recibe 360 veces mas calor y luz que Urano. Este planeta está rodeado de ocho satélites, que distan de su astro de 50,000 á 723,400 leguas, y la duracion de sus respectivas revoluciones está comprendida entre dos y medio dias, y poco mas de tres y medio mesés. El movimiento de estos satélites marca la direccion de Este á Oeste, al contrario de los satélites de los demás planetas, que es de Oeste á Este. El movimiento de rotacion de Urano se sospecha, que es retrogrado, esto es, de Oriente á Occidente, por su enorme distancia no ha sido posible fijarlo bien con el telescopio.

Finalmente el último planeta colocado á 1,147 millones de leguas del centro planetario, se llama Neptuno, describe una órbita cuya magnitud lineal pasa de 7,000 millones de leguas. En esta inmensa distancia el Sol aparece 1,300 veces menor, que desde nuestro planeta, obedece la misma fuerza de gravitacion; su año equivale á 164 de los nuestros, formando 59,900 dias; sus estaciones alcanzan 40 años cada una; su densidad es de 1,91, y su volúmen es cien veces mayor que el de la Tierra. No obstante los repetidos trabajos, que en la actualidad se hacen para averiguar el número de satélites, que acompañan á Neptuno, tal vez por efecto de su enormísima distancia no se ha podido descubrir mas que uno en 1846, que está á cien mil leguas de distancia de su astro, verifica su doble movimiento de rotacion y traslacion en el espacio de 5 dias y 21 horas. En estos dias se anuncia el descubrimiento de un segundo satélite, y es po-

sible que su número aventaje al de los anteriores planetas.

La distancia de Neptuno al Sol no cierra los confines del mundo planetario, pues muchos cometas describen órbitas mas estensas, cuya magnitud lineal necesitan millares de años para recorrerlas. En esas regiones inaccesibles á nuestros telescopios, se cree en la existencia de otros mundos planetarios desconocidos, resultando que nuestro sistema planetario traspasa los límites de Neptuno. Si comparamos la distancia del Sol á la estrella mas cercana, veremos, que escede de ocho mil veces la distancia de Neptuno al Sol.

Es indudable, que existe una relacion muy marcada entre todos los planetas, que componen nuestro sistema solar; sin embargo se advierte una division natural, que forma dos grupos separados por los asteróides. El primero comprende Mercurio, Vé-nus, la Tierra y Márte, que se distinguen por su aproximacion al Sol, por su pequeñez, por la brevedad de sus años, por la analogía de sus dias respectivos, por atmósfera y, por la composicion de la materia que los forma. Cada uno de estos astros tiene su figura, sus condiciones de existencia y representa el mismo papel en el Universo. El segundo grupo consta de otros cuatro planetas, notables por sus dimensiones, de tal modo que Urano, que es el menor de, los cuatro es mas voluminoso, que los cuatro interiores reunidos. Tambien se diferencian por los Satélites, que les acompañan, por la suavidad de sus revoluciones, y por la rapidéz de sus dias.

Así como el Sol es el centro del sistema planetario á cuyo al rededor jiran los demas astros, los planetas principales son á su vez centro de los movimientos de sistemas subalternos; pues los doce planetas indicados forman la parte mas importante del sistema solar, y arrastran en sus movimientos á los

veinte y dos satélites conocidos, segun los últimos adelantos de la ciencia.

DE LOS SATÉLITES.

Los satélites son cuerpos opacos, que jiran al rededor de sus planetas en órbitas elípticas y de Occidente á Oriente, siendo iguales los movimientos de rotacion y de traslacion. Su número es de veinte y dos repartidos en cinco planetas: la Tierra tiene uno, Júpiter cuatro, Saturno ocho y varios anillos, que jiran á su alrededor, Urano ocho, que se distinguen por medio del telescopio, y Neptuno uno, y acaso dos.

Los planetas interiores si esceptuamos la Tierra no tienen satélites, pero los exteriores que se hallan en las regiones mas distantes del sistema planetario, todos tienen satélites, y á escepcion de Neptuno que á imitacion de la Tierra solo tiene uno, prescindiendo del últimamente descubierto por considerarse dudoso, los demás arrastran un número mucho mayor, como que parece indicar, que la fuerza de atraccion no posee bastante energia para reunir la masa de la materia fraccionada.

El satélite de la Tierra es la Luna de notables dimensiones, su volúmen es mayor que el de cualquier otro satélite comparado con su planeta central, en fin es el único que se observa con la vista, sin necesidad del telescopio.

En la Luna se distinguen manchas de distinta magnitud y situacion, que desde la mas remota antigüedad los astrónomos vienen ocupándose de ellas. Diversas y muy ingeniosas teorías se han publicado para esplicar su origen, y aunque esponerlas deta-

lladamente sería ocioso, con todo vamos á consignar las mas importantes, siquiera sea por las personas ó escuelas que las autorizan.

Anaxagoras considera á la masa lunar en completa ignicion; su temperatura es bastante desigual, y en los sitios en que hay menos calor atribuye la existencia de las manchas. Los Estóicos aceptando en principio esta teoría, admiten la existencia de vapores de fuerza diferente, que salen del fuego de la Luna, los que originan en su masa variaciones importantes, produciendo las manchas en cuestion.

Examinada la Luna con un fuerte telescopio, se distinguen dos clases de manchas diferentes por su volúmen, mayores y menores. Las mayores parecen ser flúidas, absorven la luz del Sol, ó la reflejan con menos fuerza, que las partes sólidas. Las menores se cree, que son sombras proyectadas desde las montañas, que se reconocen en la superficie de la parte opuesta al Sol, resultando grandes desigualdades en el terreno, unas muy deprimidas, y otras muy prominentes. Los autores de esta teoría dividen en cuarenta y una partes la superficie del disco lunar, señalando á cada una con el nombre de otros tantos ilustrados astrónomos, que han enriquecido este estudio. En estas partes hay lagos, mares y regiones, del propio modo que se indican en las teorías de Klepero, Galileo, Gasendo y Escoto.

Huiggens con su exelente telescopio ha examinado muchas veces el disco lunar, y asegura, no haber semejanza alguna entre el aspecto de los mares y sus manchas. Cassini añade que tampoco hay nubes ni vapores, y como en esta época no era admitida la existencia de atmósfera en la Luna, no era posible aceptar los mares sin incurrir en marcada contradiccion.

Newton y otros astrónomos niegan, que las manchas telescópicas de la Luna sean producidas por

las sombras de sus montañas; y consideran á este satélite de forma esférica, comparándolo á una gran gota de agua, que obedece á las leyes de la fluidez y de la gravedad, que producen dicha figura. No obstante de las libraciones, que experimenta la Luna, sus bordes se observan muy nivelados, iguales y unidos, lo cual no sucedería si tuviese los montes indicados.

Gassendo admite tambien montes en la Luna, y á las razones de Newton manifiesta, que les montes en cuestion dan sombras á los valles contiguos; y si no se distinguen en los bordes de toda la masa, es por ser su volúmen mucho mayor.

Galileo y Klepero no obstante las opiniones antes espuestas, admiten en la Luna una atmósfera de poca elevacion, que los montes lunares sobresalen por sus cumbres, igualando de este modo los bordes del disco lunar.

Berzelius que tiene hechos importantes estudios sobre los areolitos, los que tienen notable cantidad de hierro, establece el principio, que la masa lunar consta de sustancias heterogeneas, en que el hierro abunda en el hemisferio, que mira á la Tierra, y que dá una sola revolucion alrededor de su eje, mientras jira alrededor de su órbita.

Los físicos y astrónomos modernos en virtud de los importantes trabajos, que desde la mas remota antigüedad se vienen publicando sobre las manchas de la Luna, han dado á luz su teoría basada en la gravitacion de las masas terrestre y lunar; y que llaman *Selenografía*. De su atraccion reciproca vemos diariamente, que el grande océano terrestre experimenta en la superficie, que mira á la Luna dos desnivelaciones, una de elevacion sobre el nivel del mar durante el flujo, y otra de depresion en el reflujo. Esta gravitacion tambien alcanza á la atmósfera, y las diferencias que se ad-

vierten entre las maréas de las aguas, que forman el oceano, y las del aire atmosférico, dependen de la distinta densidad de estas masas flúidas. Las maréas atmosféricas son tambien mas notables en las dimensiones de sus flujos y reflujos, porque son inmensamente mayores que las del mar. Las elevaciones del flujo marítimo alcanzan de seis á veinte méetros sobre su nivel, las del flujo atmosférico son de seis mil á veinte mil méetros sobre su nivel tambien; cuyas dimensiones son comparables con las terrestres.

Si concebimos un eje, que una los centros terrestre y lunar, sucederá, que la luz del Sol será diversamente reflejada sobre las eminencias, y depresiones de la superficie exterior atmosférica, y presentará una imágen sombreada, de tal modo, que se verá el disco terrestre sombreado constantemente, del mismo modo para todas las posiciones, en que se mire con paralelismo á dicho eje.

Está fuera de toda duda, que la masa lunar ejerce su atraccion sobre los cuerpos, que están en la superficie de la Tierra, originando la desnivelacion en los mas flúidos, que forman el mar y la atmósfera: del mismo modo la Tierra ejerce su atraccion sobre los cuerpos, que se hallan en la superficie de la Luna. Se advierte entre las masas terrestre y lunar notable diferencia, aquella es cien veces mayor que ésta, resultando que por cada méetro de desnivelacion, que sufren los flúidos terrestres, es cien veces mayor la que experimentan los flúidos lunares.

Respecto al origen de las manchas se sabe, que se producen por masas líquidas absorbentes del lumínico, por masas sólidas prominentes, por masas gaseosas aisladas y desniveladas como las nubes, y finalmente por la reflexion de la luz solar, que dá origen á sombras y figuras variadas, que no son constantes, por-

que tampoco lo es el viento, que es una de las mas importantes causas de su desnivel.

Sabemos, que la Tierra está rodeada de una atmósfera, del mismo modo existe otra al rededor de cada planeta y satélite. La Luna pues, que es el satélite de la tierra, tiene tambien su correspondiente capa atmosférica: la materia que forma las masas, de que se componen los astros, tienen el mismo origen, como se demostró al describir la procedencia de la materia cósmica. La parte sólida de la tierra tiene un color oscuro, su intensidad es variable, lo propio que la diafanidad de la atmósfera y la reflexion de la luz, del mismo modo admitirémos en la Luna y demás astros estas mismas condiciones en sus masas sólidas y flúidas. Por otra parte si los demás astros presentan sus hemisférios iluminados, es por la luz solar reflejada sobre sus atmósferas, la cual está adornada de condiciones completamente análogas á las de la Tierra, ofreciendo la misma identidad en su parte sólida, ejemplo de ello son los areolitos.

Si no existiese causa exterior, que origine la desnivelacion en la Luna y demás masas planetarias, por la ley de la gravitacion resultarían esféricas y lisas como una gota de agua, su aspecto sería siempre igual por mas veloz, que fuese su rotacion. Pero se distinguen ciertas figuras permanentes sobre el disco de alguno de estos astros por ejemplo, un anillo sobre el disco de Saturno, unas bandas trasversales sobre el de Júpiter, y unas manchas permanentes sobre el Lunar. Estas figuras sombreadas y permanentes son producidas por desnivelaciones en sus atmósferas, producto de causas constantes, ocupando el primer lugar la gravitacion. La accion de esta fuerza, así como sus resultados son distintos en la masa terrestre, que en la lunar. En la atmósfera terrestre notamos la accion de la gravitacion diurna por parte del satélite, que dos veces al día produce flujo at-

mosférico ó elevacion, y otras dos depresion ó reflujó, del propio modo, que se practica sobre las aguas del Occéano. De esto resulta un primer sistema de vórtices atmosféricos permanentes, capaces de producir lluvias mas probables, en unas horas que en otras, siempre que choquen las capas atmosféricas superiores y frias, con las inferiores saturadas de humedad.

La gravitacion Solar, y la atraccion Lunar influyen en formar sus especiales sistemas de vórtices en la atmósfera terrestre. La gravitacion Solar es menos sensible, que la Lunar por su gran distancia; pero es muy perceptible durante las zizigias de novilunio y plenilunio, por lo cual dos ó tres dias despues de verificada la conjuncion ó la oposicion del satélite, suelen presentarse mas altas las maréas, y son igualmente mayores los vórtices atmosféricos diurnos, hay mas probabilidad de lluvias y conmociones atmosféricas, que tienen lugar de quince en quince dias, precisamente en dias distintos despues de las zizigias, que varían de dos á seis.

Existe otro sistema de vórtices atmosféricos, que pueden llamarse equinocciales, son producidos por la presencia de la masa solar cerca del Ecuador, cuya accion no se advierte en los mismos equinoccios de Marzo y Setiembre, sino uno ó dos meses despues. Esta accion resulta de la gravitacion directa, que la masa solar ejerce sobre la atmósfera terrestre, mientras permanece cerca del Ecuador, determinando las lluvias casi constantes de Abril y de Octubre.

En la atmósfera se distinguen los sistemas de vórtices solsticiales, por los que un mes despues de llegado el Sol al solsticio de Capricornio á mediados de Enero, la gravitacion determina un movimiento de la atmósfera hácia el Sur, que es la causa de los vientos del Norte, y de las nevadas y frios de Europa.

Pasado un mes de haber llegado el Sol al solsticio de Cáncer, la misma gravitacion produce otro movi-

miento atmosférico en dirección al Norte, resultando los vientos del Sur que determinan el aumento consiguiente de temperatura.

Los dos planetas mas cercanos á la Tierra, Venus y Marte no son indiferentes á las acciones de gravitacion ejercidas sobre la atmósfera terrestre en sus vórtices y en las lluvias, que originan, cuyos planetas segun la posicion que ocupan respecto á la Tierra, modifican indefinidamente los resultados de los vórtices lunares y solares. Importa mucho conocer la posicion de estos planetas, para apreciar debidamente estos fenómenos, cuales son á la conjuncion mas ó menos completa, á la oposicion ó cuadratura respecto á la posicion de la Tierra.

Conocida la accion de la gravitacion que ejercen Venus y Marte en los fenómenos espresados se comprende, que son muchos los factores, que contribuyen á los resultados de los vórtices y movimientos de nuestra atmósfera. No sucede así con los vórtices de la atmósfera lunar, porque siendo este satélite cien veces menor que la Tierra, los vórtices diversos que la masa terrestre ejerce en la atmósfera lunar, son cien veces mayores, sin embargo de obedecer tambien á la accion de la gravitacion del Sol, de Venus, de Marte y otras; pero la atraccion producida por la Tierra es tan enérgica, que se sobrepone á los efectos de las demás gravitaciones, hasta el punto de que son inapreciables, y por esto las sombras que se advierten dentro del disco lunar producidas por los vórtices atmosféricos resultantes de la gravitacion terrestre, son constantemente iguales.

Siendo estos vórtices tan enérgicos, han de producir en la Luna conmociones y aguaceros constantes y periódicos cien veces mayores, que los que nuestra atmósfera experimenta en el periodo de los equinoccios de Abril y Octubre. De todas estas observaciones se infiere que la atmósfera lunar es menos

diáfana, mas nebulosa y reflejante del luminico que la terrestre, y por esto se presenta la Luna bajo la apariencia de un cuerpo sólido con sombras mucho mas densas, que las que pueden producir las simples capas de aire.

Los mayores planetas, los mas aplanados y colocados á mayor distancia del Sol, segun las últimas observaciones de Modler son los que presentan, además de lo que queda consignado, mayor diferencia de diámetros y de masas entre los satélites y sus planetas respectivos, que el mismo sistema formado por la Tierra y la Luna, que están á la distancia de 85,000 leguas aproximadamente. Las relaciones de densidad entre estos dos astros son distintas, se hallan en la proporcion de 9 á 5, al paso que el segundo satélite de Júpiter es de todos los conocidos, el mas denso que su planeta, como se demuestra por los cálculos recientemente hechos sobre las masas y los volúmenes de dichos satélites.

Diferencias muy marcadas se advierten entre los sistemas secundarios propios de los planetas exteriores, comparados con los de igual clase interiores. Saturno es el astro que presenta mayor número de modificaciones importantes bajo diversos conceptos.

Además de las que proceden de su rotacion, volumen y densidad, y otras propias del mismo planeta, es necesario ocuparnos de las que están relacionadas con sus satélites.

Se ha dicho que Saturno va asociado á ocho satélites, y las observaciones producidas para conocer su volumen han puesto de manifiesto, que el sexto y el sétimo son considerables y mayores que cualquiera de los cuatro que pertenecen á Júpiter. El sexto satélite de Saturno es el mayor de todos los conocidos, es diez y siete veces menor que su astro, su diámetro es doble del de la Luna y casi igual al del planeta Marte; no obstante de todo para observarlo es pre-

ciso un fuerte telescopio por hallarse á una distancia considerable.

Los satélites de Urano, son los que ofrecen mas dificultades para reconocerlos en todo el sistema solar por efecto de su pequeñez, pero comparados con los dos primeros satélites mas próximos á Saturno dan un resultado diametralmente opuesto. Los discos aparentes de los satélites de Urano son tan pequeños, que es preciso apelar al *micrometro*, para determinar sus verdaderas dimensiones, acaso las mas inciertas y laboriosas.

Las distancias que presentan los satélites de sus astros respectivos ofrecen diferencias, que no pueden pasar desapercibidas. El octavo satélite de Saturno está á la distancia de 922,000 leguas, escede mas de diez veces de lo que la Luna lo está de la Tierra, siguen despues en distancia de sus astros centrales, el octavo de Urano, que se halla á 723,400 leguas, y el cuarto de Júpiter que está á 483,260 leguas. En segundo término, se hallan el sétimo satélite de Saturno que dista 422,600 leguas, el sétimo de Urano que está 311,700 leguas de distancia, el sexto de Saturno 315,866 leguas lejos, y el tercero de Júpiter que dista 274,742 leguas.

Las distancias de los últimos satélites de Júpiter, Saturno y Urano marcadas en radios de sus respectivos planetas guardan entre sí las relaciones, que indican los números 91, 64 y 27, resultando que el octavo satélite de Saturno casi está separado del centro de su astro, como la Luna puede estarlo del centro de la Tierra.

Este resultado acaso parecerá exagerado, por lo que se acaba de esponer, pero desaparecerá al momento esta duda, comparando los volúmenes de la Tierra y de Saturno, siendo el de este astro 928 y media veces mayor, que el de la Tierra. Espresando la distancia del mismo satélite ya citado de Saturno

en semidiámetros del mismo astro, arroja un resultado comprendido entre 2 y 47, que segun Modler convertidos en leguas son 26,630 por término medio. Formando el cálculo desde la superficie de Saturno son 15,806 leguas, y desde el borde estenso del anillo son 1,636. El cuarto satélite de Júpiter dista del centro de este planeta seis semidiámetros del mismo astro; y finalmente, la Luna dista de la Tierra algo mas de treinta semidiámetros terrestres, distancia menor en 8616 leguas del referido satélite de Júpiter á su centro.

Los satélites mas próximos á sus respectivos planetas son en primer término el primero de Saturno, que es el único de todos los conocidos que verifica una revolucion completa en menos de 24 horas. Siguen despues el segundo satélite del mismo astro, que emplea cerca de un dia y nueve horas; el primero de Júpiter invierte próximamente un dia y diez y ocho horas, y el primero de Urano necesita muy poco mas de dos y medio dias.

Puestas de manifiesto las relaciones mútuas entre los satélites y sus respectivos astros centrales, resulta que estos sistemas ó mundos secundarios obedecen á las leyes de la gravitacion, á que están subordinados los movimientos de los planetas al rededor del Sol, centro de nuestro sistema planetario.

Los satélites de la Tierra, Júpiter y Saturno verifican sus movimientos de Occidente á Oriente, del propio modo que sus planetas al rededor del Sol, describiendo elipses cuyos ejes se diferencian poco entre sí, porque su figura es casi circular. La Luna y el primer satélite de Saturno son los únicos, que describen sus órbitas en forma mas elíptica que Júpiter, por ser algo mayor la diferencia de sus ejes con relacion á los de los satélites antes espresados. Mr. Bessel ha hallado la escentricidad del sexto satélite de Saturno, y resulta ser algo mayor que la de la Tierra.

Los movimientos de los satélites de Urano son en direccion enteramente distinta de la que siguen los demás satélites de Oriente á Occidente. La direccion del movimiento de Urano no está bien determinado, efecto de la inmensa distancia que está de la Tierra, y así no es posible asegurar, si la direccion de sus satélites es ó no la misma, que la de su astro central. Las órbitas que describen estos satélites manifiestan tener escasa inclinacion con el plano de la eclíptica.

Es posible, que á la considerable distancia, que está Urano del Sol, su fuerza de gravitacion haya disminuido estraordinariamente, porque estando separado de la Tierra diez y nueve rádios, es aun mucho mayor la distancia, que está del astro central, por lo que no son de estrañar las notables peripecias, que observamos en sus movimientos y en los de sus satélites, ambos distintos á los que ejecutan los demás astros.

Las últimas observaciones practicadas con los satélites de Urano hacen sospechar, que el segundo y el cuarto ejecutan movimientos contrarios á los otros satélites, llevando direccion contraria á la rotacion de su planeta central. Estos importantes fenómenos, indican que estos satélites deben haber experimentado acciones desconocidas y muy enérgicas de retardacion y de reaccion.

Saturno es el único astro, que está rodeado de un anillo, su anchura aparente es casi igual á su distancia de la superficie del mismo planeta, ambas parecen ser el tercio de su diámetro. La irradiacion que presenta, motiva el aumento en el verdadero ancho del anillo, por lo que debe reducirse algo su estension.

Este anillo es invisible en dos casos: primero cuando su plano prolongado pasa por la Tierra, y segundo cuando pasa por el espacio que separa al Sol de la Tierra. En el primer caso, el espesor del anillo no es

sensible, y en el segundo, la superficie iluminada del anillo está oculta á la Tierra, de modo que los rayos interceptados por el anillo forman en la superficie del planeta una mancha parecida á la que se vé, por la sombra del anillo; en ambos casos aparece Saturno de forma esférica.

El anillo de Saturno se considera como una reunion de satélites intimamente relacionados entre sí, que obedecen al movimiento general de este astro.

Los satélites, además del movimiento que verifican al rededor de su astro respectivo, practican otro en torno de su eje, en el mismo tiempo que verifican el primero. La revolucion sideral practicada al rededor del astro de quien dependen, ofrece irregularidades periódicas por los dos movimientos, que no es posible verificarlos con la debida igualdad, produciendo la especie de balancéo, que observamos en la Luna, el que manifiesta muy claramente su estension en longitud y latitud. Este fenómeno constituye la *libracion aparente*, por la que se observa poco mas de la mitad de la superficie de la Luna, cuando la parte visible de este astro, está al Este, ó al Oeste del disco aparente.

En los movimientos de los satélites se advierte la importante circunstancia, de que presentan siempre al planeta la misma faz.

Los movimientos de libracion son frecuentes y fáciles de observar en las regiones polares, y á ellos se debe ciertas partes de notable interés, que á veces se distinguen. Cerca de la mitad de la superficie total de la Luna no puede ser observada por nosotros, á no ser que ocurra algun acontecimiento, que modifique la marcha normal de este astro.

DE LOS COMETAS.

Los cometas fueron mirados por mucho tiempo como meteoros formados en la atmósfera, y la preocupación vulgar los consideraba como signos precursoros de calamidades. Newton ha contribuido á disiparlos, manifestando que su origen era idéntico al de los demás astros, y que solo se diferenciaban por la excesiva escentricidad de sus órbitas, que ya se hallan muy distantes, ya muy cerca del Sol.

Los cometas son unos astros opacos, esferoidéos, que describen una elipse muy escéntrica, dejan de ser visibles durante la mayor parte de su revolucion. Por la notable escentricidad de sus órbitas se distinguen de los planetas, además son poco densos, y muchos de ellos con frecuencia van acompañados de una luz fosforescente. Mr. Arago ha probado, que la luz que reflejan, no es propia y que procede del Sol.

Es considerable el número de coméetas conocidos, siendo 700 los que están perfectamente descritos. Cinco siglos antes de la era Cristiana ya eran conocidos esta clase de astros por los Chinos y por los Griegos. La fuerza de estension de la materia, que forman los cometas, ha sido siempre tan débil, que su masa se deja atravesar por la luz de las estrellas, sin que esperimente refraccion de ninguna clase, ocupando con poca cantidad de materia espacios de consideracion, que á veces ocupan millones de leguas, formando sus largas colas. La forma de estas materias gaseosas, que los coméetas proyectan á lo lejos, tiene tal estension, que algunas veces ha sido igual, á la distancia, que separa á la Tierra del Sol, atravesando las órbitas de Mercurio y de Venus., y existen pruebas

evidentes, de que en épocas no lejanas han penetrado en nuestra atmósfera.

Los antiguos daban el nombre de nubes errantes á estos astros. No todos los cométas tienen cola, algunos pueden confundirse con las estrellas nebulosas por su forma redondeada, y por su luz débil y concentrada hácia al centro, no obstante hay algunos, que la tienen bien brillante.

Los cométas bien descritos se componen del *núcleo*, que se considera como su centro, el cual tiene menos densidad que las nubes, y de la *cabellera*, que es la ráfaga luminosa que comunmente le acompaña. La cabellera ya va delante del núcleo, *barba*, ya detrás, *cola*, cuyo nombre se aplica indistintamente á las ráfagas cualesquiera que sea su posicion. El núcleo está circunscrito por capas concéntricas de vapores densos ó enrarecidos.

Hay núcleos, que pueden competir en brillo con estrellas de segunda magnitud, y aun de primera, toda vez que han sido observados al medio del dia, cuando la luz del Sol ilumina mas; por lo cual no debe fijarse de un modo absoluto el perimetro de los cometas, y la fuerza de su parte iluminada. Por estos fenómenos hay astrónomos que han sentado su teoría de que la materia de los cometas en ciertos casos toma mas densidad, y es capaz de reflejar la luz del Sol.

Las manifestaciones de estos astros durante sus movimientos recorriendo sus órbitas, son importantes, su brillo aumenta cuando están mas próximos al Sol, y el calor que experimentan es tan fuerte, que seca completamente su superficie. Los líquidos se convierten en vapor, y toman una direccion opuesta á la del fuego que lo produce, originando su cola.

Mr. Herschell con sus grandes telescopios observó un cometa que presentaba el disco completo, sus ejes tenían la longitud de 180 y 142 leguas respectivamente. En aquellos cometas de núcleos cuyos contornos

no están bien determinados observó, que su diámetro media de ocho á nueve leguas. Los cometas se llaman planetarios cuando sus órbitas están encerradas en el espacio, en que se encuentran las de los planetas.

En el año 1811 se presentó un cometa, que permaneció en nuestro horizonte algun tiempo, de modo que pudo ser observado con bastante proligidad, resultando que su núcleo carecia de homogeneidad con la nebulosidad luminosa, de que estaba rodeado, notándose además un espacio oscuro que separaba el núcleo de la nebulosidad. Tambien se vió, que la intensidad no aumentaba de la circunferencia al centro, se distinguieron capas concéntricas y brillantes, que alternaban con otras de materia nebulosa de menos densidad y brillantez, y por lo mismo mas oscura.

La cola de los cometas toma varios nombres por su direccion y composicion.

Por su direccion se llama recta ó curva, tomando en este caso la forma cóncava. La concavidad presenta tambien diferencias notables, ya corresponde á sus dos lados ó bordes exteriores, ya á uno solo. Por su composicion ofrece importantes modificaciones. Comunmente la cola es *simple*, esto es sin division manifiesta, ó *doble*, en este caso forma dos hilos de diferente estension. Se han visto cometas de cola múltiple, compuesta de seis hilos de desigual longitud, siendo los exteriores mas largos, que los interiores, hasta formar un ángulo de 60.º

Algunos de estos astros en su movimiento siguen direcciones distintas á las de los planetas y satélites, se mueven de Oriente á Occidente, ó en forma perpendicular á la eclíptica, dando á las colas un movimiento contrario al del Sol, siguiendo una línea recta, que saliendo del cometa se dirigen al centro de aquel astro. Este fenómeno es fácil de comprender, teniendo presente la naturaleza de la materia que forma los cometas, su poca atraccion, y acaso su nula

compresion. Estas atmósferas gaseosas tienen la figura cónica y están formadas de varias capas concéntricas, que se hallan á grandes distancias.

Las colas de los cométas aumentan sus dimensiones y su brillo, á medida que están mas cerca de su foco. Los cometas de cola doble, hay algunos que presentan la notable circunstancia, de que un hilo sigue su direccion propia, y el otro la contraria, formando ambos hilos un ángulo de 160° . La materia cosmica, que forma esta nebulosa obedece á dos corrientes, que resultan por las alteraciones de la polarizacion, y que obran en diversos sentidos.

La forma de estos astros no es permanente é invariable en un mismo cométa, pues han observado los ilustrados astrónomos Heinsio, Bessel y Herschell, que la modifican con la mayor facilidad.

Antiguamente se habia notado, que nuestra vista atravesaba con gran facilidad un cometa, en particular la cola, del propio modo que lo verifica con las nubes, continuando las estrellas siendo visibles. Los rayos luminosos cuando atraviesan una nebulosidad, aunque sea la parte mas densa, no sufren modificacion de ningun género, continúan su direccion rectilínea, careciendo la materia del cometa completamente de poder refringente. Este fenómeno lo presentan, aunque el rayo luminoso no proceda de estrellas de primera y de segunda magnitud, porque Mr. Halley lo ha observado tambien con estrellas de décima magnitud.

Estos hechos inducen á sospechar, que la materia de los cométas no debe ser de naturaleza gaseosa, cuando menos su núcleo; lo cual está conforme con la teoría, que establece que estos astros constan de átomos independientes, que forman nubes cosmicas, que obran sobre la luz del propio modo, que las nubes de nuestra atmósfera, que ninguna accion tienen sobre ella. La disminucion de una estrella por la interposi-

cion de un cometa se sospecha que procede de su fondo iluminado, en el que se forman las imágenes,

Los fenómenos de la polarizacion de la luz tienen un notable interés sobre la naturaleza de los astros. El instrumento llamado *polariscopo*, se ha empleado para demostrar, si un rayo de luz que llega hasta nosotros, y que ha recorrido un espacio infinito es un rayo directo, reflejo ó refracto, ó si el cuerpo que lo emite es sólido, líquido ó gaseoso. Las esperiencias que con este objeto se han practicado, han ilustrado mucho este particular, pero queda por resolver si la luz solar, que los planetas, satélites y cometas reflejan, procede únicamente del Sol, ó puede estar mezclada con otra, propia del astro, como se cree acontece con los planetas y en particular Venus.

Las variaciones que se advierten en la viveza de la luz de algunos coméatas, hay varias opiniones para esplicarlas. Unos atribuyen estas alteraciones á sus cambios de posicion relativamente al Sol, y otros la esplican como procedente de la creciente condensacion, y de las modificaciones que experimenta la fuerza reflejante de la naturaleza del coméata; acaso procede de ambas acciones combinadas.

Hase observado tambien, que algunos coméatas han reducido la masa de su nucleo, cuando se hallaban en su perihelio, y que á medida, que iban apartándose del astro, iban aumentando de volúmen.

Mr. Encke ha demostrado la existencia de un cometa, que tiene el punto de su órbita mas apartado del Sol, actuando en el espacio, en que se mueven los planetas menores y Júpiter; su escentricidad escede á la de Juno, que es considerada como la mayor de todas. Este coméata presenta ademas el particular contraste, de que empleando en su revolucion muy próximamente tres y medio años, en el espacio de cincuenta y dos, ha disminuido un dia, siete horas y dos minutos los pasos sucesivos de este coméata por su perihelio.

Todo cuanto se ha espuesto de los cométas se demuestra por medio de las perturbaciones planetarias. Al efecto, se admite tambien la existencia de una materia muy enrarecida, que llena el espacio, la cual opone cierta resistencia á los movimientos, y disminuye los grandes ejes de las órbitas de los cométas. El valor de la resultante de esta resistencia es casi igual antes y despues del paso del cométa por su perihelio, debido acaso á las variaciones de forma, que sufre esta materia cósmica, ó á la diferente densidad de las capas, que forman la nebulosidad.

En el año de 1826 Mr. Biela descubrió un cometa, de corto periodo, de carácter planetario, cuyo afélio rebasa la órbita de Júpiter, pero sin alcanzar en mucho la de Saturno. Verifica su revolucion al rededor del centro planetario en seis años y nueve meses, su movimiento es completamente igual al de los planetas; su volúmen es menor, que el de Mr. Encke ya espresado. De todos los cométas conocidos, el de Mr. Biela es el único, que corta la órbita de la tierra, y que su encuentro algun dia puede ocasionar una perturbacion, cuya magnitud é importancia no es fácil señalar. La masa de este cométa comparada con la de la Tierra representa cinco por mil, y los átomos que lo forman tienen muy poca cohesion. Por todo cuanto queda espuesto de los cométas se deduce, que nada materialmente hay que temer de este encuentro. Efectivamente el dia 29 de Octubre del año de 1832 el espresado cométa chocó con la Tierra, y nada de importancia ocurrió: sin embargo este encuentro no debe confundirse con el que se acaba de indicar.

Este cométa en la aparicion de 1846 á la simple vista de los astrónomos presentó el notable fenómeno de dividirse en dos fragmentos distintos, que tomaron el nombre de cabezas. Esta separacion fué acompañada de cambios importantes en su forma y en su brillo. Se presentó de nuevo en el año de 1852

con la notable circunstancia de que las dos cabezas estaban algo mas separadas: de modo que en el célebre cométa de Biela debemos reconocer tres fuerzas importantes: la primera es una fuerza impulsiva del cométa, *centrífruga*, que combinada con la *centrípetra* del Sol, origina una curva escéntrica, que describen estos astros: la segunda es una fuerza *explosiva ó volcánica*, que produjo la division del cométa; y la tercera es la de la *gravitacion*.

Mr. Halley descubrió un cométa cuyo nombre lleva, que tiene la particularidad de efectuar su movimiento en sentido contrario al de los planetas, y al de la mayor parte de los cométas.

Los cométas de Biela y de Encke presentan sus órbitas planetarias, que se cortan entre sí, pudiendo muy bien suceder, que algun dia lleguen á chocar en virtud de las grandes perturbaciones, que en ellos se operan. La masa de estos astros, como todos los de su especie, está falta de coherencia, por lo cual si alguna vez llegan á chocar, se mezclará la materia, que forma cada cométa, produciendo esta perturbacion, acaso una modificacion en la masa de cada astro. Es posible, que á la distancia en que se encuentran los átomos de la materia cósmica, que los constituye, resultaría una simple mezcla de las materias, que forman cada uno de estos astros, siguiendo su movimiento respectivo sin sufrir modificacion de ningun género. Desde la creacion mas de una vez debe haber habido choques de masas de cométas entre sí, y en particular entre estos dos indicados, y no por esto han dejado de presentarse en su época correspondiente.

Mr. Faye célebre astrónomo francés descubrió otro cométa en 22 de Noviembre de 1843. Su órbita está entre las de Márte y Júpiter, tiene una elipse casi circular, por la poca diferencia de sus ejes, en su revolucion emplea siete años y cien dias.

Además de estos tres cométas de órbitas mas ó menos elípticas, se conocen otros, tambien planetarios, que hacen sus revoluciones en cinco ó seis años, y sus afelios se hallan cerca de Júpiter. Estos cométas son los de Messier, de Banpain y de Lexell.

A continuacion de estos cométas se pueden colocar otra porcion de estos astros, que en su revolucion emplean de 70 á 76 años, como el de Halley, que en el año de 1835 fué observado por última vez, con la particularidad de que se presentó con menos brillo, que en las apariciones anteriores. Los cometas de Olbers y el de Pons son tan pequeños, que sin el telescopio no se les puede distinguir.

Hay además otra clase de cométas, que no es fácil determinar, pues por los datos de que dispone la ciencia necesitan miles de años. En esta categoría estan los que hicieron su aparicion en los años de 1811, y de 1680. Este último se aparta del Sol 23,328 millones de leguas, y necesita 88 siglos en recorrer su órbita: el primero emplea en este mismo movimiento tres mil años, se aleja tambien del Sol 11,126 millones de leguas, cuando está en su perihelio, anda mas de 70 leguas por segundo, trece veces mas que nuestro planeta, y en su afelio apenas recorre nueve metros por segundo.

Finalmente, siendo tan crecido el número de estos astros, se conocen muchos, que no ha sido posible calcular de un modo definitivo el tiempo, que emplean en recorrer sus órbitas.

No será estraño, que algun dia se descubra algun cométa, que en su revolucion necesite mas tiempo, que el que gasta el de 1680, antes citado. En este caso se pueden contar á las estrellas, que las mas próximas, segun los últimos cálculós acerca de su paralage distan del Sol 250 veces mas, que el afelio del repetido cometa de 1680. Además de los cométas, que estan á distancias mas ó menos notables del astro central, los

hay tambien, que se hallan mucho mas cerca del Sol, que los anteriores.

Mr. Lexell en 1770 descubrió un cométa, en el que Júpiter ha producido importantes trastornos, sin que ninguno de los dos haya experimentado alteracion alguna, porque dos veces traspasó el espacio, que sitúan sus cuatro satélites, además es de los coméatas, que mas se han aproximado á la Tierra.

El coméata que hemos dado á conocer, que tuvo su aparicion en el año 1680 en su perihelio se aproximó tanto al Sol, que su distancia no llegaba á la sesta parte del diámetro solar.

Hay coméatas, que tienen el perihelio de sus órbitas mas allá de Marte, por lo cual no es fácil, que puedan ser observados por los habitantes de la Tierra, en virtud de su distancia.

DE LOS AREOLÍTOS, ESTRELLAS VAGAS Y BÓLIDOS.

Mucho se ha escrito sobre el origen de los areolítos ó piedras meteóricas, de las estrellas vagas ó fugaces, y de los bólidos, considerándolos de una misma procedencia, en virtud de la grande analogía, que tienen entre sí: suponiéndolos corpúsculos, que jiran al rededor del Sol, describiendo secciones cónicas, y obediendo como todos los astros á las leyes generales de la gravitacion. Los antiguos creyeron, que eran producto de la accion electro-atmosférica, ó de las erupciones volcánicas de la Luna ó de la Tierra.

Desde la mas remota antigüedad está llamando la atencion de toda clase de personas, la caida de cuerpos sólidos mas ó menos candentes, desde las altas regiones del espacio, y que parece se vuelven lumi-

nosos al penetrar en nuestra atmósfera, dividiéndose generalmente en fragmentos, que al caer al suelo conservan una temperatura mas ó menos elevada. Este acontecimiento está fuera de toda duda, porque muchas veces ha tenido lugar en presencia de varias personas.

Los fenómenos que en su caída acompañan á los areolitos son completamente idénticos, y el número de piedras meteóricas de que se tiene conocimiento es muy incompleto. Es posible que algunos han caído sin ser observados, acaso lo habrán verificado en el mar, cuya superficie alcanza las tres cuartas partes á la de toda la tierra. No obstante de estas dificultades la ciencia tiene conocimiento de la caída de cerca 150 de estas piedras meteóricas. (Véase el cuadro final.)

La historia de los areolitos nos pone de manifiesto, que su caída es independiente de los climas y de las estaciones, lo mismo caen cerca de los polos, que en los trópicos, en invierno, que en verano, y que es necesario un conjunto de circunstancias para poder ser observados.

Además de estos areolitos, se conocen unos pocos, que ninguna noticia se tiene de la época de su caída, como la piedra negra de Kaava en la Meca, la piedra celeste, que sirve en Inglaterra para celebrar las fiestas de la coronación de los reyes.

También se atribuye á origen meteórico las masas ferruginosas aisladas, compuestas de silicato de magnesia con granos de hierro y níquel, habiendo algunas de un peso considerable como la del Senegal.

La voz areolito se aplica á toda piedra caída del espacio, y de procedencia extra-atmosférica. Los areolitos son masas candentes cuya temperatura se considera producida por su compresión, y roce con las capas de la atmósfera, que van siendo mas densas, á medida que se aproximan mas á la superficie de la

Tierra. Tambien influye en su calor la esfoliacion, que experimentan, al llegar á las capas inferiores del aire.

Se sospecha, que al penetrar los areolitos en nuestra atmósfera, se ponen luminosos, y como del análisis practicado en vários de ellos no se les ha encontrado un átomo de materia combustible, justifica mas la opinion antes espuesta. Efectivamente una masa areolítica, con velocidad por ejemplo de dos quilómetros por segundo, es capaz de producir una temperatura, que alcance al rojo blanco, inflama la inmensa multitud de corpúsculos de origen orgánico, que pululan en la atmósfera, produciendo llama y luz. Los que son de naturaleza mineral modifican su composicion, aumentando la oxigenacion del hierro en las capas exteriores, adquiriendo las condiciones magnéticas. Este hierro ofrece marcada diferencia con los granos del mismo metal, que forman su núcleo, pues son de aspecto vitrificado y de color negruzco.

Todas las masas meteóricas se parecen por su estado fragmentario, su figura prismática ó piramidal con el vértice truncado, y su perimetro mas ó menos convexo. Algunas observaciones muy recientes inducen á creer, que las masas areolíticas principian á inflamarse á una altura extra-atmosférica, en donde admiten la existencia de un vacío casi completo resultando de ello un hecho, que los químicos no quieren admitir, á saber la existencia de fenómenos luminosos sin el concurso del oxígeno ni de otro gas cualquiera. Esta teoría está sostenida con gran entusiasmo por Mr. Poi son, el que se propone demostrar, que los areólitos se inflaman antes de penetrar en nuestra atmósfera.

Algunos confunden las piedras areolíticas con las masas volcánicas, pero examinando atentamente su estructura, se observa que éstas la tienen porosa, y aquellas completamente compacta.

Mr. Izarn es de dictámen, que la formacion de los areolitos procede de la accion eléctrica de las capas atmosféricas, del propio modo que se forman otros cuerpos sólidos.

Admitido el origen extra-atmosférico de los areolitos, parece lógico, que se admita su procedencia del astro, que está mas próximo á la Tierra, su satélite, el cual ejerce mayor atraccion sobre las masas fluidas, que descansan sobre la superficie de nuestro planeta, como se demuestra en las maréas y en los vórtices.

Calculada la velocidad inicial de un cuerpo, que procede de la masa lunar, de modo que llegase á la esfera de mayor atraccion, cual es la Tierra, resulta ser de 2,300 métrros por segundo para producir esta traslacion.

La teoría del origen lunar de los areolitos de Mr. Olberts fué robustecida con la opinion de Mr. Laplace, y posteriormente con la de Mr. Biot, Poisson y Berzelius. Segun esta hipótesis, y admitida la identidad de origen de todos los astros, el hemisferio, que la Luna constantemente presenta á la Tierra pone de manifiesto montes mas elevados, que los terrestres, y muchos cráteres volcánicos, dotados de una fuerza expansiva capaz de romper y lanzar grandes masas fuera de la accion, que alcanza la atraccion lunar. En este caso el areolito entra en una esfera de atracciones nuevas, y obligado á caer sobre la gran masa, cuya preponderancia de gravitacion la llama hácia sí, debe precisamente ser la Tierra.

Los areolitos considerados como fragmentos de la Luna tardarian dos y medio dias en recorrer con movimiento progresivamente acelerado las 85,000 leguas de distancia, que separan las masas terrestre y lunar.

Al tratar de la Luna hemos dado á conocer la teoría de Berzelius, que establece, que los areolitos proceden del satélite de la Tierra, y que á la gran cantidad de hierro, que tiene aquel astro se debe la cir-

cunstancia de presentar constantemente el mismo hemisferio á la Tierra.

La hipótesis mas reciente y la mas aceptada es la llamada fragmentaria, que esplica el origen de los areólitos del fraccionamiento de alguna masa planetaria, que en tiempo de Hiparco recorría una órbita intermedia entre Marte y Júpiter.

Esta teoría está fundada, en que las pequeñas masas situadas dentro de la atmósfera terrestre, estan sugetas á la ruptura y separacion de partes por varias causas físicas, como un cambio brusco de temperatura: del mismo modo existen causas de disgregacion en las grandes masas, que pueblan el espacio, sea cual fuere su denominacion.

Estas masas mientras permanecen en el espacio, obedecen á las leyes de la gravitacion, manteniéndose á la distancia, que permite la fuerza atractiva del centro planetario, permaneciendo en este estado todo el tiempo, que dura la accion pacífica de estas fuerzas. Si causas difíciles de determinar, porque pueden ser infinitas obligan á estas masas fragmentarias á dividirse, perdiendo su posicion de equilibrio, tienen indudablemente, que ceder á la fuerza atractiva de los astros, que se hallan en su esfera de accion, y la masa que se ve obligada á ceder á la accion terrestre, tiene precisamente, que verificar su caida en cualquier parte de la superficie de nuestro planeta.

Otras masas areolíticas mas ó menos voluminosas obedecerán á la atraccion de otro astro, siendo posible, que al caer vayan acompañadas de los mismos fenómenos, aunque con alguna diferencia por efecto de su energía, y de los que presentan al caer en la superficie terrestre.

Los *bóolidos* son globos igneos de gran volúmen y brillo, que se observan en el espacio. En su movimiento parece, que describen arcos de círculos máximos, que siguen direcciones determinadas, no obs-

tante el movimiento de rotacion que sobre sí mismo verifican. La irradiacion que manifiestan en el espacio aumenta mucho su diámetro aparente, que aveces parece ser mayor que el de la Luna.

La figura de los bólidos siempre es circular, aparecen á diversas alturas, generalmente mayores que nuestra atmósfera; ya son visibles, ya desaparecen con la mayor facilidad sin perder nunca su diámetro. Su aparicion siempre va acompañada de cierto ruido, dejando tras sí con mucha frecuencia un rastro luminoso, análogo al de los areolitos que dura algunos segundos, pronto desaparecen, y todos estos fenómenos los ejecutan con una velocidad casi igual á la de los planetas.

M. Arago ha clasificado por meses 813 apariciones de bólidos que han caido durante el espacio de muchos años, de la cual se desprende las mismas consideraciones, que hemos sacado del cuadro de las estrellas fugaces, que en su lugar esponemos.

Bólidos observados:

En Enero.	57		En Julio.	74
Febrero.	57		Agosto.	123
Marzo.	48		Setiembre.	64
Abril.	52		Octubre.	77
Mayo.	50		Noviembre.	90
Junio.	43		Diciembre.	80

El origen de los bólidos es idéntico al de los areolitos, y al de las estrellas fugaces. Algunos astrónomos admiten ademas tres causas diferentes acerca de la posibilidad originaria de los areolitos, y su caida en la superficie de la Tierra.

Primera, de progresiones volcánicas lunares.

Segunda, de restos ó fragmentos de alguna masa, que ha desaparecido del sistema planetario.

Tercera, de la condensacion de la materia revolutiva emanada del Sol.

Los análisis practicados por quimicos de gran ce-

lebridad en varios areolitos han puesto de manifiesto que su composición química no es igual en todos ellos, sin embargo de que presentan cierta analogía, por lo cual es posible admitir la diversidad de procedencias. Todos los astrónomos y cosmólogos opinan, que los areolitos tienen un origen fuera de nuestro planeta, que verifican su caída en la dirección de Este á Oeste. Esto se justifica por la corteza vitrificada y negruzca que tienen, y la complicada y hasta cierto punto variada composición química.

El detenido exámen de las observaciones, que sobre los areolitos se han verificado en épocas distintas resulta, que los bólidos, las estrellas vagas y los areolitos mismos se consideren como fenómenos de idéntica procedencia, *meteóros cósmicos*. Se han visto grandes areolitos y enormes bólidos acompañados de luz, humo y detonaciones, siendo la luz bastante viva pues se han distinguido al medio del día. En la bóveda celeste se divisan estrellas vagas tan pequeñas, que aparecen en forma de líneas fosforescentes.

Los fenómenos que nos presentan los bólidos están enlazados con la caída de las piedras meteóricas, que llevan una fuerza de proyección tan enérgica, que al llegar al suelo se hunden con tal energía, que algunas han profundizado tres metros, lo cual es una prueba de la identidad entre los bólidos y los areolitos. Estos acontecimientos á veces tienen lugar estando el cielo despejado, de repente se presenta una nube muy oscura, que arroja las piedras meteóricas á la superficie de la Tierra, seguidas de grandes detonaciones unas veces, y otras sin ruido alguno. Este fenómeno á veces ha quedado circunscrito en un reducido espacio, mas en otras ha tomado mayores proporciones, alcanzando comarcas enteras, que han sido reconocidas por el número tan crecido de fragmentos de una misma naturaleza, pero diferentes en forma y volumen. Estando la atmósfera completamente des-

pejada se han visto tambien caer areolitos.

Un ejemplo reciente de la caída de un areolito con todos los caracteres, que le son propios, tuvo lugar el día 5 de Noviembre de 1851 en Nulles pueblo que dista cuatro leguas de Tarragona. Estaba la atmósfera en completa calma, eran las cinco y media de la tarde, cuando de repente apareció hácia levante un globo luminoso, centelleante en las altas regiones del espacio, que aumentaba de volúmen á medida que se aproximaba. Se dirigía al SO. dejando atrás una larga cola luminosa, que á los veinte minutos desapareció. La aparicion de este globo fué seguido de una gran detonacion, que duró un minuto. A la distancia de veinte leguas fué visto este fenómeno: los areolitos que cayeron, fueron vários, y alcanzaron el espacio comprendido entre Valls y Tarragona. Su volúmen y peso no era igual, en Nulles se recogió uno, que pesó veinte libras, los demas pesaron de una á cinco libras. Por la fuerza de proyeccion, que llevaban, penetraron en él suelo medio métro: siendo su forma la de un esferoide terminado en punta.

Este areolito constaba de una cubierta negruzca en forma de corteza, solo en la mitad de su superficie, y en el resto tenía el aspecto de arenisca micacea, gris azulada, y á trechos un jaspe dentrítico á manera de metal muy heterogéneo. El análisis químico puso de manifiesto la composicion siguiente.

Silice	83 partes
Arsénico	4 »
Sulfuro de hierro.	47 »
Alumina	5 »
Carbonato cálcico.	27 »

El movimiento de que estan animadas las estrellas vagas y los bólidos lleva una velocidad completamente análoga á la de los planetas, pero en direccion contraria á la de la Tierra, resultando que masas arrojadas por un satélite, pueden presentarse animadas

de un movimiento retrogrado, y son atraídas por el planeta al llegar á la parte de su órbita, que hubiesen atravesado.

Las *estrellas fugaces*, son cuerpos celestes, que no tienen punto fijo en el espacio, verificando á la vez variados movimientos. Es un fenómeno cósmico de origen desconocido. Sus caracteres son bastante parecidos á los de los bólidos, pero manifiestan algunos, que son especiales suyos, como su menor volúmen, ser mas frecuente su aparicion, por la clase de arcos que describen, y presentarse en forma de lluvia, y periódicamente. En algunas noches despejadas observamos efluvios de estrellas fugaces, que varían en número y cantidad, segun las horas de la noche y la epoca del año en que se presentan.

El estudio de las estrellas fugaces principió por determinar su aptitud, duracion y velocidad. En las noches de los dias 12 al 13 de Noviembre del año de 1833 tuvo lugar la asombrosa aparicion de estrellas fugaces, cuyo número pasó de 1700. Igual aparicion se verificó en número sorprendente en el propio mes de Noviembre de los años de 1766 y 1799, acompañada de los mismos fenómenos. No obstante las dificultades que ofrecen estas observaciones, y la determinacion de las paralages se obtuvieron importantes resultados, que dieron mucha luz, para conocer la naturaleza de las estrellas fugaces, y fueron comparadas con los bólidos ó globos igneos ya descritos.

Vista la importancia de conocer su altitud poco se tardó en determinarla, resultando que varía entre 20 y 200 quilómetros. Su velocidad se demostró, que es completamente idéntica á la de los planetas: hay estrella fugaz, que recorre un espacio de 40 quilómetros por segundo. Estos resultados asociados á los que se han obtenido, acerca la direccion de sus órbitas comparadas con la de la Tierra, son suficientes para que sean considerados como partes integrantes del sis-

1833
1866

tema planetario, no obstante la pequeñez de sus masas. Como muchas de estas estrellas fugaces, sobre todo las que se presentan en forma de lluvia, caen periódicamente, robustece mas la opinion antes citada.

Las estrellas fugaces ó asteroides, que se presentaron en la noche de Noviembre del año de 1833, á manera de lluvia de fuego, no tenian todas la misma magnitud. La observacion hizo conocer estrellas tan pequeñas como simples puntos fosforescentes, hasta el de globos luminosos del tamaño parecido al de la Luna, el origen de aquellos asteroides era comun, pues todos salían de la constelacion de *Leo*.

Es frecuente observar, que esta clase de estrellas atraviesan el espacio en todas direcciones, pero las que nos referimos, habida consideracion del movimiento de la Tierra sobre su órbita, podian compararse á una masa de materia en revolucion, cuya existencia quedaba demostrada por las alteraciones, que dicha masa habia experimentado.

El estudio sobre la aparicion de esta clase de estrellas en épocas determinadas no es moderno, fueron observadas en la antigüedad, antes de la era Cristiana, los mismos fenómenos presentaron antes de la edad media que ahora, tanto en Europa como en América.

En los años siguientes al de 1833 las apariciones fueron disminuyendo; pero en 1837 y 1838 volvieron á presentarse de nuevo con tal intensidad, que llamó notablemente la atencion en Inglaterra por su número y brillo, pero que vistas en Alemania no ofrecian nada sorprendente.

En el año de 1867 y en la noche del 13 al 14 de Noviembre, estando el cielo completamente despejado, apareció de repente un número muy crecido de estrellas fugaces de todas magnitudes y colores; repitiéndose el mismo fenómeno en la propia noche del año de 1868 casi con la misma viveza, pero cerca del amanecer. En el año de 1869 se creia, que la repeticion

de este espectáculo sería altamente notable, no obstante se verificó, presentando menos atractivo, que el de los dos años anteriores.

Estas últimas observaciones fueron practicadas por los entendidos empleados del Observatorio de Madrid, cuyo Director ha publicado en el anuario de este año.

Estos fenómenos celestes han servido de base para otros trabajos no menos interesantes, hasta el punto de asegurar, que la presentación de estos asteroides no era fija, estaba sujeta á variaciones, pues la aparición de Inglaterra, que tuvo lugar en el año 1839, se verificó el día 10 de Agosto, y partian de las constelaciones de *Perseo* y *Taurus*, habiendo salidas de estrellas fugaces tambien en los meses de Abril, Julio y Diciembre.

La teoría que goza mas aceptación para explicar la procedencia de estos asteroides, es idéntica á la que hemos espuesto acerca el origen de todos los astros. Considera á los asteroides formando una masa de materia cosmica diseminada en el espacio, á manera de las primitivas atmósferas del Sol.

Mr. Olmsted ha hecho importantes trabajos sobre las estrellas fugaces, y para explicar el fenómeno de las lluvias periódicas que nos presentan, opina que existe una nebulosa compuesta de una masa de asteroides, que en ciertas épocas de su revolucion se aproxima á la Tierra. Mr. Biot observó, que el día 13 de Noviembre la Tierra se encuentra en una posición tal, que debe obrar por atracción ó por contacto sobre la materia, que forma la nebulosa solar, siendo esto la causa de las lluvias meteóricas. El mismo Mr. Biot á las estrellas fugaces llama *esporádicas*, cuando aparecen en sitios indeterminados durante la noche, sin guardar periodos ni épocas marcadas, caen muchas veces muy estendidas y aisladas.

Las estrellas vagas, algunas veces descienden en crecido número, á millares, siguen direcciones para-

lelas, y son periódicas, como las que todos los años se observan en los días 12 á 14 de Noviembre, y 9 á 14 de Agosto. Estos fenómenos en la region polar suelen ir acompañados de auroras boreales muy intensas. Al efecto supone Mr. Biot, que Venus y Mercurio atraviesan las regiones centrales de la nebulosa solar, dispersan infinidad de partículas arrojadas en las órbitas de poca inclinacion á la eclíptica, y dirigidas de modo que la Tierra puede encontrarlas, ejercer su atraccion, y hacerlas luminosas en épocas fuera de toda periodicidad.

Esta teoria manifiesta la notable relacion, que hay entre éstas nebulosas con la formacion de los asteroides, con la aparicion de los bólidos y estrellas fugaces, y con la caida de los areólitos en la superficie de la Tierra. Aceptando, que todos los planetas y en particular la Tierra tienen una causa de disgregacion en grande escala, fundada en el enfriamiento lento de su corteza exterior, que por su construccion cierra la comunicacion de su parte central con la atmósfera, en la fuerza expansiva, que partiendo del centro del globo, produce las erupciones volcánicas determinadas en los puntos, en que la corteza está mas endeble, y presenta menos resistencia. Del propio modo existe en la masa solar una causa de disgregacion mucho mayor, que la terrestre cuyo origen acaso sea distinto, del que se observa en los planetas, produciendo una evaporacion continua por su elevadísima temperatura, ó acaso una exesiva velocidad de rotacion, cuya fuerza centrifuga arroje en el espacio interplanetario, materia en estado de agregacion molecular, ya en masas, ya en grupos, que forman las nebulosas ó la materia revolutiva, esto es, *la que tiene periodos mas ó menos regulares de revolucion en órbitas que cortán á la eclíptica en diversos puntos,*

De estos grupos de materia revolutiva lanzados al espacio desde el Sol, se deduce la existencia de una

causa permanente capaz de producir las masas planetarias mayores conocidas, que jiran al rededor del astro central, del mismo modo que lo verifica la Tierra. Existen ademas otras masas menores, visibles en épocas determinadas, bajo la forma de bólidos, asteroides ó estrellas fugaces, y hasta la de areolitos, si su aproximacion hácia la Tierra, no puede menos de obedecer á su fuerza de atraccion.

Esta teoría es mas aceptable, que las llamadas lunar y fragmentaria; por ella se concibe la grande areolita llamada estrella petrificada que cayó en Ægopotamos en la época del nacimiento de Sócrates, del tamaño de dos piedras de molino juntas, admitiendo por ella la existencia de las nebulosas de la materia revolucionaria.

Las observaciones de Mr. Saygay han enriquecido admirablemente los conocimientos sobre los bólidos y las estrellas fugaces. En el espacio de tres y medio años tomados desde 1841 al 1845 se contaron 5,302 estrellas fugaces, durante el tiempo, que forman 44 dias. Es posible, que este número fuese mayor, si no hubiese habido obstáculos de ningun género, que turbasen la diafanidad de la atmósfera: sin embargo se puede asegurar, que en cada hora cuando menos se presentan seis estrellas fugaces.

La aparicion de estrellas no es igual en las diferentes horas del dia; en general son mas frecuentes á medida que la noche avanza, prescindiendo de la época del año; siendo de advertir, que en este fenómeno guardan un orden admirable. Por término medio las estrellas fugaces, que se dejan ver

de 6 á 7 h. de la n. son.	3,3	de 12 á 1 h. de la m..	5,8
de 7 á 8.	3,5	de 1 á 2.	6,4
de 8 á 9.	3,7	de 2 á 3.	7,1
de 9 á 10.	4,0	de 3 á 4.	7,6
de 10 á 11.	4,5	de 4 á 5.	8,0
de 11 á 12.	5,0	de 5 á 6.	8,2

Si las variaciones diurnas parecen notables, las que presentan los meses y los años no lo son menos. Por medio de una reduccion se ha formado un cálculo, que dá el término medio mensual con el horario por minuto. En el se advierte mucha semejanza entre los seis primeros meses del año, y los seis últimos. En la primera mitad del término medio horario es de tres á cuatro, y en la segunda sube á ocho: es decir, que está en su mínimum el término medio, cuando la Tierra anda del perihelio á su afelio, y por el contrario en el paso del afelio al perihelio la transicion se presenta rápida.

La variacion mensual ó anual por término medio en una hora sale:

En Enero.	3,6		En Julio.	7,0
Febrero	3,7		Agosto.	8,5
Marzo.	2,7		Setiembre.	6,8
Abril	3,7		Octubre.	9,1
Mayo.	3,8		Noviembre.	9,5
Junio.	3,2		Diciembre.	7,2

En Diciembre el número horario medio es poco mas de siete, en Enero se aproxima á cuatro: en Junio es poco mas de tres, y en Julio vuelve otra vez á siete. Es digno de notarse, que los dos máximos suceden en Agosto y en Noviembre, correspondiendo con los effluvios periódicos de meteóros anteriormente espre-sados, lo cual demuestra la notable relacion entre los asteroides ó estrellas fugaces, y los areolitos, y por consiguiente la posibilidad de su caída durante los meses de Agosto y Noviembre, como ha sucedido en diversas partes.

Llama particularmente la atencion, que estos máximos no se presentan con igualdad todos los años, pues en Agosto de 1842, fué el máximum cerca de doce, y el de 1843 pasó poco de cinco: en Noviembre del mismo año 1842, apenas escedió de once el máximum, y en 1843 en el mismo mes bajó á poco mas de cinco.

Los trabajos de Mr. Saygay sobre la direccion, que traen las estrellas fugaces son muy importantes. Las que vienen del N. ó del mediodia tomadas en conjunto son poco mas ó menos iguales en número, á las que vienen del E. ú O.; con la diferencia de que, las que parten del E. son mucho mas del doble, que las que vienen del O., en tanto que el N. y el S. las envian en igual número. Respecto de la estension de los trayectos, las que aparecen entre el Norte-Nord-este, y el Nordeste tienen el curso mas largo, reconocen un termino medio de 15°. Las que se observan entre el Oeste-Sudoeste y el Sudoeste no se dejan ver mas, que en una estension de 11°, inclinándose siempre hácia el horizonte. De las 1302 estrellas fugaces espresadas solo quince describieron líneas curvas.

El mismo Mr. Saygay por medio de la paralage ha fijado las altitudes de estos meteóros, los cuales aparecen de veinte y siete á ochenta kilómetros distantes del horizonte. Durante los cuarenta y dos meses antes espresados, han sido reconocidos ocho bólidos luminosos, de los cuales tres se subdividieron sin ruido, ochenta estrellas fugaces han sido calificadas de primera magnitud, comparables en volúmen aparente y brillo á Vénus y Júpiter, las restantes fueron apreciadas en las várias secciones, que alcanzan hasta la quinta magnitud. Las mayores ostentaban un color blanco puro, y algunas con algo de rojizo, en estas observamos un movimiento mas pausado: el color de algunas es azul.

Estos millares de estrellas fugaces dan origen á diversas corrientes periódicas, que se dirigen á cortar la órbita de la Tierra, formando un anillo continuo, en el que todos los asteroides siguen una misma direccion. Cuantos fenómenos presentan estos anillos no son conocidas sus causas. La observacion ha puesto de manifiesto, que los asteroides que forman estos anillos estan reunidos sin guardar orden ninguno,

sus distancias son bastante desiguales, y presentan una zona tan ancha, que la Tierra para atravesarla necesita algunos días.

En los satélites de Saturno observamos una reunión de asteroides enlazados mutuamente entre sí, formando una zona muy ancha, de modo que la Tierra necesita tres días en recorrer una parte de su órbita, igual en diámetro á la del séptimo satélite de Saturno. Si admitimos, que los anillos contienen escaso número de partes, formando grupos bastante densos para dar lugar á una de aquellas grandes apariciones del mes de Noviembre de los años 1799, 1833 y 1867, que se presentan de tarde en tarde, observando periodos determinados. Esta última aparicion de asteróides ó estrellas fugaces fué asombrosa, por estar mezcladas con bólidos, cayendo del espacio muchísimas en forma de copos de nieve.

Finalmente de las teorías que hemos espuesto resulta, que si alguna vez faltasen las dos apariciones de Agosto y de Noviembre en todo el ámbito de la Tierra, la causa de este fenómeno podrá consistir en una interrupción del anillo en los espacios, que resulten en los grupos de asteroides, ó en la accion de los planetas, que influyan en la modificacion de la forma y posición del anillo.

Además de cuanto hemos manifestado en los variados conceptos, que permite el estudio de los astros, es conveniente dar á conocer algunos fenómenos, que en épocas diversas se han observado en ellos, y cuyas causas podrémos conjeturar, en virtud de los antecedentes, que quedan consignados. En este caso se encuentra la luz del Sol, que se eclipsa en ciertas ocasiones, hasta el punto de hacerse visibles las estrellas durante las horas del día. La oscuridad algunas veces ha durado por espacio de tres días, y buscando la causa de tan estraño fenómeno, se han espuesto varias hipótesis, siendo la mas aceptable, la que ad-

mite la formación de un anillo continuo por un número considerable de asteroides, coincidiendo la vuelta periódica de estos astros con la oscuridad del Sol indicada. Mr. Erman señala este acontecimiento en dos épocas del año, el siete de Febrero y el doce de Mayo, la primera corresponde á la conjunción de las estrellas vagas con el Sol en Agosto, y el segundo pertenece á la conjunción de Noviembre.

Los filósofos de la antigüedad suponían, que las estrellas vagas eran cuerpos celestes, que se caían por estar fuera del movimiento general de rotación, y que entrando en la esfera de atracción de la Tierra, se precipitaban sobre ella, ya en la parte sólida y habitada, ya en los mares ó parte líquida. Suponían la caída de piedras unas visibles y otras invisibles.

Los asteroides, que en tan crecido número se presentan, tienen algunos puntos de contacto con los cometas, sobre todo los que se refieren á la pequeñez de sus masas, y á la multiplicidad de sus órbitas, pero se separan notablemente por varias circunstancias, siendo las mas importantes, que no brillan, ni son visibles, sino durante el tiempo que atraviesan la esfera de acción de nuestro planeta.

DE LA LUZ ZODIACAL.

La luz zodiacal es un anillo de materia cósmica en estado fosforescente, que se mueve al rededor de su eje entre las órbitas de Marte y de Vénus. Esta luz ilumina una parte de las noches siempre iguales respectivamente al sitio, en que se presenta. En los trópicos se manifiesta en las primeras horas de la noche, pero con una constancia tan uniforme, que no se advierte, la que se presenta en los países del Nor-

te de Europa. Algunas veces puede compararse con la via lactea en Sagitario, pero es frecuente, que aumente su viveza hasta poder igualar, con la que despide la Luna en su primer cuadrante.

En los trópicos aparece la luz zodiacal una hora despues de puesto el Sol, principiando su descenso, despues de las diez de la noche, desapareciendo por completo al llegar á media noche.

Los paises del Norte, que corresponden á las zonas templadas, la luz zodiacal no se presenta constantemente, ni tiene la viveza de la luz de los climas tropicales. Hasta que viene la primavera no aparece la luz zodiacal, y se manifiesta poco despues de ponerse el Sol hácia el horizonte, en la direccion del Occidente; y á fines de otoño se distingue poco antes del crepúsculo matutino, y en la direccion Oriental.

Algunos astrónomos han pretendido ver una luz zodiacal en la bóveda celeste, pero examinada con la escrupulosidad, que requiere materia de tanto interés por físicos y astrónomos distinguidos, ha resultado ser la enorme cola de un cométa, cuya cabeza estaba oculta en el horizonte. Es frecuente, que esta luz manifieste una forma piramidal en sentido ascendente hácia el horizonte, ya sea Oriental, ya Occidental, segun la posicion geográfica, que ocupe el país, que nos dá á conocer tan sorprendente fenómeno.

La luz zodiacal no es un fenómeno nuevo en el sistema planetario, desde la mas remota antigüedad se infiere, que ha existido, sucediéndose los fenómenos astronómicos con el orden y regularidad, que siempre han manifestado. En Europa data este fenómeno luminoso del año 1661 por Childrey, y del 1668 por Casini.

Muchos trabajos se han verificado buscando el origen de la luz zodiacal. Primeramente se fijaron en las atmósferas del Sol, del propio modo, que atribuyeron el origen de todos los astros, de las piedras areolíti-

cas, de los bólidos, y de las estrellas fugaces. Esta hipótesis no puede aceptarse, por que admitiendo el aplanamiento de la atmósfera solar idéntico al de un esferoide, cuyos ejes tienen poca diferencia en su longitud, se admite, que están en razón de dos á tres, y sus capas más apartadas no pueden pasar de cerca la mitad del radio de la órbita de Mercurio. Si comparamos la atmósfera del Sol con la de las estrellas nebulosas, resaltan más los límites determinados, que la constituyen, los cuales son más estrechos, que los comprendidos por la luz zodiacal.

Más aceptable es la hipótesis sobre el origen de la luz zodiacal, que admite la existencia de un anillo muy aplanado formado de materias nebulosas, que giran en la bóveda celeste, sin obedecer ninguna de las leyes, á que se sujetan los astros, encontrándose dicha luz entre las órbitas de Venus y de Marte. Es muy verosímil, que este anillo esté relacionado con la materia cósmica, que suponemos esté más condensada en las regiones más próximas al astro central, ó tal vez reciba un aumento creciente con la materia, que forma las colas de los cometas, y que por su poca coherencia son abandonadas en el espacio.

El estado actual de la ciencia no permite admitir ninguna teoría sobre el origen, forma y volumen del anillo en cuestión. Lo único que podemos manifestar, es que sus dimensiones son variables, por hallarse en ciertas ocasiones completamente dentro de la órbita de la Tierra. La luz fosforescente de este anillo, en particular en los átomos de las nebulosidades se opina, que procede de la simple reflexión de la luz del Sol.

La misma luz zodiacal observada en las regiones tropicales de la América del Sur presenta importantes diferencias en su energía. Cuando llega á su apogeo, poco tarda en disminuir notablemente de intensidad, y pocos minutos son bastantes para en seguida volver á tomar su fuerza y brillo primitivo. Pa-

rece, que algunos astrónomos, que se han ocupado con particular atención, en observar cuantos fenómenos presenta la luz zodiacal, han reconocido, que en el estado antes espuesto, tiene un color rojizo, con cierta oscuridad, que en forma de arco se distingue en su parte inferior, acompañada de su correspondiente centelléo.

Mr. Olbers cuya autoridad es irrecusable respecto á observaciones astronómicas, manifiesta, que la luz zodiacal es originada por los cambios de brillo, que en cortos instantes se estienden de un extremo á otro de las colas de los cométas. En efecto, cuando la atmósfera está completamente diáfana, es fácil ver salir de los extremos de la cola de un cométa undulaciones de tal importancia, que en pocos instantes recorren toda la cola; de modo que parece, que se prolongan momentaneamente varios grados, que contraen con la misma prontitud. Estas undulaciones no son reales, son ilusiones ópticas debidas á accidentes de la atmósfera.

Suponiéndo, que las distintas partes de que se compone un cométa, que alcanza la estension de algunos millones de leguas, deben estar situadas á distancias muy diferentes con relacion á la Tierra, resulta que al llegar su luz á nosotros necesita intervalos de tiempo, que pueden diferenciarse entre sí algunos minutos.

DE LAS ESTRELLAS.

Se llaman estrellas unos astros, que á manera de puntos brillantes se observan en el espacio. Examinadas con un telescopio son puntos luminosos, pero vistos sin este instrumento tienen una magnitud apa-

rente y sensible, efecto de la escintilacion. Se distinguen de los planetas, en que vistos estos con el telescopio aumentan de volúmen, y las estrellas no. La pequeñez de su diámetro aparente, prueba que estan de nosotros á mayor distancia, que los planetas, lo que se justifica, porque su paralage es insensible.

La viveza de la luz de las estrellas mas brillantes, comparada con su distancia, no nos permite dudar, que brillan con luz propia: las estrellas mas pequeñas obedecen los mismos movimientos, que las mas brillantes, su situacion respectiva es constante, de lo que se infiere, que todas son de la misma naturaleza, luminosas, y colocadas á distancias distintas en el espacio, y que semejantes al Sol, pueden ser focos de otros tantos sistemas planetarios.

Para estudiar las estrellas, se conciben diferentes figuras, distribuidas en los cielos, llamadas *constelaciones*. El zodiaco se considera dividido en doce de estas constelaciones, que han dado sus nombres á las doce partes de la eclíptica. Los signos del zodiaco son *Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Sagitario, Capricornio, Acuario y Picis*,

En tiempo de Hiparco, los puntos de interseccion de la eclíptica con el ecuador estaban entre las constelaciones de Picis y Aries, y de Virgo y Libra. Estos puntos han variado por el movimiento del eje de la Tierra, y hoy se dice, que el Sol está en Tauro, cuando se mueve en la constelacion de Aries. El número de constelaciones conocidas asciende á 108.

Las estrellas, que conservan la misma situacion relativa, se llaman *fijas*, las que están fuera de estas condiciones, llevan el nombre de *periódicas y temporarias*,

Por su volúmen y brillo los astrónomos las dividen en várias clases. Las mayores y mas brillantes son de primera magnitud, y á medida que van disminuyendo en estas condiciones bajan de categoría,

hasta llegar á la de vigésima magnitud y brillo. El número de estrellas de primera magnitud son diez y ocho, de segunda sesenta, de tercera doscientas, de cuarta quinientas, de quinta mil quinientas, de sexta cuatro mil; las demás no se observan á la simple vista, y siguiendo esta progresion resulta, que segun Lalande, Delambre y Francoeur, el número total de estrellas se eleva á la cifra de cien millones.

Algunas estrellas se llaman variantes, porque la fuerza de su brillo experimenta modificaciones periódicas. Se han visto algunas presentarse rápidamente con una luz brillantísima y desaparecer al poco tiempo.

Hay estrellas cuyo brillo disminuye lo propio que su volúmen; al contrario hay otras, que el brillo y el volúmen aumentan estraordinariamente. En tiempo de Hiparco, ciento veinte años antes de la era Cristiana las dos primeras estrellas de la constelacion de Hidra eran de cuarta magnitud, y hoy Mr. Flamsteed las ha calificado de primera: la primera estrella del Dragon, Mr. Bayer la ha señalado de segunda magnitud, otra es de tercera, y así de otras várias.

Respecto de los cambios de luz tenemos, que la estrella Sirio, en la antigüedad tenía un color rojo subido, y hoy es muy blanca, otras han desaparecido como la novena y décima de Tauro. Algunas se cuentan cuya intensidad aumenta, por ejemplo la trigésima prima de la constelacion del Dragon, era antes de sétima magnitud, y hoy es de quinta, y así de otras muchas.

Tambien hay estrellas cuyo brillo cambia periódicamente, que con la mayor facilidad pasan del máximo al minimum, por ejemplo la estrella misteriosa de la Ballena, que de segunda magnitud desapareció del todo: la trigésima de la Hidra indicada, que en el espacio de 500 años, desde la cuarta magnitud varía hasta desaparecer. Finalmente existen estrellas, que se presentan muy brillantes, y han desaparecido des-

pues, tal es la estrella de 1572 de la constelacion de Casiopea, que en el espacio de diez y siete meses adquirió tanto brillo, que excedió á Sirio, Wega y Júpiter, tanto que se distinguía á las doce del día; su brillo fué disminuyendo de mes en mes, pasando por todas las magnitudes, hasta que desapareció. La estrella del Zorro, que apareció en 1604, ofreció el singular fenómeno de caer en su brillo, y reanimarse muchas veces antes de extinguirse.

Las estrellas unas se presentan aisladas é independientes, y se llaman *simples*, otras segun revela el telescopio de Herschell, ofrecen un sistema de dos astros, y llevan el nombre de dobles: tambien se han observado sistemas de estrellas *triples*, *cuadruples* ó *múltiples*. Las primeras se reconocen por la luz blanca y brillante que irradian; las segundas son mas visibles y brillan con luces de vários colores.

Estos sistemas están movidos por la fuerza de atraccion de los astros, que los forman, y cada uno de los soles que los componen, pueden ser considerados como centro de un grupo de planetas. La revolucion de estos soles al rededor de su centro comun de gravedad se verifica en tiempos muy diversos, segun los sistemas; por ejemplo el período mas corto de la estrella décima de la constelacion de Hércules verifica su revolucion en treinta y seis años y tres meses, y el período mas largo lo presenta la estrella número ciento de la constelacion de Piscis, que emplea muchos miles de años en verificar su revolucion. Estos grupos binarios son los mas cercanos, que pueden ser observados sus movimientos, marcando en el cielo períodos seculares, ante los cuáles los años de longevidad humana pasan desapercibidos.

Las estrellas dobles no pueden compararse á nuestro sistema planetario por ningun concepto, no obstante de que se mueven al rededor de su centro comun de gravedad, y acaso vayan asociadas de sus

correspondientes planetas y satélites, que en virtud de su enorme distancia están ocultos á nuestros telescopios. El centro de sus movimientos podrá ser un espacio vacío, ó acaso ocupado por materia cósmica invisible, pero en nuestro sistema solar ese centro ocupa el interior de una materia visible.

Si se estableciesen sistemas de estrellas dobles, el Sol y la Tierra formarían uno, y ésta y la Luna otro; y si se considerase al conjunto de planetas como un sistema múltiple por razón de su número, que es mucho mayor, que en los casos antes expresados, se debe fijar la atención en su identidad ó analogía y á los movimientos, de que están animados.

Para estos casos no puede aceptarse el carácter de universalidad, que tienen las leyes de la gravitación, por que es preciso prescindir de todo cuanto tenga relación con las manifestaciones luminosas, toda vez que desempeñan un papel importante en los fenómenos astronómicos.

Sin embargo no es posible conocer el movimiento verdadero de las estrellas, sino en combinación con el movimiento aparente, que se origina de la traslación general de todo el sistema solar. Al efecto hay que prescindir de la modificación producida por la propagación sucesiva de los rayos luminosos, así como de la pequeña paralaje, que resulta del movimiento de la Tierra al rededor del Sol.

Los trabajos astronómicos han sido de tal importancia, y han arrojado tanta luz, que por ellos se han distinguido estos dos principios, fundados en la exactitud conocida en la dirección del movimiento de ciertas estrellas, y de su movimiento aparente, separándose del punto hácia el cual dirige el Sol su carrera; de modo, que de todos estos trabajos resulta la probabilidad, de que el sistema solar y las estrellas se mueven verdaderamente en el espacio.

Los trabajos de Mr. Argelander tienen un interés

notabilísimo. Después de haber probado el movimiento del Sol y de su sistema, ha continuado sus observaciones hasta encontrar su dirección, buscando un punto en la constelación de Hércules, y colocándolo en el número de las estrellas, cuyo movimiento propio es muy considerable.

Continuando el examen del movimiento real de las estrellas establece secciones ó grupos, habiendo descubierto estrellas, que se mueven en direcciones opuestas, mientras que otras muchas, que corresponden á nuestra zona estrellada, y de las demás zonas, no ha sido aun posible observar á que clase de movimiento obedecen, si es ó nó al rededor de un gran cuerpo desconocido en la actualidad.

De mucha importancia han sido los trabajos practicados hasta conocer los movimientos no paraláxicos de las estrellas, independientes de los cambios de posición del observador, tanto que á ellos principalmente se debe el conocimiento de los movimientos mas ó menos activos de las estrellas dobles verificados en órbitas elípticas, y obediendo como todos los astros á las leyes eternas de la gravitación.

Los resultados obtenidos de estas observaciones son incalculables: á la ciencia astronómica se debe el conocimiento, de que á las espresadas leyes de la gravitación obedecen todos los cuerpos, que se mueven en el espacio, sea cual fuere el nombre que lleven, y pertenezcan ó nó á nuestro sistema solar. Todos estos fenómenos constituyen la *gravitación universal* de los físicos y astrónomos.

Es inmenso el número de sistemas binarios ó múltiples conocidos, esto es, de astros que se mueven al rededor de un centro comun de gravedad: se cuentan segun Struve 3057. El número de estrellas conocidas es considerable, prescindiendo de cierto número, que muy poco se sabe de ellas; es variable el tiempo, que emplean en hacer una revolución completa, y las di-

ferencias son tan notables, que mientras unas necesitan cuarenta y tres años en verificar esta revolucion, otras emplean mucho mas, habiendo algunas, que se cuentan por miles.

No obstante queda aun por demostrar si la fuerza de atraccion de todos los sistemas planetarios es invariable, como aparece en nuestro sistema solar, esto es, en razon directa de la cantidad de materia, ó de la masa. Segun ha demostrado Mr. Bessel, puede ser muy bien, que esta fuerza proceda de la densidad ó peso específico de los cuerpos, que componen los diferentes sistemas; por lo cual en el estado á que han llegado los estudios, que en tan importante materia se están verificando, no se ha fijado aun teoría alguna definitiva.

Si establecemos una comparacion entre el Sol y los astros, que forman la capa lenticular de estrellas, que están á nuestra vista, resulta que no es difícil con relacion á algunos de estos astros, señalar los límites extremos, que abrazan todas las particularidades mas importantes de estas estrellas, como son sus distancias, sus masas, sus volúmenes y su velocidad de traslación en el espacio.

Si tomamos por unidad el rádio de la órbita terrestre, resulta que la distancia de la primera estrella del Centáuro al Sol contiene 679 de dichas unidades, cerca de 1648 de la estrella número sesenta y uno del Cisne, y cerca de 2190 de la primera de la Lira.

Si pasamos á comparar el volúmen de las estrellas de primera magnitud con el del Sol, veremos, que dicho volúmen depende de su diámetro aparente, por lo cual, nos ofrecerá siempre importantes dudas. Admite Mr. Herschell, que el diámetro aparente de Arturo no puede pasar de la décima parte de un segundo, lo que significa, que su diámetro real es once veces mayor, que el del Sol.

A Mr. Bessel se deben los difíciles é importantes

trabajos, que han dado por resultado determinar la distancia de la estrella número sesenta y uno del Cisne, y por ellos será posible calcular su masa considerada como estrella doble, la cual aparece ser aproximadamente la mitad de la masa solar.

Entre el número tan considerable de estrellas conocidas, se admiten diversos sistemas de estrellas brillantes, y de estrellas telescópicas, habiendo encontrado seis veces mas sistemas binarios de las primeras, que de las segundas, concediendo algunos astrónomos á la mayor parte de las estrellas dobles una masa superior á la del Sol. Estos trabajos, que establecen la base para un nuevo horizonte de observaciones, actualmente es hipotético, y mucho se necesita hacer, para que tomen un carácter de generalidad.

Fijando la atencion en todo el ámbito de la bóveda celeste, por mas que parezca inalterable y fija, veremos, que experimentan los astros y las nebulosas, que la pueblan, variaciones notables en el brillo de sus diversas partes, junto con la apariencia general de las constelaciones, que despues de muchos siglos quedará cambiado su sublime y encantador aspecto. Las causas que han de producir tan mágico como encantador resultado no son desconocidas, se les concede poca importancia, mas no por eso dejan de contribuir á la realizacion del fenómeno indicado. Estas causas son tres.

Primera, los movimientos peculiares á las estrellas, y el de traslacion en el espacio del sistema solar.

Segunda, la aparicion de nuevas estrellas destinadas á reemplazar á algunas de las antiguas, que desaparecen.

Tercera, las alteraciones, que experimenta la direccion del eje terrestre por las acciones reunidas del Sol y de la Luna.

A consecuencia de estos fenómenos cambiarán las estrellas y las constelaciones, que en la actualidad existen en las latitudes boreales, desaparecerán del horizonte *Sirio* y el *Cinto de Orion*, que serán reemplazadas por las brillantes constelaciones del *Centau-ro* y de la *Cruz del Sud*. En este caso será preciso para señalar en la bóveda celeste la situación del polo Norte, acudir á la posición de las estrellas primera y segunda de *Cefeo*, y á la cuarta del *Cisne*, y despues de 12,000 años la estrella, que hoy llamamos polar, será la llamada *Vega de la Lira*, la mas brillante de todas las conocidas.

Pasado este tiempo nada de particular tiene, que resulte sensible en el sistema del Mundo, por mucha que sea su magnitud, la importancia de aquellos movimientos, que aunque faltos de actividad, con todo son ejecutados sin interrupcion, comprendiendo los estensos períodos, que abarcan.

Si comparamos el movimiento, que se observa en la bóveda celeste, con el de la Tierra, junto con la inmensidad de cuerpos orgánicos que contiene, y apelamos á nuestra imaginacion, que nos hace concebir un poder ideal, que escede extraordinariamente á la fuerza telescópica; que nuestras sensaciones de tiempo nos permitan comprender los mayores intervalos, y que nuestra vista en fin alcance á todas las partes del espacio, en este caso cesa la inmovilidad, que se concede á la bóveda celeste, infinidad de estrellas emprenden movimientos en direcciones opuestas, las nebulosas se condensan ó desaparecen, y la *via lactea* sufre una conflagracion de tal magnitud, que produce su fraccionamiento.

El nombre de *via lactea* significa una luz blanca de forma irregular, que observamos en el espacio á manera de cintura. Con el telescopio se han descubierto en la *via lactea* un número tan crecido de estrellas pequeñas, que es muy posible que esta *via lac-*

tea no sea mas que la reunion de estas estrellas muy aproximadas entre sí y muy ténues para que la luz que derraman, parezca continúa. Esta observacion hace sospechar que sean del mismo origen y naturaleza infinidad de manchas blancas, que el telescopio nos hace distinguir, en diversos sitios de la bóveda celeste.

La via lactea lleva tambien el nombre de *camino de Santiago*, se estiende de Norte á Sur, y corta á la eclíptica hácia los puntos solsticiales.

Mr. Herschell con sus admirables y fuertes telescopios ha logrado medir la latitud real, y la aparente de la espesada via lactea, y ha encontrado, que la primera es de seis ó siete grados mayor, que la segunda, en la forma que nuestra vista alcanza á reconocer. Esta via al mismo tiempo presenta dos brillantes nodos, el uno en direccion á *Ceféo* y *Casiopea*, y el otro hácia *Escorpion* y *Sagitario*, que se juntan formando dos ramas, ejerciendo una atraccion poderosa sobre las estrellas próximas.

El Cisne constituye un grupo de estrellas cuyo número se eleva cuando menos á la cifra de 330,000 divididas segun parece en dos mitades, indicando seguir cada mitad una direccion diametralmente opuesta. Se distingue en este grupo entre la segunda y tercera estrella un espacio brillante del ancho de 5.^o En todo el ámbito de la bóveda celeste, ampliando la simple vista, para averiguar el número de estrellas, que contiene, ya hemos manifestado, que se cuentan cerca de 8,000 comprendidas entre la primera y sexta magnitud. Ayudados de un buen telescopio su número aumenta considerablemente, hasta el punto de calcular, que en la via lactea, se eleva á la cifra de diez y ocho millones.

Además de esta via lactea, en la que tanto abundan las estrellas brillantes, se conocen en diversas partes del cielo, con el auxilio del telescopio, tambien

pequeñas manchas blancas, formadas de nebulosidades, y parecen ser de la misma naturaleza de la vía lactea. Muchas de estas manchas están formadas de un número muy crecido de pequeñas estrellas, otras tienen toda la apariencia de materia cósmica, formando una luz blanca y continua, cuya continuidad reconoce por causa la grande distancia en que están estas manchas blancas, que confunde la luz de las estrellas, que concurren á su formación. Esta nueva vía lactea con la verdadera ocupan una posición tal, que forman ángulos rectos. Mr. J. Herschell es de opinion, que la verdadera vía lactea forma un anillo completamente parecido al de Saturno, que se halla á cierta distancia de la capa lenticular de estrellas. Dentro de este anillo está comprendido el sistema solar, pero cerca de la region en que se halla la Cruz del Sud, y por lo mismo apartado del centro.

Esta vía lactea nebulosa forma un gran círculo á notable distancia de nuestra zona estrellada, por lo cual el telescopio poco ó nada auxilia su exámen. En su trayecto parece, que atraviesa las inmensas nebulosas de Virgo, hácia la parte septentrional, la Osa mayor, los Piscis boreales, la cabellera de Benerice y otras.

Las dos vías lacteas parece, que se cruzan hácia la region de Casiopéa, dirigiendo sus polos en el sentido, en que presenta menos espesor nuestro lecho estrellado. Fuerzas de atraccion de gran importancia han obrado en este lecho ó capa, que han dado por resultado la condensacion de estrellas en grupos, y el consiguiente deterioro de los espesados polos.

Por el estudio, que se ha hecho de la bóveda celeste resulta, que cada uno de los cuerpos, que la componen ocupa un sitio particular y diferente de los demás. Designándolos por el orden, que se hallan en el espacio, pondrémos en primer lugar al grupo de estrellas, que nuestra vista descubre, y presenta seña-

les evidentes de un cambio marcado de forma y de lugar, producido sin duda por la fuerza de atraccion de los centros secundarios; en segundo término á los anillos colocados en sitios completamente opuestos, uno próximo á la Tierra, y el otro á una gran distancia, este último, compuesto esclusivamente de nebulosas, mientras que el primero está formado solamente de estrellas privadas de todas clases de nebulosidad; siendo los que constituyen la via lactea, segun Mr. Herschell de decima magnitud.

Observadas aisladamente estas estrellas presentan notable diferencias entre sí, pero consideradas formando grupos independientes ponen de manifiesto completa identidad en su volúmen y brillantez. Si examinamos por cualquier punto con un fuerte telescopio la inmensidad de la bóveda celeste, distinguiremos estrellas de vários volúmenes ó magnitudes, las menores se consideran de vigésima magnitud, acaso nebulosas cósmicas, que con el tiempo podrémos reconocer pequeñas estrellas, mejorando los instrumentos, que al efecto se emplean. Cuando se examina la bóveda celeste, los rayos de luz, que emiten los astros, que contiene, y se fijan en la retina, proceden de estos mismos cuerpos, que se hallan á distancias distintas, siendo fáciles de distinguir las que están mas cerca. La diafanidad del espacio es alterada por la interposicion de la nebulosidad cósmica, diseminada por todo el infinito. Esta es la causa de que la luz, que se encuentra en el cielo no presente la viveza que le pertenece, considerando cada uno de sus puntos como el origen de una infinidad de estrellas dispuestas segun su espesor.

Sin embargo en el firmamento se distinguen espacios de alguna estension desprovistos completamente de estrellas. En la constelacion de Escorpio se nota uno de cuatro grados de latitud, y otro en la de Serpentario, distinguiéndose junto á estos lucéros mu-

chas nebulosas reductibles, abundantes en grupos de estrellas muy pequeñas, en particular el que corresponde al borde Occidental de Escorpio, consecuencia necesaria de la fuerza de atracción de estos grupos entre sí.

Está fuera de toda duda, que en la bóveda celeste, existe un número infinito de estrellas de todas magnitudes; que las llamadas telescópicas, forman una capa que á manera de manto cubre el firmamento, y que las regiones huecas, que se han indicado propias de Escorpio y de Serpentario son orificios, para que nuestra vista pueda examinar hasta sus mayores profundidades. Es posible, que en donde se interrumpe la capa existan estrellas, pero que nuestros instrumentos ópticos son insuficientes para distinguirlos.

La propagación de la luz ejerce un influjo notable en los fenómenos reales y aparentes, que tienen lugar en el espacio, valiéndonos para ello de la comparación de las estrellas de primera magnitud con las telescópicas, y de los grupos nebulosos con las nebulosidades irreductibles, ó con las nebulosas planetarias. Los trabajos de Mr. Struve han puesto de manifiesto que la luz en virtud de las leyes de la propagación recorre por segundo un trayecto de 70,000 leguas. La distancia que separa las estrellas de nosotros es inmensa é imposible de medir por falta de base, pues es muy pequeño el diámetro de la órbita terrestre. La estrella mas próxima á nuestro sistema dista 223,400 veces el radio de la órbita terrestre, que equivale á 8,603200,000,000 leguas. Esta es la distancia de la primera estrella del Centauro, la segunda mas próxima de la misma constelación está 589,300 veces la distancia de la Tierra al Sol, que componen algo mas de diez y nueve y medio billones de leguas; la tercera Vega está separada 789,000 veces esta distancia, que equivale á algo mas de treinta billones de leguas; la cuarta Sirio está lejos 52 billones de le-

guas: la estrella Polar dista cerca de 74 billones de leguas, y la Cabra poco mas de 170 billones de leguas.

Sentado el precedente de que la luz recorre 70,000 leguas por segundo, para llegar á nosotros, la que emite la primera estrella del Centauro necesita 3 años y 8 meses: 22 años para venir desde Sirio: 31 de la estrella Polar, y de la Cabra 72 años. Mas allá de estos astros cercanos, la distancia es cada vez mayor, de modo que las últimas estrellas visibles con un telescopio de tres méetros de diámetro, se necesita, 1,000 años para que su luz llegue á nosotros. Para las estrellas visibles con telescopio de seis méetros son precisos 2700 años: se puede asegurar, que hay estrellas cuya luz no nos llega hasta despues de 5,000, 10,000 y 100,000 años. Si usáramos telescopios de mas fuerza, estas cifras aumentarían considerablemente, por que se distinguirían estrellas á mayor distancia de las conocidas. Estos números dan una idea de lo infinito, é indican la ínfima condicion de nuestro planeta.

Los rayos luminosos, que nos llegan desde las estrellas nos manifiestan la historia antigua de un mundo infinito de creaciones, cuya historia presente es desconocida á los habitantes de la Tierra: por ejemplo, supongamos que la estrella Sirio desaparezca del espacio, como su luz emplea 22 años en llegar á nosotros, la veremos aun 22 años despues en el mismo sitio del cielo donde en realidad no existiera. En vista pues de estos resultados, nada tendrán de sorprendentes los cálculos de Mr. Herschell, por los que la luz emitida por las nebulosas mas distantes, que se distinguen perfectamente con su célebre telescopio de doce méetros de diámetro deben emplear dos millones de años para llegar hasta donde se hallan los habitantes de la Tierra.

La luz es un poderoso auxiliar en el estudio de los fenómenos celestes, y si la física hubiese llegado

á la altura en que hoy se halla, cuando la astronomía principió sus profundas y vastas observaciones, mucho hubiera adelantado los conocimientos científicos sobre los fenómenos, que se verifican en todo el universo desde su origen, algunos tal vez, que han pasado desapercibidos, hubieron sido observados con la prolijidad, que su importancia reclama. Muchos cambios, y sorprendentes modificaciones en la actualidad serán desconocidos, no obstante de que se vendrán ejecutando desde muy antiguo, y hoy no podremos fijar la época en que deben presentarse otra vez en nuestra bóveda celeste, para que puedan ser observados de nuevo.

Difficil y aun imposible es señalar el límite de la importancia de los fenómenos celestes; las épocas en que se verifican algunas son conocidas, pero no tienen lugar simultáneamente, sino cada cual obediendo á las leyes de la gravitacion, conforme las circunstancias especiales en que cada astro se halla.

Considerando, que las manchas casi imperceptibles de nebulosas cósmicas, ó los diversos grupos estrellados se hallan á una distancia fabulosa, que si acaso pareciera inverosímil, pueda disminuirse cuanto se quiera, siempre resultará, que la luz que han emitido dichas manchas, y que llega hasta nosotros, por la cual las reconocemos, es un hecho incuestionable, admitido por los mas acreditados físicos y astrónomos, es el testimonio mas solemne y concluyente de la existencia de la materia, sobre todo de la que se halla casi fuera del alcance de nuestros sentidos, y por consiguientes diseminada por todo el espacio, constituyendo el universo.

PARTE SEGUNDA.

DE LA TIERRA.

Después del estudio de los fenómenos celestes tocamos investigar, los que tienen relación con nuestro planeta, siguiendo de este modo el enlace de las ideas, que hemos sentado, y explicando los lazos misteriosos, que lo unen con los demás astros en el armónico conjunto de la creación. Las condiciones de nuestro globo desde su origen hasta su estado actual, las leyes que han presidido á su formación, la distribución de sus elementos sólidos y líquidos, las distintas evoluciones, que en el concierto de la naturaleza ha venido verificando, y las revoluciones en fin que ha sufrido, es el objeto de esta segunda parte.

Así llegaremos á conocer las reacciones del interior contra la superficie, por medio del calor central comprenderemos los fenómenos de los terremotos y de los volcánes, el origen de las fuentes termales, la fi

gura que afecta el globo, su densidad, peso y tensiones electro-magnéticas que experimenta.

SU ORÍGEN Y DESENVOLVIMIENTO.

El origen de la Tierra es como el de todos los astros de nuestro sistema planetario; de las primitivas atmósferas del Sol, que en un principio gozaron de completa libertad; pero que con el tiempo, obedeciendo á las leyes físicas y químicas, se convirtió la materia cósmica en masas globulares mas ó menos condensadas, formando los distintos astros, que constituyen el mundo planetario.

Nuestro globo perteneció á esas nebulosas gérmen de todos los astros. La materia de que se compone, sea cual fuese su estado, se encontró despues de la creacion, diseminada en estado de fluidez suma, ocupando un espacio incomparablemente mas estenso, que el que ahora tiene, sometándose desde entonces á la esfera de atraccion del Sol.

Los puntos brillantes, que nos ofrecen las nebulosas parecen indicar, que las partículas gaseosas que las forman, principian á reunirse en núcleos sólidos ó líquidos, aumentando el brillo de estos puntos á medida que la luz difusa pierde su intensidad, resultando, que estas variaciones corresponden á las diferentes fases, por que vá pasando un astro desde la época de su formacion.

La materia cósmica tomó el estado vaporoso, por efecto sin duda de una temperatura exesivamente elevada. La química posee medios para conocer la accion de estos vapores primitivos, que formaron el mundo elemental, y que se hallaron muy esparcidos en to-

do el espacio á que pertenece y jira el globo terrestre, tomando parte en la formacion de los cuerpos, combinándose bajo todas formas.

Las leyes físicas y químicas intervinieron poderosamente en la condensacion de la materia cósmica, originándose un conjunto de acciones entre la inmensa variedad de átomos diseminados en el espacio, que ha sido necesario mucho tiempo, para que tuviese lugar la distribucion ordenada de la materia en la formacion del globo terrestre, segun su densidad y naturaleza.

Las leyes de la atraccion han obligado á que las materias al constituir el globo terrestre, se colocaran segun su densidad, y que disminuyendo el calor en el espacio por efecto del centelléo, que lo disipaba, dió por resultado el enfriamiento consiguiente, y la solidificacion de la superficie hasta cierto espesor, que nunca hubo de ser mucho, por el calor que se advierte en la misma corteza, el cual va aumentando á medida que la profundidad es mayor.

Mientras tanto la fuerza de combinacion produjo sus efectos entre los cuerpos, que se hallaban en su esfera de accion, siendo favorecida esta afinidad por el calor, que conservaban aquellos átomos, destinados por otra parte á formar el globo terrestre.

No obstante de esta variedad de acciones en la materia, alguna conservó su estado elemental, acaso porque los cuerpos, que pudieron combinarse, y se hallaban dentro de las condiciones indispensables al efecto, carecian de la afinidad suficiente para formar compuestos. Esta clase de cuerpos ofrecen escasas combinaciones, y las pocas que se han verificado, han tenido lugar con determinados elementos, que por otra parte tampoco se encuentran con demasiada profusion.

El estado de fluidez de las materias mas densas indica, que aun conservan gran parte de su calor primitivo, el suficiente para pasar al estado líquido del

de vapor, que antes tenían. Estas sustancias ocuparon el centro, constituyéndose en núcleo, á cuyo alrededor se han colocado sucesivamente las demás materias, á medida que su densidad iba disminuyendo; ocupando el exterior aquellos cuerpos de mas difícil fusión, ó de mas fácil solidificación, como fué la sienita y el granito primitivo ó porfiroidal, que constituyeron la primera película del globo.

Ciertas materias, que en estado de sublimación pululaban en el espacio, y tenían marcada afinidad se combinaron también, formando compuestos, que solo una excesiva temperatura pudo haber contribuido á tan estraña como difícil union. De estas combinaciones resultaron algunas tan complexas y tan especiales por la clase de elementos, que las forman, que por sí solas bastan para comprender la alta temperatura, que tendrían sus moléculas al unirse, porque de otro modo no era fácil lo hubiesen verificado.

El peso específico de los cuerpos, que forman el interior del globo terrestre, determinó mayor fuerza de atracción hácia su centro, produciendo la importante ley de la gravedad.

Algunos cuerpos poseen la singular propiedad de necesitar pocos grados de calor para tomar el estado aeriforme, y como despues de constituida la primera película del globo conservaba aun bastante temperatura, resultó que aquellas sustancias no cambiaron de estado por efecto de su naturaleza. El agua ocupa un lugar preferente entre todos los de esta clase, pero su importancia sube de punto al considerar, que por su cantidad y por sus especiales condiciones, estaba destinada á desempeñar importantes fenómenos en la configuración de la Tierra. La influencia de la Luna, y demás astros, que su proximidad en nuestra atmósfera es tan marcada, en circunstancias dadas han sido la causa de perturbaciones sensibles en la atmósfera, que con frecuencia han ocasionado las lluvias, del pro-

pio modo que en la época actual. Estas lluvias, cayeron sobre la primitiva corteza, que todavía conservaba la temperatura suficiente para evaporizarlas al instante, tomando de nuevo su estado de vapor, y á confundirse en la atmósfera de donde habian salido.

Fácil es comprender, que estos fenómenos debieron repetirse muchas veces, hasta que disminuyó notablemente la temperatura en la corteza del globo, y del estado pastoso que adquirió al principio de la solidificación, lo fué perdiendo poco á poco, hasta adquirir una solidez completa. El espesor de esta corteza aumentó á la vez por este cambio, determinó que las aguas conservasen el estado líquido, que tomaron por efecto de las lluvias, dando lugar á nuevos y trascendentales fenómenos en la superficie de la corteza terrestre.

Dicho se está, que nuestro planeta nunca ha dejado de obedecer á las leyes, que le impuso la gravitacion universal, como á todos los demás astros; y en virtud de los movimientos, que determinan las fuerzas centrifugas y centripetas, durante el largo período consumido mientras permanecía en estado igneo pastoso, adquirió la forma de un elipsoide, propia de todo cuerpo de revolucion.

La corteza terrestre en virtud de su enfriamiento definitivo esperimentó una modificacion especial, que produjo cierta retraccion. Este fenómeno fué la causa de las diversas é importantes depresiones, que se notaron en su superficie, que al instante fueron ocupadas por las aguas líquidas, procedentes de las lluvias, y que la misma corteza retenia. El espesor de la pelicula primitiva á medida, que el enfriamiento aumentaba, tomaba tambien mas incremento, se hacía mayor, y todo contribuia, á que el globo terrestre cambiase de aspecto, á la vez que la atmósfera iba adquiriendo diafanidad, hasta quedar perfectamente despejada.

Estos fenómenos originaron los mares, producto de la acumulacion de las aguas en las depresiones antedichas

Separados los cuerpos en estado de gas, de los de vapor que antes se hallaban en el espacio, quedó la atmósfera completamente definida, formada en su mayor parte por los gases oxígeno, nitrógeno y ácido carbónico, con su correspondiente cantidad de vapor acuoso, para que pudiese servir á las importantes funciones vitales de los seres orgánicos, que mas tarde habian de desarrollarse en su seno.

Consumada aquella separacion, la atmósfera quedó formada con los gases, que habian escapado de las acciones químicas, algunos acaso sobrantes, pero que no pudieron tomar el estado líquido, ni por las variaciones de temperatura, ni por las presiones que sufrian.

Esta atmósfera no goza de la misma densidad en toda su masa, la cual disminuye segun la cantidad, que admita de los gases ó vapores desprendidos de los cuerpos, que se hallan en la superficie terrestre.

La masa de aire que rodea al globo, y que obedece á sus movimientos, constituye la atmósfera; está formada de infinidad de capas, siendo las inferiores mas densas, por la presion que ejercen todas las que se hallan cubriéndolas, y por la atraccion, que la masa terrestre ejerce hácia su centro de todos los cuerpos, que están á la superficie. La presion atmosférica disminuye á medida, que nos elevamos en el espacio, y como este fenómeno apreciado por un barómetro guarda un orden decreciente y constante, de ahí que los físicos aprecien esta condicion para medir alturas.

FIGURA Y DENSIDAD.

La masa que forma el globo terrestre tuvo en su origen una temperatura excesivamente elevada, hasta el punto de que todas las materias, que entran en su formación estaban en estado de vapor. Esta temperatura ha disminuido, no obstante conserva aun la suficiente, para que su parte central se halle en estado de completa fluidez. Consecuencia de esta fluidez, es el aplanamiento de los polos, y el consiguiente abultamiento en el ecuador, resultando una forma elíptica.

Los físicos emplean varios medios para demostrar, que la Tierra tiene verdaderamente la figura de un elipse. Estos son, las medidas efectivas de grados de meridiano, los resultados de las oscilaciones del péndulo, y las perturbaciones del movimiento de la Luna en longitud y latitud, ó las desigualdades Lunares.

Por cualquiera de estos procedimientos se demuestra, que el aplanamiento de los polos equivale á $\frac{1}{299,15}$, considerando además la mayor densidad, que tienen las capas, á medida que están más próximas al centro de la Tierra.

Una prueba más de la forma elíptica de la Tierra, es la diferencia de los diámetros de los ejes, el del ecuador es 41,816 metros mayor que el de los polos.

De los procedimientos para demostrar la figura elíptica de la Tierra, el que ofrece menos inconvenientes está fundado en las desigualdades Lunares, porque este medio está completamente ajeno á toda clase de accidentes, y puede considerarse como el apla-

namiento medio. El aplanamiento de la figura de la Tierra está relacionado con las propiedades de las sustancias, que forman su nucleo, puesto que la densidad de sus capas vá aumentando de la superficie al centro.

Descartes y Leibnitz aseguran, que siendo la Tierra un cuerpo de revolucion tomaría la forma, que actualmente tiene, en virtud de sus movimientos al pasar por el estado igneo pastoso, que debería tener antes de la solidificación de su corteza exterior. Si hubiese sido un cuerpo sólido y coherente, su figura no se habria alterado, no obstante los movimientos á que actualmente obedece.

Toda masa fluida toma precisamente mas ó menos pronto la figura de equilibrio, que corresponde á las fuerzas que le impulsan. Las que actúan sobre la Tierra son las centrífugas y las centripetas: la primera es nula en los polos, vá aumentando á medida, que nos aproximamos al ecuador, al llegar á el se halla en su máximum. Una masa semejante y homogénea debe aplanarse en el sentido del eje de rotacion, y abultarse en el ecuador, si cede al impulso de las fuerzas espesadas. Este aplanamiento denota la fluidez primitiva de nuestro planeta.

Al solidificarse esta masa líquida perdió gran cantidad de calórico, que pasó á ser libre: las capas superficiales fueron las primeras, que se enfriaron, solidificándose al emitir sus rayos hácia el espacio.

Las partes centrales y sus contiguas conservaron sin embargo su fluidez primitiva.

Determinar el peso de la Tierra es tan necesario como conocer su figura. Los procedimientos, que al efecto se emplean son vários, pero los mas importantes son los siguientes. El primero está fundado en el desvío, que experimenta la plomada en la direccion vertical, aplicada cerca de los montes. El segundo consiste en hacer oscilar un péndulo al pié de un monte,

repetir la misma operacion en la cumbre, y en seguida se comparan sus longitudes. El tercero está fundado en hacer oscilar un péndulo en sentido horizontal: la balanza de torsion puede servir al efecto.

Si se aplican cualesquiera de los procedimientos indicados, es indispensable saber el peso específico de los minerales, que forman el monte en que se hace la operacion: lo cual no es necesario si se emplea la balanza de torsion

Tomando por unidad la densidad del agua destilada, los últimos trabajos de Mr. Reich han hecho conocer, que la densidad media de la Tierra es de 5,44.

Conocido el peso de la Tierra, se infiere que la materia, que ocupa su parte interior no está en estado gaseoso, ni líquido particularmente agua, ni tampoco son rocas parecidas á las que forman la actual corteza del globo.

La densidad de las rocas, y en particular las que forman las capas superiores, comprendiendo los continentes es de 2,7 y sacando la densidad media de estas rocas con la de los mares es aproximadamente de 1,6.

Comparada esta densidad con la de la Tierra, arroja una diferencia notable, en favor de las rocas que componen su nucleo, por consiguiente la densidad va aumentando á medida, que examinamos las rocas constituyentes de las capas, que están á mayor profundidad.

Algunos físicos son de opinion, que las presiones que sufren estas rocas influyen mucho en su densidad, aumentando esta cuanto la presion es mayor. Sin embargo respetando la opinion de los espresados físicos, es indudable, que la mayor densidad de las rocas ó minerales del interior del globo, depende en gran parte de su naturaleza.

No obstante de estos resultados tan concluyentes justificando, que la parte central del globo debe

estar formada de minerales de notable densidad, no faltan hábiles físicos, que sospechan si el referido nucleo está ocupado por gases, ó materias líquidas, que en virtud de las presiones que sufren, tienen mayor densidad, que el oro y el platino.

Leslie en su fogosa imaginación, queriendo avanzar mas en esta senda, imaginó, que el globo terrestre podria estar hueco, pero ocupado por un fluido imponderable, y muy elástico.

CALOR CENTRAL.

Al principio de la solidificación el calor central atravesaba la débil corteza terrestre, perdiéndose en el espacio: con el tiempo esta corteza ha ido tomando mas espesor, de modo que su temperatura partiendo de la superficie va aumentando hácia el centro.

Perforando esta corteza, resulta, que el calor aumenta á medida que la profundidad es mayor. Las escavaciones abiertas en las minas, la temperatura de las aguas que salen de los pozos artesianos, la erupcion de rocas fundidas y arrojadas por los volcanes son otros tantos testimonios, que lo justifican.

Nada se sabe aun de la naturaleza de los materiales, que se hallan en el interior del globo terrestre, de los grados de capacidad para el calórico, de la conductibilidad de sus capas, y de las diversas combinaciones químicas, que las diferentes materias deben experimentar, segun su afinidad y bajo el influjo de una gran presión.

Los trabajos de Mr. Cordier sobre las leyes de la propagación del calor, prueban, que el aumento de temperatura de la Tierra hácia su centro, no puede ser resultado de la acción prolongada de los rayos

del Sol, de modo que es un calor propio del globo terrestre, ó independiente de la accion que ejerce aquel astro en la superficie, cuyos efectos solo se sienten en la capa exterior, determinando los climas y las estaciones.

Este aumento no es igual en los diferentes sitios del globo, no obstante partiendo de la profundidad de 16 metros, en que la temperatura media es siempre igual en todas las estaciones y climas: en que las influencias del calor central y de la accion solar son nulas, resulta que por término medio, el termómetro centesimal se eleva un grado por cada 33 metros, que se profundiza.

Esta elevacion de calor, al parecer uniforme y gradual, realmente no lo es, porque la temperatura debe ser mayor, que la que corresponde á una profundidad determinada, en virtud de la aproximacion cada vez mayor al centro calorífico.

Si esta ley fuese constante, una capa de granito se fundiría á la profundidad de siete leguas de la corteza del globo, pues segun los cálculos, la temperatura que debe haber en dicha profundidad es bastante para fundir las rocas mas refractarias, en cuyo caso la materia que allí existe, debe hallarse en completo estado de fusion.

Estas observaciones demuestran, que no es necesario profundizar mucho la corteza terrestre, para hallar la temperatura del agua hirviendo, y aun la precisa para fundir las rocas y metales conocidos. A la profundidad de 3000 metros, segun estos cálculos, hay bastante calor para evaporar el agua líquida; á la de 3270 metros la temperatura basta para sublimar el azufre, á los 6840 se funde el estaño; y á la profundidad de 20 leguas ninguna roca por refractaria que fuese resistiría el calor, que allí existe sin cambiar de estado. Esta distancia es insignificante en un radio que mide 1591,12 leguas, ó sean 6.336,000 quilómetros.

Las observaciones de Mr. Fourier para investigar el descenso de temperatura, á medida que se sube en la atmósfera, el cual se detiene á los 40° C. bajo cero, han puesto de manifiesto, que el aumento progresivo del calor central cesa, cuando llega á la profundidad de algunas leguas: de modo que las capas medias, y mas aun las centrales del globo están en constante fusion por el calor: al contrario las exteriores están completamente solidificadas, formando una corteza, que envuelve por todas partes la masa fluida interior.

Sin embargo, no es posible fijar la línea divisoria, que separa la masa líquida interior de la sólida, qué forman las capas mas profundas de la corteza terrestre, ni el punto que alcanza el estado pastoso de las capas reblandecidas, que aun no han pasado al estado de fusion.

La atraccion del Sol y de la Luna poco ó nada influyen en las condiciones de la materia fundida, que ocupa la parte central del globo. Las oscilaciones, que experimenta esta masa líquida, son del todo extrañas á estos astros, no es posible, que obedezcan á su atraccion; porque por activa que sea, no tiene energía bastante, para atravesar el espesor de la corteza, é influir en sus movimientos. Estas oscilaciones deben ser de escasa importancia, y los fenómenos que orijinan, como los temblores de tierra, y los terremotos se pueden atribuir á la energia de las fuerzas interiores, producida por la compresion de las materias gaseosas, que se desprenden de las masas centrales en virtud del mismo calor. A consecuencia de estas acciones surgen fenómenos de diversa índole, cuya estension no es fácil señalar, significando de este modo la importancia de las leyes del universo, que intervienen aun en los mas pequeños accidentes.

La propagacion del calórico terrestre tiene lugar de tres modos distintos. El primero influye en la

temperatura de la corteza del globo, obrando el Sol de arriba abajo, ó en la misma direccion, pero en sentido contrario. El segundo consiste, en que una parte del calor, que entra por las capas ecuatoriales, pasa el interior de la corteza terrestre, dirigiéndose á los polos, cerca de este punto se desvia su direccion, sale á la atmósfera y se pierde en el espacio. La última, finalmente, se funda en el enfriamiento secular del globo, que se comunica á la superficie.

Al principio de la creacion, la disminucion del calor central sería muy notable, pero á medida que iba corriendo el tiempo, ha ido siendo cada vez menor, hasta el punto de que en la actualidad es nula. En las altas regiones del espacio la temperatura es muy baja, capaz de solidificar el mercurio; de modo, que la superficie de las capas de la corteza terrestre se halla bajo la influencia de dos acciones diametralmente opuestas, la del calor central, y la del frio indicado.

Las alteraciones de temperatura, que las estaciones, y la posicion del Sol producen en la superficie de la Tierra, solo alcanzan á una parte muy escasa de la corteza: sus efectos son insensibles á cierta profundidad, que por término medio es de 16 metros.

En la zona templada la profundidad de la capa de temperatura invariable es de 20 metros, y en los tropicos no llega á un metro. En la misma zona á la mitad de la profundidad espresada las variaciones, que el termometro experimenta por las estaciones no llegan á medio grado en el verano, reparando las pérdidas, que el suelo sufre durante el invierno.

De estas observaciones se deduce la temperatura media de la atmósfera, que aplicada á un punto dado de la superficie del globo, ó á muchos puntos cercanos, puede considerarse como la base para fijar en cada pais el clima, y además la clase de vegetacion que le pertenece.

Los geólogos se han propuesto averiguar si la temperatura media del globo ha sufrido alguna alteracion, si el clima de un país se ha modificado, ó si la temperatura de las estaciones ha tenido alguna variacion. El termómetro es el instrumento, que se emplea para resolver estos casos, su aplicacion data de 150 años acá.

Poco se sabe de la temperatura que puedan tener las capas algo elevadas de la atmósfera, pero con respecto al calor central de nuestro globo se conocen procedimientos importantes, que lo evidencian. La igualdad en la duracion de las oscilaciones de un péndulo indica, que su temperatura es invariable; y la constancia de la velocidad de rotacion del globo, justifica la permanencia de su temperatura media.

La velocidad de rotacion está en relacion con su volúmen: la irradiacion de la Tierra influye en su enfriamiento, el que contribuye á la disminucion de su volúmen, produciendo un aumento sensible de velocidad de rotacion, correspondiente á una disminucion en la duracion del dia. Aplicando las desigualdades seculares del movimiento lunar, en el cálculo, de los eclipses observados en tiempo de Hiparco, esto es, doscientos años antes de la era cristiana, resulta que la duracion del dia no ha disminuido sensiblemente, ni ha variado la temperatura del globo en el espacio de dos mil años.

Desde épocas remotas no han variado el volúmen del globo, ni la densidad de las materias, que forman su nucleo, de modo, que la aparicion de los volcánes, el desprendimiento de las materias que arrojan, y el transporte por los deshielos son simples modificaciones sin importancia alguna, comparadas con la estensa superficie del globo.

Algunos físicos son de opinion, que el calor central del globo procede del Sol, que desde el exterior pasa á su interior, ó pertenece á los cuerpos celestes, que

atraviesan el sistema Solar en su movimiento de traslacion.

MAGNETISMO TERRESTRE.

Sea cual fuere la causa del calor central del globo es indudable, que desempeña un papel importante en los fenómenos del magnetismo terrestre. Este magnetismo, segun opinion de acreditados físicos es originado por la desigual temperatura del globo, ó por las corrientes eléctricas producidas en una capacidad limitada.

La aguja imantada ofrece infinitas apreciaciones de reconocido interés. Por ella se puede saber la hora del dia, y las auroras boreales no son indiferentes á su accion.

Es frecuente observar á la vez la perturbacion de la aguja en los continentes y en el mar. En algunos casos alcanza muchas leguas de estension, ó se distribuye por la superficie del globo en todas direcciones sin saber la causa perturbadora. Las sacudidás de dos agujas imantadas pueden aplicarse, para conocer la distancia, que las separa, aunque pertenezca á dos poblaciones; á su inclinacion acude muchas veces el navegante para determinar la direccion de la rosa náutica con relacion al punto de escala.

La propiedad, que tienen el hierro, níquel y cobalto de conservar por algun tiempo los caracteres magnéticos ha sido la causa, de que se les haya considerado esclusivamente dotados de esta accion; pero las esperiencias de Arago y Faraday prueban, que todas las sustancias minerales, aunque sea por breve tiempo se hacen magnéticas.

Algunos físicos consideran al globo terrestre como

un verdadero iman, y para distinguir su fuerza magnética apelan á dos clases de fenómenos. que son *su intensidad variable; y su direccion variable* tambien. Esta última comprende la *inclinacion* y la *declinacion*.

Si representamos por líneas el efecto, que el magnetismo produce en el exterior del globo, tendríamos las líneas de igual *intensidad*, de igual *inclinacion*, y de igual *declinacion*, llamadas *isodinamicas*, *isoclinicas*, é *isogonicas*. Estas líneas sufren frecuentes desviaciones oscilatorias, no obstante en algunos sitios del globo la declinacion de la aguja es constante, porque apenas es sensible la variacion, que puede resultar en un siglo. Las partes que se hallan en este caso, sirven para establecer las líneas de demarcacion por medio de la brújula, sin tener en cuenta las correcciones de declinacion de este instrumento, y sin esperarse á ver alterada por la accion magnética del globo la superficie, que determina estos fenómenos.

En los viajes de Cristóbal Colon se señalan tres puntos de la línea atlántica sin declinacion, que corresponden á los dias 13 de Setiembre de 1492; 21 de Marzo de 1496 y 16 de Agosto de 1498. Esta línea llevaba la direccion de NO. al SO., y tocaba al continente meridional de América un poco al E. del cabo Codera, correspondiendo hoy al N. del Brasil. En la citada época á los 3º al O. de las Azores la declinacion fué nula, lo propio que en 1660.

Las líneas isogonicas observadas en el Asia septentrional presentan el singular fenómeno, de ser cóncavas hácia el polo entre Obdoff y Turnchansk, y se hacen convexas entre el lago Baikal y el mar de Ochots. En los sistemas ovalados de líneas isogonicas del Asia oriental la declinacion aumenta de fuera á dentro, lo contrario sucede en el óvalo del mar del Sur, donde no es conocida ninguna línea de declinacion, que baje de 2.º Las dislocaciones de las lí-

neas magnéticas se siguen en proyeccion sobre la superficie del globo.

El Sol influye poderosamente en las variaciones horarias de la declinacion, y su valor angular disminuye con la latitud magnética. Estas variaciones en el ecuador apenas llegan á cuatro minutos, mientras que en la Europa central alcanzan hasta catorce. Mr. Arago ha puesto de manifiesto, que la estremidad boreal de la aguja, desde las ocho y media de la mañana, hasta la una y media de la tarde sigue la direccion de E. á O. en el hemisferio septentrional, y al contrario en el austral, por lo que infiere, que existe una zona situada entre el ecuador terrestre y el magnético, en que sea nula la variacion horaria de declinacion.

La curva que resultaría de las esperiencias de Mr. Arago tomaría el nombre de *línea sin variacion horaria de la declinacion*. Polos magnéticos son los puntos de la superficie terrestre en que cesa la fuerza horizontal, y *ecuador magnético* la curva en que la inclinacion de la aguja es nula.

Los diferentes sistemas de líneas isoclinicas están completamente relacionadas á la gran línea sin inclinacion. Duperry en su discurso sobre la configuracion del ecuador magnético manifiesta, haberlo atravesado seis veces diferentes en el espacio de tres años, comprendidos entre 1822 y 1825, en los dos puntos en que la línea sin declinacion corta al ecuador terrestre pasando de uno á otro hemisferio, esto es los nodos de los dos ecuadores, ofrecen una posicion muy irregular. En el año 1825 el nodo, que estaba cerca de Santo Tomás se hallaba á 188 1/2° del nodo situado en el mar del Sur en las islas de Gilberto.

Los astrónomos al principio de este siglo han fijado el punto, en que el ecuador magnético corta á las montañas de los Andes entre Quito y Lima. Este ecuador al O de este punto pasa por el mar del Sur

en el hemisferio austral, y se acerca al ecuador terrestre, antes de llegar al mar de la India, pasa al hemisferio septentrional, toca los extremos del Asia meridional, invade al Africa al O. de Socotora, separándose cuanto cabe del ecuador terrestre.

El ecuador magnético habiendo pasado por los países desconocidos al SO. de Africa, vuelve á la zona tropical en el golfo de Guinea, separándose mucho del ecuador terrestre, que corta la costa del Brasil á los 15° latitud austral al Norte de Puerto Seguro. Desde este punto penetra en la América del Sur, en donde es desconocida la fuerza magnética, lo propio que en el centro de Africa.

En el mapa de las líneas isoclinicas del Occéano atlántico perteneciente á los años de 1825 á 1837, se observa, que el nodo de la isla de Santo Tomás se ha anticipado 4° de Oriente á Occidente, mas se ignora si el otro nodo su antagonista, puesto en el mar del Sur en las islas de Gilberto, ha retrocedido los mismos grados hácia el O., aproximándose al meridiano de las Carolinas.

Acerca la variacion que tiene la fuerza magnética en el globo terrestre, la esperiencia ha hecho conocer, que su intensidad decrece del ecuador hácia los polos.

Las líneas isoclinicas é isodinamicas no son paralelas. Los trabajos hechos en la parte meridional del Occéano atlántico, que desde Angola por la isla de Santa Elena vá al Brasil, se reconoce una zona magnética muy débil, cuya fuerza aumenta en razon de 1 á 3 en direccion al polo magnético austral. El maximum de intensidad en toda la superficie del globo es de 2,071, á los 6° 19' latitud meridional y 135° 54' longitud oriental, y el minimum, 0,706 á los 19° 59' latitud austral, y 30° 30' longitud occidental, siendo en este punto la inclinacion de 7° 55'.

Los físicos han demostrado, que son completamente

te idénticas las tensiones eléctricas de la atmósfera y la magnética del globo: el conductor por donde atraviesa una corriente eléctrica queda imantado, y del magnetismo nacen por induccion corrientes eléctricas.

La electricidad es un fluido, que puede presentarse bajo diferentes formas, y las esperiencias antes indicadas justifican, que el magnetismo es una de ellas. Son verdaderamente sorprendentes la sérié de fenómenos, que nacen del magnetismo terrestre; la variacion que experimentan la intensidad, la inclinacion, y la declinacion con las horas del dia y de la noche, con las estaciones y con los años trascurridos, fenómenos todos, que deben su origen á las corrientes eléctricas, forman sistémas muy complicados en el interior de la corteza terrestre. El origen de éstas corrientes se presta á varias hipótesis: unos las atribuyen á la desigual distribucion del calórico, ó á corrientes por induccion procedentes del calor del Sol: otros creen, que nacerán del movimiento de rotacion de la Tierra, y á la diferente velocidad de las zonas, segun su distancia al ecuador, y finalmente no falta quien funda el origen de estas corrientes á algun centro de accion magnética en los espacios interplanetarios, ó en cierta polaridad del Sol y de la Luna.

Considerando al centro del globo terrestre en estado permanente de liqüefaccion, no se puede admitir la existencia del nucleo magnético, que algunos físicos conceden á la Tierra, para dar solucion á los fenómenos espresados. En este caso el sitio de las corrientes magnéticas debe estar en el espesor de la corteza del globo, que para esto en nada perjudica la temperatura que pueda tener. El magnetismo cesa al llegar á la del rojo blanco.

Todo cuanto se diga respecto las variaciones horarias se halla en la misma oscuridad, que en lo relativo á los fenómenos magnéticos, que quedan indicados: y

los trabajos científicos hechos en este particular nada adelantan. Sin embargo el inmenso número de observatorios magnéticos, que se han establecido en distintas poblaciones y dirigidos por hábiles físicos y astrónomos es posible, que pronto nos den á conocer el resultado de estos trabajos científicos, que la ciencia inmortalizará á sus autores.

AURORAS BOREALES.

Son fenómenos luminosos, que comunmente se manifiestan hácia al norte, cuya luz se parece á la de la aurora. La produccion de la luz polar y del calórico del globo terrestre están íntimamente relacionados con el magnetismo terrestre, y con las fuerzas electro dinamicas, de modo que las auroras boreales, segun Paraday, son producidas por la accion de las fuerzas magnéticas.

La aurora boreal se presenta, despues de una perturbacion enérgica de las fuerzas magnéticas de nuestro planeta, que al restablecer el equilibrio por medio de una descarga, aparece el fenómeno luminoso. La aurora boreal es el resultado de una energia terrestre, capaz de producir fenómenos luminosos, es el término de una tormenta magnética, que alcanza gran parte de los continentes, estendiendo su accion á mayor distancia de la en que se ha observado este fenómeno luminoso.

Las tempestades magnéticas y las eléctricas reconocen un mismo origen, proceden de nubes tormentosas, y al restablecerse el equilibrio en los polos, ó desde estos al ecuador, lo verifican precisamente por medio de fenómenos luminosos. Estas mismas tormentas magnéticas producen grandes perturbaciones en los movimientos horarios de la aguja imantada.

La formacion de la luz polar está relacionada con la aparicion de nubes de cierta forma. En efecto esta luz, se presenta mas viva cuando en las altas regiones del espacio se observan grupos de nubes llamados *cirrostratus*, muy ténues para producir un cerco al rededor de la Luna, pero al medio del dia influyen en el movimiento de la aguja imantada. Tambien es frecuente en las nubes tomar el aspecto de ligeros copitos, separados con órden marcado, aparentando fajas en el espacio, y conocidas con el nombre de fajas polares.

Estas fajas á veces coinciden con el polo magnético, de modo que las líneas paralelas, que forman estos copitos, siguen la direccion del meridiano magnético local. El punto de convergencia, unas veces parecia elevarse y bajarse alternativamente, y otras sigue una misma direccion. Al principio estas fajas en su movimiento siguen la direccion de N. á S., despues lo cambian paulatinamente de E. á O. Las fajas se presentan estando la atmósfera completamente despejada, y son mas abundantes entre los trópicos, que en las zonas frias y templadas.

Además de las fajas polares, se han reconocido *fajas australes*. Mr. Arago en 23 de Junio de 1844 observó en Paris esta clase de fajas, cuyo nombre dió á la forma, que tomaron unas nubes muy ténues: llamó *rayos sombríos*, á los que salian al parecer de un arco dirigido del E. al O., y *rayos oscuros* á los parecidos á una especie de ahumadas, que presentan las auroras boreales nocturnas.

En las regiones meridionales no son raras las auroras australes, así como son frecuentes en las regiones tropicales las auroras boreales, por efecto de la perturbacion simultánea del equilibrio magnético hácia ambos polos, cuyo fenómeno suele variar segun el sitio, que ocupe el observador. En el globo terrestre existe una faja en que la luz polar es visible á la vez.

en todas partes: de modo que una aurora boreal se observa al mismo tiempo en Inglaterra, en Florencia, y en Pekin. La repetición de estos fenómenos disminuye con la latitud magnética, á medida que el observador se aleja del polo magnético. Cerca de este polo las auroras boreales son mas frecuentes, en el mismo polo ni son mas frecuentes, ni mas vivas.

Los estudios que se han hecho para determinar las alturas de las auroras boreales tropiezan con las dificultades, que resultan de las continuas oscilaciones de la luz, respecto sus verdaderos límites: los resultados obtenidos varían en algunas leguas. Es posible, que estos fenómenos se producirán en la region, donde las nubes toman origen, y se agrupan los vapores en forma vesicular, opinando, que los vientos y las corrientes aéreas influyen en la desviación de los rayos de las auroras boreales. Estos rayos muchas veces se acercan á la Tierra interponiéndose entre el observador y alguna altura inmediata.

Todos los fenómenos, que pertenecen á las auroras boreales han sido observados con esquisita solicitud por ilustrados físicos y astrónomos en el polo norte, Islandia, Groelandia, en el cabo Norte, y junto al mar glacial; muchos de ellos presentan gran identidad con los eléctricos, pero de las muchas auroras boreales observadas, ninguna ha ido acompañada del mas insignificante ruido. El estado eléctrico de la atmósfera, segun se demuestra con el auxilio de perfectos electróscopos, ninguna variación experimenta durante las auroras boreales, sea cual fuere su brillo. No es así con relacion al magnetismo terrestre, el cual es modificado á la vez que su intensidad, la inclinación y la declinación. La estremidad de la aguja imantada es atraída ó repelida en una misma noche, segun las fases sucesivas del desarrollo de las auroras boreales.

La importancia de estas auroras boreales es de su-

ma trascendencia, por ellas cabe admitir, que la Tierra emite una luz propia y diferente de la que recibe del Sol. La claridad que la luz terrestre puede esparcir por la superficie de nuestro planeta es mas viva, que la de la Luna en su primer cuadratura, y á veces tiene tal intensidad, que ha sido posible leer sin dificultad.

La luz terrestre es irradiada con mucha frecuencia hácia los polos, es indentica á la que se observa en la parte de Venus, no iluminada por el Sol, y es posible, que todos los astros sea cual fuere su clase, tengan una luz propia, nacida de su sustancia, é independiente de la que reciben del Sol, lo cual se demuestra por el polariscopo. No escasean las pruebas, que justifican esta teoría, tales son la superficie brillante, aunque por corto tiempo, que distinguimos muchas veces en las nubes de poca elevacion; las sorprendentes nieblas secas de 1831, que á manera de fuertes fosforescencias, se observaron en aquellas noches; las grandes nubes con frecuencia vistas y que brillan con luz bastante manifiesta; y finalmente segun Mr. Arago, aquella luz tranquila, que nos permite distinguir los objetos en las noches de primavera y otoño, cuando las nubes forman una barrera con la luz celeste, y la Tierra carece de nieve. En los trópicos tambien observamos fenómenos luminosos, las olas que recorren la estensa superficie del Occéano se elevan cargadas de fosforescente espuma, para estrellarse despues consigo misma, cada punto de su dilatada superficie es un foco de la vida orgánica de un mundo ideal.

La aurora boreal se presenta generalmente dos, tres ó cuatro horas despues de puesto el Sol. Es frecuente que suceda por la noche y casi nunca por la mañana.

Las grandes auroras boreales empiezan poco tiempo despues del fin del crepúsculo, y algunas veces antes que él.

El principio de la aurora boreal consiste en una especie de niebla oscura hácia la parte septentrional, con alguna mas claridad hácia el Oeste, que en el resto del cielo. Esta niebla toma la forma de segmento de círculo tendido sobre el horizonte, ó del que el horizonte es la cuerda. La parte visible de su circunferencia se halla ribeteada de una luz blanquecina, formando un arco luminoso ó muchos arcos concéntricos. Algunas veces el primero de estos arcos está ribeteado por una parte de la materia oscura del interior del segmento, y esta lo es á su vez de una materia luminosa. Siguen despues los chorros y los rayos luminosos de varios colores, que salen del arco ó del segmento oscuro y nebuloso, en donde hay casi siempre una brecha iluminada de que al parecer salen los rayos.

Cuando la aurora boreal va aumentando, y debe difundirse á una gran distancia, se advierte un movimiento general en su masa, á consecuencia de las frecuentes brechas, que se forman y se destruyen sucesivamente en el segmento oscuro y en el arco, como por las vibraciones de la luz, y de los relámpagos que salen de esta masa encendida.

Despues de este incendio se ve al zenit una especie de corona, en que parecen concurrir todos los movimientos del rededor, como si fuera el vértice del pabellon de una tienda. En este momento la aurora boreal se manifiesta con todo su esplendor, por la variedad de objetos y hermosura de colores, en seguida disminuye en magnitud y claridad, y acaba por extinguirse, no sin nuevas apariciones que vuelven á manifestar alguna vez el espectáculo de las barras luminosas, de relámpagos, de coronas y de colores mas ó menos vivos, que parecen recorrer la atmósfera. Cesa en fin el movimiento, la luz se aproxima cada vez mas al horizonte, deja las regiones meridionales, orientales y occidentales del cielo para fijarse hácia el Norte.

El segmento oscuro se disipa y vuelve á parecer luminoso, al instante se ve una luz muy viva cerca del horizonte, y menos viva algunos grados encima, que se pierde insensiblemente en el espacio, que disminuye á veces con rapidéz, otras con lentitud, y que al fin se vé desaparecer del todo, sino se confunde con el crepúsculo de la mañana.

Las auroras boreales raras veces van acompañadas de ligeras detonaciones: su movimiento generalmente es del N. al S. algunas se dirigen hácia el Occidente. A veces toman la forma de columnas luminosas, de distintas figuras y diferentes direcciones. Las figuras son piramidales, cilíndricas, ó arqueadas; finalmente las auroras boreales no brillan todas con igual claridad, unas despiden una luz suave y tranquila, y otras la luz es muy brillante.

TERREMOTOS.

Entre los distintos é importantes fenómenos, que nacen del calor central, figuran los terremotos; esas modificaciones de la corteza terrestre, que alcanzan un espacio mas ó menos estenso, y que son causa de alteraciones sensibles en la superficie del globo.

Las fuerzas centrales de nuestro planeta, obrando contra su capa sólida producen efectos tan singulares, que segun su naturaleza y energía conmueven ó trastornan una parte de su suelo, cambiando su faz. La acción expansiva de las materias, que forman el núcleo se dá á conocer por oscilaciones de todas clases, verticales, horizontales, ó circulares, resultando unas veces movimientos de trepidación, que con frecuencia alcanzan una estension considerable, que re-

corren á razon de 7 á 8 leguas por minuto, y que se repiten con cortos intervalos.

En esta clase de fenómenos conviene distinguir, cuando se producen sin conmocion marcada del suelo, de cuando este es sensiblemente trastornado en su estado y en su forma: en el primer caso ninguna importancia tienen en la configuracion de la Tierra, solo causan sorpresa y espanto, y toman el nombre de *temblores de tierra*: y en el segundo el de *terremotos*, sus efectos son de gran interés geológico, y segun los sitios en que se han verificado han sido causa de lamentables desgracias.

Es frecuente significar indistintamente estos últimos acontecimientos con los nombres de temblores ó de terremotos, sus causas podrán ser idénticas, acaso las mismas, no así sus efectos, que son muy diferentes. Conviene pues distinguir las oscilaciones de la corteza terrestre, cuando tienen lugar sin resultado geológico, para cuyo caso debe aplicarse el nombre de temblor de tierra, y usar el de terremotos, siempre que el suelo sufra modificaciones de mas ó menos importancia.

Generalmente suelen ser simultáneas las oscilaciones que experimenta la corteza terrestre en sentido horizontal y vertical, siguiendo con frecuencia una línea recta. Cuando las sacudidas toman una forma circular parten de un centro, y se dirigen á la circunferencia perdiendo á la vez de su energía.

Algunas veces las oscilaciones circulares se cortan, esto sucede cuando el terreno en que se verifican, se halla situado entre dos volcánes, que están en ignicion, resultando vários sistemas de hondas de conmocion sobrepuestas, sin experimentar confusion alguna; cuando estas hondas se cruzan resulta la *interferencia*. La honda de conmocion sigue la misma ley, que las hondas sonoras, y al propagarse por la corteza de nuestro globo van aumentando en proporcion,

que están mas próximas á la superficie. Con el péndulo solo se puede averiguar con bastante exactitud la fuerza y direccion de estas ondas, mas no la época en que tienen que presentarse, ni la estension que, podrán tener.

Las oscilaciones circulares son siempre funestas sus efectos se dan á conocer por los trastornos, que experimenta la corteza terrestre; pero por fortuna son raros. En el dia 4 de Febrero de 1797 sufrió Quito un terremoto, por el cual se inclinaron muchas paredes de los edificios sin desplomarse del todo, calles de árboles, que estaban en línea recta se volvieron curvas; las labores y sementeras de las campiñas se mezclaron, en una palabra el suelo sufrió cambios de posición, que alcanzó muchos métrros de distancia. Esta clase de trastornos supone la existencia de corrientes, que primero se dirigen de arriba abajo, horizontalmente despues, y finalmente de abajo arriba.

La fuerza magnética del globo ninguna parte tiene en los terremotos; su intensidad, declinacion é inclinacion permanecen inalterables. No es lo mismo con el estado eléctrico de la atmósfera, con frecuencia pone de manifiesto las importantes variaciones que experimenta, y mientras tienen lugar los fenómenos de los terremotos, se agita fuertemente el electrometro de Volta.

Parece, que los diversos meteoros, que se presentan en nuestra atmósfera, son completamente estraños á estos acontecimientos, nada influyen en su produccion; no obstante á consecuencia de las sacudidas, que sufre la corteza terrestre, y de los gases, que salen del nucleo, las capas de aire que rodean á la Tierra pueden presentar algunas modificaciones, siquiera sean momentáneas.

Algunas veces antes de las sacudidas, que la corteza experimenta, se observa una niebla rojiza, variaciones repentinas de la electricidad atmosférica, y

gran calma en la atmósfera misma. Parece, que en la época de los equinoccios, sobre todo en la estación de las lluvias, en las regiones tropicales suelen ser frecuentes los terremotos. La esperiencia ha acreditado esto mismo, y puede muy bien influir en los terremotos y temblores de tierra la particularidad, de que por efecto de las continuadas llúvias la corteza pierde coherencia, presentando menos resistencia al impulso de las fuerzas subterráneas, que segun su energía produce las oscilaciones consiguientes con sacudimiento ó sin él.

Los terremotos muchas veces van acompañados de un ruido de variable intensidad. Esta detonacion no se percibe en el mismo sitio de la conmocion, tampoco es simultánea, siempre pasan algunos minutos, que muchas veces esceden de quince; sin embargo la intensidad del ruido no guarda relacion con la fuerza de las oscilaciones.

El ruido se presenta bajo distintas formas, ya rueda, ya muge, ya se parece el choque de cadenas, unas veces es vibrante, otras se repite con estrépito, oyéndose á distancias considerables del sitio en que se producen. La detonacion, que abrió el crater del volcan de San Vicente en las Antillas se oyó á 215 leguas de distancia: en la grande erupcion del Cotopaxi de 1744 se oyeron detonaciones subterráneas en Honda á orillas del Magdalena á 145 leguas de distancia.

Esto prueba la estension que tiene un terremoto, á veces en su direccion atraviesa y agita el fondo de los mares, cuya masa de agua, participa de la oscilacion, que comunica á los buques que en ellos navegan. Un ejemplo de esta clase nos ofrece el terremoto, que en primero de Noviembre de 1755 destruyó á Lisboa, estendiéndose á la Groelandia, á las Indias occidentales, al Africa, á las Antillas, á los Alpes, Suecia, Alemania, Noruega, costas de Inglaterra y Cádiz, de modo que un buque que se hallaba á 50

leguas de la costa, en virtud de este terremoto padeció mucho, el puente se destruyó, y el capitán creyó, que había encallado; la superficie de las aguas de Cádiz se alteró, elevándose 22 metros de su nivel ordinario, en otros puntos del mar hubo oscilaciones de diferente importancia; de modo que las sacudidas en dicho día se estendieron de tal modo, que alcanzaron cuatro veces más terreno, que el de toda Europa. Las desgracias ó víctimas que resultaron por este acontecimiento subieron á una cifra respetable.

Los terremotos, lo mismo que los temblores de tierra interesan una parte de más ó menos espesor de la corteza terrestre, ya siguen las capas superficiales, ya invaden las de cierta profundidad. Es posible atendida la constitución del globo terrestre, que su corteza se halle constantemente agitada, y acaso perturbada como resultado de la reacción de su núcleo, pero completamente independiente de las materias, que la forman, más no de su estructura. Se presentan estos fenómenos en toda clase de terrenos, ya sean igneos, sedimentarios ó de aluvión. Cuando las ondas de conmoción se extienden á lo largo de una costa, ó en la dirección de una cadena de montañas, parece que á veces experimentan interrupción. La experiencia ha hecho ver, que en este caso la onda continúa, pero de las capas superficiales pasa á las más profundas. Hay capas superficiales en la corteza terrestre, que resisten á la influencia de las conmociones, acaso por su fuerte cohesión.

A la interrupción de las materias, que forman estas capas, se llaman *fallas*, sobre las que descansan las cordilleras de montañas, originadas por el impulso de las fuerzas subterráneas, producto de un levantamiento. Las ondas de conmoción se propagan en una misma dirección, no es raro verlas en dirección perpendicular á la de las cordilleras de montañas, en cuyo suelo tienen lugar los terremotos. Se

han visto tambien á un mismo tiempo atravesar el sistema de montes, que forman el litoral de Venezuela y la sierra de Parime.

Los círculos de conmocion, que se observan en algunos terremotos, es frecuente verlos avanzar á consecuencia de la diferente energía, con que se manifiestan las oscilaciones; de modo que quitados los obstáculos, que oponian al desarrollo del movimiento oscilatorio, van tomando mayores proporciones cada vez, que se reproducen de nuevo.

Las fuerzas subterráneas fijándose en uno ó varios puntos de la corteza terrestre, pueden producir levantamientos, de tal naturaleza y estension, sin romper el espesor del lecho ó capa levantada, que la obliguen á alterar su forma y nivel primitivo. La altura, que alcanza el terreno levantado, es relativo á la energía de las fuerzas centrales, y á la resistencia de la corteza.

Verificados estos fenómenos en el fondo de los mares, ó á sus orillas, surgen islas ó cordilleras de montañas, produciendo un trastorno cuya estension y consecuencias no es fácil calcular.

Todas las cordilleras de montañas existentes en el globo terrestre reconocen este origen.

Los levantamientos ó hundimientos sucesivos é instantáneos, el trastorno de ciertos terrenos, que antes estaban nivelados, la presencia transitoria ó permanente de grietas y de bocas, que se apoderan de corrientes de aguas ó de humo, la formacion de lagos ó de manantiales frios ó calientes en sitios en que antes no existian, la acumulacion de las aguas de los rios contra los obstáculos momentáneamente levantados, y finalmente las zanjias profundas de las costas, son los efectos mas comunes de estas catástrofes espantosas, cuya accion unas veces se circunscribe á espacios reducidos, pero que otras se estienden en grandes superficies, y aun corriendo un gran cír-

culo en todo un hemisferio. Ejemplos de esta especie de fenómenos son los chorros de agua caliente, que en 1818 hubo en Catania; los vapores de agua que en 1812 se observaron en Nuevo Madrid en el valle del Misisipi; el lodo, humo negro y llamas, que en 1783 presenció Mesina; el terremoto de Lisboa antes citado, que junto á la poblacion hubo humo y llamas; las eminencias cónicas, que se levantaron en el terremoto de Quito antes indicado; el ácido carbónico, que salió de las grietas, que en 16 de Noviembre de 1827 se formaron en Nueva Granada; las fuertes sacudidas que en el Perú han producido cambios repentinos de temperatura, acelerando la estacion de las lluvias de su época respectiva; y finalmente la aparicion de la mayor parte de las islas, y de los archipiélagos conocidos.

Las materias, que forman el nucleo de nuestro globo, están en ignicion constante, por efecto de su temperatura resultan vapores y gases, que no teniendo comunicacion con el exterior, á medida que su cantidad va aumentando, aumenta tambien la presion debajo de las capas de la corteza. Cuando esta presion es muy intensa, obliga á aquella á ceder en uno ó varios puntos, segun sus condiciones de naturaleza y espesor, originando las oscilaciones ó sacudidas, que conmueven la superficie con una energía relativa á la intensidad y magnitud de las presiones ó fuerzas subterráneas.

Esperiencias repetidas y recientes practicadas sobre la roca mas elevada del crater de Pichincha en el Ecuador, pusieron de manifiesto las oscilaciones ó sacudidas, que sufría, y que se significan con 30 segundos de anticipacion á la salida de los vapores y escorias candentes. A medida que las erupciones se presentaban mas tardías, las sacudidas eran mas violentas, sin duda por haberse juntado vapores en mayor cantidad.

Esta clase de fenómenos son inminentes en las comarcas, que tienen volcanes, cuyos cráteres se han cerrado, cortándose en este caso la comunicacion interior con el exterior. La esperiencia justifica, que los temblores de tierra y los terremotos tienen lugar muchas veces en sitios distantes de los volcanes en ignicion.

En la cadena de los Andes, en la América del Sur, y en el archipiélago filipino en Océania, los temblores de tierra duran sin interrupcion por algunos dias, y la esperiencia justifica, que á menudo suceden en sitios algo distantes de volcanes activos. Cuando son frecuentes estos accidentes, suele ser su término algun terremoto, en cuyo caso se restablece la tranquilidad en aquella comarca, antes alterada ó amenazada por los referidos fenómenos.

Además de los volcanes considerados como orificios de comunicacion entre el interior y el exterior del globo, existen hendiduras de una profundidad inmensa, llamadas en Canarias *barrancos*, por las que continuamente se escapan materias en estado de fluidez completa.

Esta clase de comunicaciones permiten llegar el aire atmosférico hasta su fondo, contribuyendo á la modificacion de la naturaleza de las rocas y masas minerales, que las forman.

Estas hendiduras podrán cerrarse por causas interiores ó exteriores, y no pudiendo verificarse la salida de las materias fluidas como antes, son conmovidos entonces aquellos terrenos, resultando terremotos ó temblores de tierra segun la importancia, magnitud y condiciones de la fuerza impulsiva. Esta accion se manifiesta de tres modos distintos, ó el suelo se conmueve, ó se eleva repentinamente, ó esta alteracion de nivel se verifica con lentitud.

Todos estos fenómenos se suspenden tan luego como vuelven á salir al exterior las materias vaporo-

sas ó gaseosas , que estaban encerradas debajo de la corteza terrestre.

Algunas veces esta corteza se modifica tambien, presentando fenómenos distintos de los indicados, é interesando un espacio mas ó menos estenso de la superficie terrestre sin el concurso de las fuerzas centrales. Las causas pues, que motivan estos terremotos se consideran completamente físicas. Es preciso comparar esta clase de fenómenos, que generalmente quedan circunscritos á límites reducidos, con los que son producto de las fuerzas centrales, que siempre alcanzan espacios de consideracion, sobre todo, porque están despojados de los accidentes que les son característicos.

En el mes de Marzo de 1852 en Villanueva del Rosario, pueblo que dista seis leguas de Málaga, ocurrió un terremoto de esta clase, bajando el nivel de sus montes y valles en una estension como de seis leguas cuadradas, quedando sepultados unos caserios ó cortijos, que habia en su jurisdiccion. Este hundimiento fué instantáneo, no se manifestó con igualdad, en unos sitios se significó mas que en otros, la mayor parte de olivos y encinas espermentaron modificaciones sensibles, unos árboles quedaron con las copas enterradas y las raices al aire libre, otros tendidos horizontalmente, y unos pocos con el tronco dividido en dos partes. El suelo se presentó esponjoso y con un considerable número de grietas.

Este fenómeno circunscrito á tan reducido espacio no pudo de modo alguno ser producido por la accion de las fuerzas centrales del globo, mayormente no presentando accidente ninguno de los que caracterizan los de esta procedencia.

La opinion de cuantas personas científicas examinaron el terreno en que tuvo lugar la catástrofe indicada, estuvieron conformes con la nuestra: todos unánimes admitieron la existencia de grandes espa-

cios interiores huecos, en particular en las capas que recorren las aguas subterráneas.

Los terrenos en cuestion son de naturaleza arcillosa, y la época en que ocurrió este terremoto ó hundimiento instantáneo del suelo, estuvo lloviendo copiosamente todo el invierno: la filtracion del agua de las lluvias hubo de ser muy abundante, haciendo perder la coherencia de aquellos terrenos, ablandando las masas, que formaban su apoyo, y cediendo á su peso, resultó el hundimiento espresado.

Las desigualdades que tendrian las cavidades interiores esplican las diferencias del nivel, que presentó la superficie del suelo despues del hundimiento. Aquella comarca antes estaba completamente privada de arroyos y rios, despues del terremoto se presentó un riachuelo con bastante cantidad de agua, producido sin duda por haberse llenado de masas sólidas el sitio, que ocupaban las aguas subterráneas, habiendo encontrado estas salida por las grietas ó hendiduras, que en su consecuencia presentó el suelo.

El descenso del terreno, en algunos sitios fué de mucha importancia, interésó algunos cientos de metros, en particular en la parte montuosa; en las llanuras fué menor, pero bastante para que los barrancos y hendiduras absorbiesen los edificios por completo.

Antes ni despues de este terremoto, no se oyeron en el sitio de la catástrofe ruidos de ninguna clase, ni ninguno de los fenómenos, que van asociados á estos accidentes. Todo esto justifica la opinion antes espuesta, acerca las causas originarias del espresado acontecimiento: despues no ha vuelto á turbarse la tranquilidad de aquella comarca.

FUMAROLAS.

Los chorros de vapores y gases distintos seguidos á veces de cierto ruido, que salen de las hendiduras del suelo, se llaman fumarolas. Los vapores generalmente son de agua, de ácidos sulfúrico y bórico; los gases son hidrógeno carbonado y sulfurado, y los ácidos sulfuroso, carbónico é hidroc্লórico

Las hendiduras que dan paso á estos fluidos unas se hallan próximas á los volcánes, y otras en sitios que están á bastante distancia de ellos, como lo justifica la existencia de materias de esta procedencia mezcladas con rocas de formacion sedimentaria, embutidas en ellas, y halladas en sitios muy distantes de los volcánes.

De todos los gases indicados, el que se presenta en mas abundancia, es el ácido carbónico, que comunmente sale de las hendiduras y de los volcánes activos, cuando cesan los fenómenos eruptivos.

Al principio de la solidificacion de la corteza terrestre, es de suponer, que estas hendiduras ó grietas serian muy abundantes, el calor del nucleo sería tambien muy elevado, resultando que por muchos sitios tenia lugar la salida ó desprendimiento de ácido carbónico y vapores acuosos, que mezclándose con el aire, formaron una atmósfera saturada de elementos nutritivos, propios para las plantas. Resultado de todo, fué la vejetacion frondosissima, que por todas partes se ostentaba, y que segun Mr. Adolfo Brongniart fué la base para la formacion de la hulla ó carbon de piedra, que tanto abunda en la corteza terrestre.

La configuracion del globo deberia ser favorable á este desarrollo vegetal. La temperatura y humedad atmosféricas, el aire saturado de ácido carbónico, y la profusion de islas en medio de un mar poco profundo, que formaban la superficie de nuestro planeta, en los tiempos primitivos á su solidificacion, eran muy apropiado, para que las plantas adquiriesen un desarrollo orgánico colosal, y cual no se ha visto despues.

Estos depósitos de combustibles son muy abundantes en Europa, y en particular en Inglaterra, Francia, España, Bélgica y Alemania. Fueron cubiertos por los sedimentos que resultaron de inundaciones, constituyendo las capas de caliza y arenisca de esta formacion, que alterados por el tiempo y por el calor consiguiente al derrám de rocas porfidicas del interior del globo, dieron por resultado la formacion del carbon de piedra primero, y de los lignitos en época bastante posterior.

De esta combustion lenta resultó una cantidad enormísima de ácido carbónico, que combinado con la cal ha formado las rocas calizas, que tan abundantes son en la corteza terrestre. En esta clase de rocas el carbono forma la octava parte de su composicion.

Es posible que alguna cantidad de ácido carbónico quedase libre, y por su carácter gaseoso pasase á confundirse con el aire atmosférico, y por consiguiente á servir para la nutricion de las plantas, que se habian escapado de la carbonizacion.

A consecuencia de estos fenómenos la atmósfera perdió una cantidad notable de dicho ácido, y adquirió las condiciones necesarias, para que la vida animal pudiese desarrollarse en su seno, conservando no obstante la aptitud para la vida vegetal.

Las emanaciones de ácido sulfúrico continuaron saliendo de las grietas ó hendiduras, y de los volcanes activos; su procedencia acaso sería efecto de la

descomposicion de las materias, que entran en la formacion del nucleo. Los vapores de este ácido al principio se confundirian con el aire atmosférico, mas por efecto de ser mayor su densidad, poco tardarian en condensarse, y su accion química sobre algunas rocas calizas, y sobre las conchas de moluscos, que tanto abundaban, dió por resultado los sulfatos calizos, unos anidros, *karstenitas*, y otros hidratados, *yessos*, formando capas ó bancos de bastante estension. Estas capas han cedido á la accion de las fuerzas subterráneas, sufriendo las modificaciones, que los fenómenos geológicos les han marcado.

FUENTES.

Este nombre se aplica á las aguas, que salen espontáneamente por cualquier punto de la corteza terrestre. Su temperatura y composicion química son muy variadas, la primera indica la profundidad de donde proceden, y la segunda la naturaleza de las capas de la espresada corteza, que han atravesado.

Las aguas de los manantiales por su temperatura, son *termales* y *frias*: por efecto de su composicion química, *minerales*, y por su accion sobre la economía viva, *medicinales*.

Las aguas de las lluvias al caer sobre terreno muebles, parte se infiltran y parte se deslizan por ellos segun su inclinacion. Las primeras van profundizando la corteza terrestre, hasta encontrar una capa impermeable, que comunmente tiene agua tambien, mezclándose ambas. Su temperatura en el acto de la union podrá ser diferente, pero poco tarda en equilibrarse, y tomar la que tiene la capa de la corteza en que per-

manecen. Si tienen comunicacion con el exterior, resultan las fuentes, con el calor propio de la profundidad de que proceden.

Mucho se ha escrito para demostrar, la temperatura de las aguas de las fuentes, es posible que dependa de causas numerosas y complicadas, pero siempre relacionadas con el calor de la capa de la corteza terrestre, que alimenta las fuentes, con el calórico específico del suelo y con la cantidad y temperatura de las aguas de lluvia, en relacion con la que tienen las capas inferiores de la atmósfera.

La temperatura del agua, que forma la lluvia, depende de la altitud de la nube, que la produce, y del calor que los rayos del Sol comunican á la cara superior de la espesada nube, no obstante de que cambia durante la caida.

Al formarse las gotas tienen menor temperatura que la de la atmósfera, que les rodea; porque su calórico latente pasa a ser libre. Al precipitarse estas gotas de la atmósfera, atraviesan capas de aire mas caliente, aumentan de volúmen á la vez que de temperatura, por condensarse el vapor acuoso diseminado en dichas capas. Este aumento de temperatura queda compensado con el calor, que pierde la atmósfera á consecuencia de la evaporacion de las repetidas capas.

El enfriamiento de la atmósfera cuando llueve se atribuye á tres causas.

1.^a A la baja temperatura de las gotas, que en forma vesicular se hallan en las regiones elevadas de la atmósfera.

2.^a Al aire frio de las capas superiores, de donde proceden las gotas de agua.

3.^a A la continua evaporacion del suelo humedecido.

Las gotas de agua, que forman la lluvia comunmente tienen la misma temperatura, que la capa de

aire inmediata al suelo. Este fenómeno es producido por las corrientes de aire caliente en las regiones elevadas, ó por la alta temperatura, que los rayos solares pueden comunicar en nubes muy estensas y de poco espesor.

Mr. Boussingault ha demostrado, que á una profundidad poco notable, y bajo de los trópicos la temperatura del suelo es igual á la temperatura media de la atmósfera. En los climas templados esta profundidad es de 14 á 18 métrros, en que son completamente insensibles las influencias del calor central, y de los rayos solares.

En las regiones equinociales estos límites pueden aumentar cerca de medio métrro. Para apreciar la temperatura media de las fuentes frias, es preciso que sus aguas no se mezclen en los manantiales con las que se infiltran del exterior de la corteza, ni con las que pueden elevarse de sitios mas profundos.

Examinadas las aguas á mayor profundidad de aquella, en que las influencias exteriores son inapreciables, presentan una temperatura propia y constante de la profundidad en que están, segun los cálculos antes indicados.

Es opinion admitida entre los geólogos mas acreditados, que las fuentes termales se hallan próximas á los volcánes. La esperiencia no está conforme con esta teoría, porque hay manantiales de agua caliente en sitios distantes de los volcánes, y tal vez son los de mas elevada temperatura. En este caso están las aguas calientes de Comanguilla en Guanajuato, *Méjico*, cuya temperatura es de 96° C., y las de las Trincheras al Sur de Puerto Cabello, que salen de una masa de granito dividida en hiladas regulares, 97° C., es su temperatura, al paso que las aguas termales junto al volcan Jorullo, *Méjico*, marcan 65° C., y las que están en las vertientes de los volcánes activos, el Cotopaxi y el Tunguragua, tienen de 36° á 54° C.

Esta teoría justifica plenamente, que el calor interior del globo es la causa de la temperatura de las aguas termales; las rocas que forman las capas subterráneas, que atraviesan, si acaso influyen en ella será por su permeabilidad, ó por su capacidad calorífica.

Las aguas de los manantiales de mas temperatura se cree, que son los que tienen menos minerales en disolucion, pero ofrecen mas variaciones respecto los grados de calor que tienen. Las aguas termales de Trincheras han aumentado 7° C. de temperatura en el espacio de 25 años.

Las observaciones, que desde el año de 1821 se vienen haciendo sobre los pozos artesianos, y en particular las del ilustrado Mr. Arago, han arrojado luz bastante para fijar definitivamente el principio, de que la profundidad de donde proceden las aguas subterráneas está relacionada con su temperatura. La esperiencia demuestra, que el calor de las aguas de los pozos artesianos es tanto mayor cuanto es la profundidad de donde parten. Esta teoría explica perfectamente el calor de las aguas de las fuentes termales: y para apreciarla debidamente se calcula desde la profundidad de la capa en que la temperatura es constante.

Las aguas de las fuentes naturales entre otros principios, algunas llevan en disolucion ácidos carbónico, ó hidro-sulfúrico. El primero cediendo á la resistencia de la corteza, se disuelve en mayor cantidad en las aguas subterráneas, aumentando mucho su poder disolvente, las que atravesando las rocas calizas, que forman las diversas capas de la corteza terrestre, quedan saturadas de esta sustancia. Estas aguas cuando salen al exterior, abandonan el carbonato cálcico, por haber cesado la presion interior; y el ácido carbónico ha pasado á ser libre. Las formas concrecionadas y los travertinos tienen este origen.

La division de las aguas medicinales en gaseosas ó acidulas, ferruginosas, hidro-sulfúricas y salinas está fundada en el principio dominante, ó que le imprime un carácter especial.

Las aguas acidulas se distinguen por su sabor ácido, por efecto del ácido carbónico que las caracteriza, y porque enturbian el agua de cal. No obstante de que su número es crecido, apenas pasan de 20 las que tienen gran celebridad, su temperatura está limitada entre los 11° á 42° C.

Las ferruginosas deben su carácter á la presencia del hierro, que les presta un sabor especial. Con el hidro-cianato de potasa precipitan en azul, precipitado que desaparece con la adición del amoniaco. A veces por efecto de su composicion química se presentan ciertas reacciones con los reactivos, que ponen de manifiesto la clase de minerales, que contienen, y que es preciso fijar mucho la atencion. Pasan de 30, el número de estas aguas, que hay en el reino, cuya temperatura está comprendida entre 13° y 34° C.

El olor basta para reconocer las aguas hidro-sulfúricas, mal llamadas sulfurosas. Es posible, que su número pase de 40, aunque muchas son poco conocidas. Sin embargo de su abundancia algunas son del dominio de los naturales, en cuyo término radican: su temperatura está entre 7° á 45° C.

Las aguas salinas se distinguen por su sabor amargo, debido al sulfato magnésico, de composicion tan variada, que no es posible fijar caractéres decisivos para determinarla en toda su estension. La única propiedad que tienen de común es, que precipitan en blanco por el fosfato de sosa. Abundan en España esas aguas; rara es la poblacion, que no tenga su manantial predilecto, considerado como una panacéa para curar toda clase de enfermedades.

Las aguas salinas y las acidulas, son poco conocidas, la mayor parte no figuran en el catálogo de aguas

minerales. Pasan de treinta las de mas celebridad, y su temperatura está entre 14° y 54° C.

En España abundan, cual ninguna otra nacion las aguas minerales, y algunas gozan de gran celebridad por sus prodijiosas virtudes terapeuticas, que no tienen rival en el mundo.

SALSAS.

Al través de las hendiduras ó grietas de la superficie exterior del globo, y con frecuencia cerca de los volcánes se desprende continuamente gas hidrógeno carbonado, asociado con agua, ó materias fangosas y salinas. Tambien se llaman volcánes de agua ó de fango, segun la naturaleza de las materias, que acompañan á aquel gas.

Las salsas parece, que están relacionadas con los volcánes; sus fenómenos presentan notable analogía entre sí.

Su aparicion es frecuente, que vaya acompañada de temblores de tierra, de terremotos con todos sus accesorios, particularmente de los ruidos subterráneos, y á veces va asociada á emisiones de llamas, que aunque pasajeras se elevan á bastante altura. La salsa de Jokmali en Bakou junto al mar Carpio, que se formó el 27 de Noviembre de 1827 arrojó llamas por espacio de tres horas seguidas, que alcanzaron una altura considerable. Estas llamas se elevaron por encima de las materias fangosas, se distinguían á diez leguas de distancia, y á los quince dias despues de su aparicion sobresalían poco mas de un méetro de las espesadas materias.

Masas de rocas cediendo á la fuerza expansiva de

esta especie de volcanes, fueron arrojadas á grandes distancias. Estas rocas corresponden al terreno mismo de las salsas, ya en sus profundidades, ya en los flancos de la parte superior de las hendiduras, y arrancadas por la fuerza expansiva del nucleo, que segun su energía y el peso de las rocas mismas, alcanzan la distancia correspondiente.

En la isla de Sicilia existe una salsa junto á Girgenti, que en la actualidad ha perdido mucho de su importancia, no tiene la actividad del principio, y está representada por varias eminencias cónicas diferentes entre sí en forma y actitud. Algunas de estas eminencias tienen tres metros de elevacion, pero las hay tambien, que alcanzan hasta treinta metros: en su parte superior hay agua, y salen además masas de fango de naturaleza arcillosa, que á manera de torrentes se estienden por los flancos de estos montecitos. La salida de las sustancias gaseosas es periódica, pero siempre va acompañada de cierto ruido.

En las salsas hay, que observar las emisiones de lo-
do, que unas veces tiene una temperatura baja, cuando mas la ordinaria de la atmósfera, pero otras, y es muy frecuente sale caliente, como sucede en la salsa de Damak en la isla de Java.

Las materias gaseosas, que salen de las salsas están compuestas de varios elementos, pero con frecuencia son hidrogeno carbonado mezclado con vapores de petróleo, ácido carbónico y azoe.

La aparicion de las salsas ó volcanes fangosos va acompañada de ciertos fenómenos, que suelen variar entre sí. Los que inician la fuerza expansiva del nucleo del globo nunca faltan, pero los primeros que caracterizan las salsas son las llamas, que indican la energía del interior de la Tierra, que aunque débil, va con el tiempo desenvolviéndose. Las materias que constituyen el barro concluyen con solidificarse, interceptando la comunicacion de la parte interior, cu-

ya temperatura es muy alta, con la exterior. Si el barómetro que sale por las hendiduras, está frío, indica que procede de un sitio poco profundo.

VOLCANES.

Volcanes son las comunicaciones, que desde el interior del globo se establecen con el exterior, á fin de equilibrar la fuerza expansiva encerrada bajo la corteza terrestre. En efecto los volcanes son caños naturales, al través de los cuales se escapa la fuerza eruptiva, que procedente del núcleo inevitablemente hubiera trastornado el suelo, pero que disminuye y desaparece saliendo al exterior de nuestro planeta.

La aparición de un volcan está íntimamente enlazada con los terremotos, estableciendo su consecuencia y su término.

Las materias, que forman el núcleo del globo terrestre reaccionan constantemente contra la corteza; la energía de su fuerza no siempre es igual, á veces la referida corteza tiene una comunicacion permanente ó periódica con un foco situado á cierta profundidad.

El fenómeno precursor de un volcan es un terremoto: el suelo se conmueve, y cediendo á la fuerza expansiva del núcleo, se eleva una porcion de aquel, formando una montaña. En el sitio en que se marca la cuspide de esta montaña, generalmente toma el nombre de *cono de levantamiento*, y por su altura se puede saber la fuerza que lo ha producido.

Estas alturas presentan tantas variaciones, que algunos cráteres apenas se parecen á una simple colina, como el volcan de Cosina en las Kuriles Japonesas, mientras que en otros puntos hay conos cuya elevacion pasa de seis mil metros.

Una esplosion bastante enérgica que suena despues de pasado algun tiempo de la formacion del cono produce su abertura, resultando un orificio infundibiliforme, *cráter*.

En la formacion del cono de levantamiento la corteza terrestre se conmueve, inclinándose las capas por todas partes al rededor de su eje. No siempre la esplosion origina la abertura del cráter; las materias que se agitan en el fondo algunas veces levantadas hasta el vértice de la bóveda volcánica, son abandonadas por la fuerza, que las sostenia, y caen por razon de su peso, dejando abierto el cráter, sin que den señales de salir al exterior.

En el momento de la erupcion los volcanes arrojan materias de diversa naturaleza, y en distinto estado. Es frecuente observar en el acto de la esplosion, columnas de humo formadas de vapor de agua y de varios gases como ácido sulfúrico, hidroclórico y carbónico. Este último ácido sale sin cesar por el cráter, aunque el volcan parezca completamente inactivo.

Los ácidos disueltos con el vapor acuoso, que el volcan arroja, obran sobre las rocas inmediatas, produciendo importantes reacciones, se disgregan reduciendo su volúmen notablemente, y convertidas en pasta ó barro, son lanzadas á cierta distancia segun la energia de la fuerza expansiva.

Despues de las materias gaseosas arrojan los volcanes sustancias pulverulentas, *cenizas volcánicas*, á veces en cantidad considerable, y llevadas á distancias acaso fabulosas, habiendo alcanzado algunas desde veinte, cincuenta hasta doscientas leguas. Es frecuente, que estas cenizas lleven mezclados fragmentos de piedras preciosas candentes, *pouzolanes*, *rapilli ó lapilli*, y masas tambien de rocas.

La fuerza espasiva del volcan á veces es tan considerable, que puede arrancar fragmentos de las rocas, que forman los flancos de las montañas, y aun

los terrenos que atraviesan cayendo en el cráter, los que cediendo á su fuerza son lanzados á distancias considerables. El Vesubio tiene masas de dolomia y de caliza granosa con cristales de vesubiana y granates, cubiertos de mesonita, nefalina, y sodolita minerales no arrojados por este volcan.

Las materias fundidas, *lavas*, que se agitan en el seno del cráter, cediendo á su fuerza son lanzadas á alturas diversas, se precipitan á cierta distancia del cráter, formando depósitos, *tobas de pomez, volcánicas ó conglomeradas*. Las masas de materia fundida pueden tambien ser arrojadas al aire, donde se redondean con el movimiento, *bombas volcánicas*. Es posible, que la misma materia fundida solo se eleve hasta la altura del cráter, y que se precipite hasta su fondo, sin salir al exterior.

Cuando la lava no está muy fluida, puede formar una cúpula en el cráter; solidificándose por mas ó menos tiempo, produciendo un cono adventicio, cuyo vértice puede tambien abrirse para dar salida á los productos volcánicos.

A veces es tanta la cantidad de lava, que se acumula en el vértice del cráter, que se derrama por todo su contorno en forma de torrentes, invadiendo las llanuras inmediatas. Cuando el cono donde se halla el cráter está á una altura considerable, es frecuente, que la lava salga por los flancos, ó por la base de la montaña. A veces tambien sale á cierta distancia, en cuyo caso ceden las partes de la corteza, que son menos resistentes, levantando generalmente á su paso pequeños conos, llamados de erupcion, por donde sale la materia fluida.

La forma de la corriente lavica depende de varias causas, que son la altura, en que tiene origen, la inclinacion del terreno por el que descende, su viscosidad, y la energía de las fuerzas, que la impulsan.

Si la erupcion tiene lugar en terreno bajo, la la-

va se estiende en forma de cascada horizontal, como sucedió en Islandia en 1783, que cubrió un espacio de 80 leguas cuadradas: si la vertiente es muy inclinada la lava solo deja en el terreno huellas estrechas de poca profundidad, escoriaceas y muy porosas: si el declive es mas suave, el diametro de los poros disminuye, resultando la masa compacta.

La superficie exterior de la corriente lavica al enfriarse forma una corteza sólida, que envuelve la parte interior aun líquida, pasado algun tiempo esta corteza se hunde formando un canal, cuyos bordes toman el aspecto de redondel.

En el fondo de la corteza se halla la *escoria*, que si la corriente es espesa, sufre una retraccion en forma prismática, conservando solo en la superficie su estructura porosa como en Islandia, en el Vesubio y en el Etna.

Entre los productos volcánicos se hallan hierro, cobre, plomo, arsénico y selenio: los vapores contienen cloruros de hierro, de cobre, de plomo y de antimonio: y finalmente en las hendiduras llenas por la lava reciente, se hallan cristales de olijisto especular y de sal gemma, que descomponiéndose esta por el ácido sulfúrico, que arroja el cráter, resulta el ácido hidrocórico, que todos desprenden.

La composicion de las lavas es muy variada, depende de la naturaleza de las rocas, que forman el volcan; de la altura del sitio, en que tiene lugar la erupcion; y de los grados de calor interior.

Hay volcanes, que carecen de rocas vitrificadas, como la obsidiana, la perlita, la esferolita y la piedra pomez, en algunos estas rocas son del cráter, ó de puntos interiores poco profundos.

Los volcanes arrojan tambien considerables cantidades de cenizas, que á veces llegan á interceptar los rayos del Sol por algunas horas, y aun por dias enteros, cubriéndose de ella los vegetales de la comarca respectiva.

Mientras tiene lugar el desprendimiento de escorias, nótase un resplandor rojizo en las nubes, que están encima del cráter, producido por las masas candentes, que el volcan arroja á grande altura, procedentes del mismo cráter.

Mucho se ha escrito, para dar una razon convincente acerca el origen del calor tan elevado de las materias desprendidas por los volcanes, que algunas conservan su fluidez, hasta despues de algunos años de haber sido lanzadas. Algunos geólogos admiten la existencia de un depósito de materias combustibles, que sostienen su actividad, y otros aceptan la teoría de supuestas reacciones químicas, producidas por las piritas, ó por sus elementos, y por la inflamacion de metales alcalinos ó térreos.

Por mucho que se discorra sobre este punto, no es posible dar una esplicacion concluyente, que no deje ningun género de duda, acerca el origen de tan elevada temperatura, sino se acude al calor central del globo terrestre, cuya existencia se demuestra por el aumento veloz de temperatura en todas las latitudes, á medida que se profundiza la corteza terrestre.

El origen de este calor central se eleva á los tiempos primitivos, en que se formó el globo terrestre, por la condensacion de una parte de las atmósferas primitivas del Sol, despues de haber permanecido por un espacio de tiempo indefinido en forma de nebulosidad.

Los focos de los volcanes acaso se hallan á una misma profundidad, no así sus cráteres, que presentan diferencias importantes.

La frecuencia de las erupciones se cree, que obedece á la menor altura de los cráteres, y su actividad está en razon inversa de esta misma altura. Así el Stromboli, que siempre está en ignicion, se halla á la altura de 725 metros, mientras que el Vesubio

que está á 1213 metros, el Etna á 3396 metros, y el Catopaxi á 5959 metros sus erupciones son periódicas.

Siendo las alturas diferentes, es evidente, que la fuerza que se necesita para elevar hasta los cráteres respectivos los torrentes de lava fundida, debe ser proporcional á su altura respectiva,

Ocurre algunas veces, que volcanes de poca elevacion no presentan sus erupciones sin interrupcion manifiesta. La causa de este fenómeno es fácil de comprender, porque pudiendo interceptarse por algun tiempo el canal de comunicacion, por solidificarse la corriente lavica, quedan suspendidas sus erupciones,

Los volcanes verdaderos son los permanentes, porque la reaccion del interior contra la corteza tiene lugar por largos períodos, sin que por esto deje de actuar por algunos siglos, y reproducirse despues con nuevo brio, como ha sucedido en el Vesubio.

Los volcanes, cuando cesa su actividad conservan sus caracteres esenciales, elevándose con frecuencia el cono eruptivo. Tambien sucede, que pasados algunos años de estar inactivos se borran las señales del cráter, en cuyo caso cuando vuelve á su actividad, se abre uno en la cumbre de la montaña, que á veces no toma la forma circular como ha sucedido con el Pinchincha en Quito.

Los volcanes son tambien conocidos con el nombre de montañas *ignivomas*, suponiendo, que están formadas de masas lavicas, cuando son producto de un levantamiento instantáneo en masas de traquito, piroxena y labradorita.

No siempre los volcanes están aislados, y solos en las llanuras, tambien se encuentran en medio de cordilleras de montañas á alturas diferentes.

Los volcanes de los Andes presentan el singular carácter, que en medio de las violentas erupciones de escorias candentes, y de esplosiones mas ó menos

enérgicas, que se oyen á 100 leguas de distancia, nunca arrojan lavas, como el Popayan y los de Quito, esceptuando el volcan de Antisana, que es el único, que arroja este producto.

El aspecto de los volcanes resulta de la altura del cono, y de la forma y estension del cráter, independientes de las dimensiones de las montañas. El cono del Vesubio tiene una altura, que representa 0,33 de toda la montaña; el pico de Tenerife es de 0,05. Los volcanes, que por su altura están rodeados de ventisqueros, apenas estos se derriten, indican la proximidad de la erupcion. El Cotopaxi se halla en este caso; su cono presenta además el singular fenómeno de ponerse candente, toma un brillo rojizo, cubriéndose el monte de una sustancia negra, mientras el cráter arroja humo.

Los volcanes situados en medio de los valles tienen el aspecto de un cono truncado; la profundidad del cráter está con frecuencia relacionada con la época de la última erupcion. Las grietas ó hendiduras de estos valles se abren ó cierran continuamente, dejando salir humo en no escasa cantidad, presentando tambien pequeñas cavidades constantemente ocupadas por masas fluidas. El fondo del cráter se hincha, y se hunde, formándose conos de erupcion, que á veces rebasan las orillas del cráter, cambiando de esta suerte la fisonomía de las montañas. Al presentarse otra erupcion estos conos se hunden, son absorbidos por el cráter, desapareciendo por completo. Es necesario no confundir con los cráteres de los volcanes, las aberturas de los conos de erupcion,

Cuando cesa la erupcion de un volcan, no desaparecen por completo todos los fenómenos, que señalan su actividad. Por las grietas del cráter suelen escaparse vapores de agua, acompañados de algun fenómeno luminoso, pero al enfriarse completamente la abertura del cráter, se forman montes de escoria ó

lava, de tal dureza, que sin dificultad puede cualquier observador aproximarse sin riesgo alguno.

Se pueden admitir erupciones parciales de lava mas ó menos candente, por los lados de los conos de erupcion, por las hendiduras, grietas ó poros del cráter en diferentes alturas, resultando, que muchas veces estos fenómenos van acompañados de un terremoto parcial, por que se han circunscrito á un espacio sumamente reducido.

No obstante de cuanto se dice acerca la estabilidad de los volcanes, queda plenamente demostrado por los prolijos trabajos de Mr. Saussure, que en el espacio de cincuenta años, el borde del cráter del Vesubio no ha tenido variacion en su altura sobre el nivel del mar.

Cuando el volcan se halla en un terreno cubierto por nieves, estas se derriten instantáneamente al presentarse la erupcion, dando lugar á inundaciones, torrentes, arroyos ó rios, que en su descenso arrastran las moles mas ó menos voluminosas, que existen en dichas montañas. Un importante fenómeno de disgregacion producen las nieves, mientras el volcan está en reposo. Las rocas de la montaña volcánica están pobladas de abundantes grietas, que se llenan de agua, al liquidarse la nieve por el calor de los rayos del Sol: el frio que al llegar la noche se advierte, solidifica el agua de las grietas, y sus cristales, que ocupan mas volúmen, que el agua líquida, ejercen una fuerza de compresion contra las paredes de las espresadas grietas, hasta que consiguen dividir la roca, cuyos fragmentos ruedan por la montaña, formando en sus flancos montones de rocas menos voluminosas, que las que ocupan su cumbre.

Las cavidades de los flancos de estas montañas volcánicas, por su forma y estension toman el nombre de cavernas, algunas tan profundas, que llegan á comunicarse con el cráter. Estas cavernas se lle-

nan de agua, producida por la fusion de la nieve, con la sobrante se forma un arroyo, en el que se crían abundancia de peces, lo mismo que en las cavernas indicadas.

Cuando el volcan entra en accion, se conmueve el terreno contiguo, arrojando comunmente agua, peces y fango en cantidad relativa á su energia, y á la fuerza, que existia en el sitio donde tienen lugar estos fenómenos, los que han llamado siempre la atencion, no obstante de que nada tienen de extraordinario. El fango y el agua salen de las cavernas de la montaña volcánica; es frecuente, que su erupcion sea simultánea con la del volcan, el cual algunas veces arroja tambien las mismas materias.

Hay erupciones volcánicas, que van acompañadas de ciertos fenómenos, análogos completamente á los de una verdadera tempestad, y llevan el nombre de *tempestad volcánica*. A consecuencia de los vapores acuosos, que arroja un cráter, de considerable altura, vienen á formar una nube al enfriarse, la cual envuelve la columna de humo y de ceniza. La condensacion instantánea de esta nube volcánica aumenta considerablemente la tension eléctrica de la atmósfera, en la que nunca faltan fluidos eléctricos de condicion contraria. En el centro de la nube se condensan las fuerzas eléctricas, y al neutralizarse despiden relámpagos, acompañados de sus truenos correspondientes: los fenómenos que en Octubre de 1822 terminaron la erupcion del Vesubio, fueron de esta naturaleza.

Los volcanes obedecen á dos formas principales: ó bien constituyen el centro de un grupo de volcanes secundarios mas ó menos numerosos; ó bien están escalonados á pequeñas distancias en una misma direccion, los primeros llevan el nombre de *volcanes centrales*, como el pico de Tenerife, que es el centro de las islas volcánicas de Palma y de Lanzarote, y

los segundos de *cadenas volcánicas* por ejemplo la de los Andes.

Estas cadenas de montañas se pueden considerar bajo dos conceptos distintos; ó saliendo del fondo del mar formando islotes cónicos, en cuyo caso constituyen la base de una cadena de montañas primitivas, ó formando la línea culminante de esta cadena primitiva cuya cumbre originan.

Existen señales bastante manifiestas, que indican la aproximacion de los volcánes activos en la cadena volcánica, por efecto de la presencia de las rocas llamadas dolerita, diorita, melafiro y traquito, que han atravesado los terrenos primitivos.

La aproximacion de los volcánes en las cadenas de montañas de la América del Sur, supone entre ellos cierta relacion. Hace siglos, que la enerjía volcánica en el Perú se desarrolla con lentitud, y en la direccion de S. á N. El foco parece, que está concentrado en las capas interiores de la meseta del departamento de Quito, teniendo á ciertas distancias los volcánes de Pichincha, el Cotopaxi y el Tunguragua, verdaderos puntos de comunicacion con la atmósfera, resultando, que la estension de estas cadenas volcánicas están relacionadas por comunicaciones subterráneas; justificando el dicho de Séneca á saber; que un volcan es la salida de las fuerzas que reaccionan á grandes profundidades. En el mismo caso se hallan los volcánes de la cuenca de Méjico, el Orizaba, el Popocatepell, el Jorullo y el Culima que llevan la direccion del Pacífico al golfo Mejicano entre 19° á 19° 14 de latitud septentrional.

Se conocen volcánes, que una sola vez han arrojado lava, y no han vuelto mas á dar señales de actividad, como el del monte Epomeo en 1302 en la isla de Ischia, y el pico de Metonia entre Trezena y Epidaura 282 años antes de la era cristiana. La erupcion de este volcan presentó llamas bastantes, que

dejaban una atmósfera que olía á ácido sulfuroso, y un calor tan excesivo se manifestó á la vez, que á una distancia notable, el mar estuvo hirviendo, y perdió su transparencia en un espacio mucho mayor, por la abundancia de rocas de color de rosa.

El tipo de una isla de erupcion con todos los caracteres, que se han descrito lo presenta la de Santorin. En el año de 1810 su crater de levantamiento se elevaba 15 méetros sobre el nivel del mar, y en el año 1830 habia disminuido su altura en términos, que solo salia del nivel del mar unos tres ó cuatro méetros, presentando una forma cilíndrica. Este volcan submarino no está completamente inactivo, aun sigue arrojando vapores de ácido sulfuroso, que suelen mezclarse con las aguas del mar.

Algunos admiten la hipótesis, de que la actividad volcánica se halla en el fondo del mar y en las costas, porque las islas que están solas ó forman archipiélagos son generalmente de origen volcánico. Fundan esta opinion, en que los volcánes sub-marinos se reproducen por períodos de mas ó menos duracion: no obstante hay vários volcánes como el Etna, cuyos cráteres hace mucho tiempo que están en actividad.

De la existencia de los volcánes submarinos ha surgido la idea, de que en el fondo de los mares hay grietas ó hendiduras, que comunican con los focos volcánicos por las que el agua penetra, produciendo los vapores acuosos, que arrojan los volcánes. Si estos están en el mar, puede admitirse esta teoría, pero los que se hallan á mucha distancia como el Jorullo, que está á 27 leguas, el Popocatepell, que está á 45, y el volcan de la Fragua, que está á 52 leguas del Occéano, los vapores acuosos deben proceder de las corrientes subterráneas, propios del agua de lluvia, que penetra en la corteza terrestre, hasta hallar una capa impermeable.

El vapor acuoso y humo, que arrojan ciertas grie-

tas ó hendiduras próximas á los volcánes durante su erupcion, tienen por objeto la reaccion de los focos volcánicos contra la presion de las aguas cercanas, ó que se sobreponen á dichos focos, resultando, que esas erupciones gaseosas producto de la elasticidad de los vapores acuosos en los focos, es muy superior á la presion, que ejercen las aguas. En algunos puntos, segun las observaciones mas recientes se deduce, que los focos de los volcánes se hallan á profundidades de cinco leguas, y para vencer esta resistencia es necesario, que los vapores acuosos que desde los espesados focos atraviesan las aguas del mar, hasta llegar á la superficie lleven una fuerza, que se calcula en 2,800 atmósferas.

El vapor acuoso, que arrojan los volcánes submarinos, asociados á diversos cloruros metálicos y á vapores de ácido hidroclórico, justifican la influencia y participacion de las aguas del mar.

La suspension de la actividad en los cráteres de los volcánes por mas ó menos tiempo, procede de la obliteracion de las comunicaciones, que antes existian con los focos volcánicos de las aguas marinas, ó de las que proceden de las capas subterráneas.

En el Asia existen grandes cadenas de montañas, unas que atraviesan de E. á O. su continente, y se encuentran á la distancia de 240 á 533 leguas del mar. Estas cadenas p. ej. el Altai, el Thian-cham y el Himalaya tienen volcánes en constante actividad, como el Etna y el Vesubio, que además despiden vapores amoniacales.

Examinando el lugar en que se hallan los volcánes, se observa, que unos están en el mar y sus cercanías, y otros en sitios muy distantes para no aceptar influencia alguna de estas aguas. Las costas es indudable, que forman los bordes de inmensas llanuras ó profundidades cubiertas por las aguas, que constituyen los mares, de modo que los fenómenos, que en

ellas se verifican reconocen las mismas causas, que los del fondo de los mares. Los terrenos que estos cubren, y los que están á sus alrededores, es posible que no ofrezcan tanta resistencia á la accion de las fuerzas interiores, como los que se hallan fuera de estas condiciones. No es pues de estrañar, que en el fondo de los mares y sus costas sean mas enérgicos y frecuentes los volcánes, relativamente á los que se hallan en tierra firme.

Las modificaciones que la, superficie del globo ha experimentado desde su completa solidificacion exterior son debidas á los terremotos y á los volcánes, la mayor parte reconocen por causa estos últimos. Cada época ha tenido sus accidentes geológicos, que han producido perturbaciones de mas ó menos importancia; cualquier fenómeno originado por la accion de las fuerzas centrales es posterior á la constitucion de los terrenos, en que se ha verificado, por consiguiente todos los volcánes actuales son de formacion reciente. Las capas levantadas por estos accidentes geológicos son posteriores á los terrenos cretáceos y terciarios, toda vez que estos terrenos estaban formados.

Cada formacion geológica ha tenido su erupcion consiguiente de rocas igneas, á quiénes deben los mas importantes caractéres, no obstante hay rocas, que son comunes á dos formaciones distintas, aunque se distinguen entre sí por condiciones especiales. La erupcion de trachytos, obsidianas, piperinos doleritas, perlitas y domitas pertenece á los terrenos cretáceos y terciarios; los melafiros, basaltos y trapps son propios de los terrenos secundarios, continuándose en los terciarios; pero son completamente de formacion secundaria el granito porfiroidal, el protoginó, el porfido feldespático, la serpentina, la espilita, la eufotida y las ofitas.

Los diversos derrámenes de rocas igneas, que tuvieron lugar en las dislocaciones de los terrenos lla-

maso *fallas*, durante las tres secciones, en que se divide el período primitivo, no debe confundirse, con los que se han verificado despues, incluyendo las erupciones de época moderna, en el período primitivo los volcánes arrojaron granitos, sienitas fosforoideas, zirconianas, dioritas, porfidos, variolitas y gráwakas, aunque es posible, que alguna de estas rocas igneas se encuentre en terrenos de formación posterior.

La suspension de los volcánes puede ser *parcial* y *total*. Cuando la actividad volcánica cesa en un punto, y busca otra salida en la misma cadena de montañas, la paralización es parcial: pero si no se reproduce en ninguna parte, que pueda estar relacionada interiormente se llama *total*.

De volcánes totalmente estinguidos se conocen algunos. El *Mosychlos* junto á *Vulcano* en la isla de *Lipari*, que en otro tiempo arrojó llamas en abundancia está en la actualidad completamente apagado.

La actividad de los volcánes hasta su estincion presenta varios períodos caracterizados por la diferencia de productos. Cuando cesa la actividad, se convierten en solfataras, en cuyo caso desprenden vapores acuosos, acompañados de ácidos sulfuroso y carbonico: poco á poco van perdiendo su ya reducida accion, hasta que termina arrojando ácido carbónico solo. Finalmente hay una clase de volcánes, que despiden materias completamente diferentes de los demás, pues en lugar de lava arrojan torrentes de agua hirviendo, cargados de azufre en combustion y de rocas pulverulentas.

AGENTES ESTERIORES.

Las modificaciones que la superficie terestre experimenta, algunas proceden del exterior, y son produ-

cidas por la accion de ciertos agentes que llamaremos *esteriores*. Estos agentes causan á veces alteraciones tan sensibles, que es necesario conocerlos á la vez que su importancia. Tales son el calor, la electricidad, el aire y el agua.

El calor posee la importante propiedad de dilatar á todos los cuerpos. En la estacion del verano, la temperatura de la atmósfera es muy elevada, y las rocas experimentan un aumento de volúmen muy notable, que pierden sin experimentar modificacion alguna, si el descenso se hace gradual. Si el cambio de temperatura es brusco, producido por una lluvia instantánea ó una granizada, resulta en las rocas una contraccion repentina, impidiendo que sus moléculas se coloquen en sus posiciones respectivas, resultando grietas ó hendiduras de variable estension.

En el invierno, en la época de las lluvias estas grietas se llenan de agua, la cual se solidifica cuando menos durante la noche, por ser la temperatura mas baja, y como el agua sólida ocupa mas volúmen, que el agua líquida, los cristales que resultan, empujan las paredes de las grietas, cuyo fenómeno repetido constantemente, termina dividiendo las espresadas rocas, y formando sus despojos el *thalus*, que tanto abunda en los flancos de las montañas.

No es indiferente la accion eléctrica de la atmósfera á las modificaciones de la superficie terrestre. Este fluido en ciertas épocas produce efectos sorprendentes, dividiendo y fracturando en todos sentidos las diferentes rocas, que constituyen la corteza terrestre. La energía de la electricidad se ha manifestado á veces de un modo extraordinario, hasta el punto de condensarse en un sitio determinado, y haber fundido las rocas, que lo componían, dejando cuando menos huellas marcadas de su existencia.

El viento desempeña un papel importante en el aspecto de la superficie terrestre. Al efecto es indispen-

sable, que esté dotado de cierta velocidad, capaz de arrancar del suelo las moléculas desprendidas de la superficie de las rocas, depositándolas á distancias relacionadas con su energía, y con los obstáculos, que pueda encontrar en su marcha, formando depósitos mas ó menos permanentes. Con frecuencia estos depósitos presentan cierta elevacion, y están colocados uno tras de otro, obedeciendo la direccion y energía de los vientos, siendo conocidos con el nombre de *dunas*.

Las modificaciones, que las aguas imprimen á la superficie terrestre son importantes, y pueden considerarse de dos modos en estado líquido ó en estado sólido.

El agua infiltrándose en los terrenos arcillosos les hace perder su coherencia, hablandáolos; en este caso pierden el apoyo que les prestaban, siendo muchas veces la causa de hundimientos instantáneos, como se observa en algunas partes del globo p. ej., en Suecia y en Villanueva del Rosario, *Málaga*.

El peso de las aguas reunidas que forman los rios, lagos, mares etc., encerradas en diques naturales ó artificiales, cuyo nivel sea superior al de los terrenos contiguos, apenas ceden en alguna parte estos diques, las aguas se precipitan por la nueva abertura, produciendo las inundaciones mas ó menos enérgicas, y un cambio sensible en el aspecto de la comarca, que ha sufrido sus efectos.

En algunos paises los rios, que los atraviesan suelen tener su alvéo mas elevado, que los techos de los edificios contiguos, cuya circunstancia en la época de las lluvias, si son abundantes, es causa de inundaciones peligrosas: p. ej., el Pó en Italia.

La accion de las olas del mar sobre las rocas del litoral produce disgregaciones, rodando entre las aguas los materiales desprendidos del suelo, hasta convertirlos en polvo grosero ó arena, y las corrien-

tes los arrastran á cierta distancia, depositándose en las grandes profundidades, ó en alguna hondonada, cuyo nivel elevan. Esta es la causa de los escollos, barras ó bancos, que se advierten en la entrada de los puertos marítimos y de algunos rios, que con frecuencia ponen en peligro las embarcaciones, que á ellos se dirigen.

La accion de las lluvias propende constantemente á alterar la superficie de las rocas, y separar fragmentos de ellas. Muchas veces producen el desprendimiento de grandes masas situadas en la cumbre de las montañas, produciendo su degradacion lenta y gradual. Los fragmentos que resultan, chocan á veces entre sí, del cual resulta la division, hasta convertirse en polvo grosero, apropósito para mezclarse con los restos de cuerpos orgánicos, formando una capa mueble de variable espesor, que cubre á la mayor parte de la superficie terrestre llamada *tierra vegetal*, porque en su lecho crecen las plantas. Los minerales que forman esta tierra son arena, arcilla y restos de rocas yesosas y calizas.

Las corrientes de agua, que se precipitan sobre estos terrenos muebles, arrastran una parte de ellos, conducen á largas distancias sus despojos, segun su densidad y la energía de la corriente. Estas corrientes son originadas por copiosas lluvias, ó por la liqüefacción de la nieve amontonada en la cumbre de las montañas, formando torrentes impetuosos, que descendiendo á las llanuras, arrastan la tierra y los fragmentos de rocas, que arrancan de su lecho, ó á su paso encuentran.

El agua de estos torrentes ó rios es turbia, y conduce limo, arena, cantos rodados, y aun masas de piedras: al entrar á un pais llano su curso disminuye, y lentamente se van depositando las materias que arrastran, las que se precipitan en razon de su densidad, tapizando el alvéo del rio ó del mar con una

capa sedimentaria, cuyo espesor aumenta continuamente.

El Pó ofrece un ejemplo de cuanto queda consignado. Este rio nace en la elevada cordillera de los Alpes, atraviesa toda la Lombardia, habiendo conducido muchas materias térreas de las montañas á las llanuras, de modo que desde la época de los romanos se han secado varios lagos y pantanos junto á Parma, Cremona etc., habiendo elevado su alvéo hasta el punto, que ha producido inundaciones algunas veces, y sus aguas han cambiado de curso. Para evitar estas catástrofes se han levantado diques, y como el alvéo continúa elevándose es preciso levantar continuamente estos diques.

Al desaguar los rios en el mar, suelen muchas veces dividirse, dejando una porcion de terreno libre de la accion de las aguas, el que suele tomar la forma que tiene la letra griega llamada *delta*, cuyo nombre llevan los depósitos, que se sustraen del dominio de las aguas del mar.

Las deltas no tienen todas la misma importancia: las del Rodano y del Pó valen poco; pero son notables las del Nilo, Misisipi y otras.

Las materias sólidas que se depositan en el seno de las aguas, forman capas horizontales, que con el tiempo y la presion de las aguas que las cubren, ó de los nuevos depósitos que constantemente se forman, se consolidan cada vez mas, cuyos efectos son mas enérgicos si ha intervenido la accion química.

El movimiento de las masas congeladas de agua hácia la vertiente en que descansan forma los *ventisqueros*. Están encajados en los valles, ó en los flancos de las altas montañas, su estension á veces es inmensa: los de los Alpes cubren trechos de cinco, seis ó mas leguas de largo por una ó media de ancho.

En las regiones elevadas todos los años se precipita una cantidad considerable de nieve, y cuando el

Sol en el verano no alcanza á fundir su totalidad, la que queda sirve de nucleo para la nueva, que todos los años se acumula en los sitios espresados.

En los ventisqueros se reconocen las partes siguientes: la superior formada de nieve fina y pulverulenta conservando su blancura se llama *meseta superior del ventisquero*: la capa media, *nevera*, tiene la nieve granujenta y gris. Estas dos capas forman el *mar de hielo*, y cubren al *ventisquero propiamente dicho* ó capa inferior, en que la nieve caida en invierno se liquida en verano, y la licuefaccion es alimentada por las neveras y mar de hielo formando su desagüe.

Los ventisqueros en conjunto constan de hielo compacto, que resulta de la aglutinacion de los granos de nieve por medio del agua, que se infiltra, y que á manera de cemento los reúne al congelarse.

La masa del ventisquero presenta multitud de grietas capilares, á las que es debido el movimiento lento y continuo, que se verifica en la direccion del mayor declive. Efectivamente el agua infiltrada en el ventisquero penetra en estas grietas, y en virtud de su temperatura excesivamente baja se solidifica. Es sabido que el agua cristalizada ocupa mas volumen, que en estado líquido, ejerciendo en este caso un esfuerzo, que le impulsa hácia su declive, rozando, desgastando, y dejando en fin señales evidentes de su paso en la superficie de las rocas, por la que descende. El aspecto de estas superficies al parecer redondeadas se conoce con el nombre de *rocas ensortijadas*.

En la capa inferior de los ventisqueros se hallan cuerpos duros, desprendidos de las rocas, que forman sus flancos, y concurren á constituir la capa de barro, cuyas sustancias por su dureza obran sobre las rocas de su fondo y flancos, produciendo estrias en todos sentidos, cuya direccion es relativa á la disposicion del terreno: señales que demuestran el paso del ventisquero.

Algunos geólogos han atribuido el movimiento del ventisquero á la accion de la pesantez, lo cual no es admisible, porque este movimiento dista mucho de ser acelerado. Tampoco puede concederse á la licuefaccion de su parte mas baja, porque este fenómeno solo produciría bajar su nivel en las vertientes poco inclinadas.

Durante el movimiento de los ventisqueros, las rocas que se encuertran en su esfera de accion, experimentan distintos fenómenos, por los que se dividen y caen en el mismo ventisquero. Estos fragmentos los mas voluminosos quedan en su superficie, formando los mojones, que por el sitio, que ocupan se llaman *laterales, medios y terminales ó frontales*: los de menor volúmen son absorvidos, concurriendo á formar la capa de barro.

Este conjunto de fragmentos de rocas sufren modificaciones en su forma y en su volúmen, marchando á la vez con el ventisquero. Es posible, que despues de algunos veranos calorosos llegue este á liquidarse por completo, hallando los mojones abandonados por el mismo ventisquero, que los habrá conducido en aquel sitio.

CCMPOSICION DE LA CORTEZA DEL GLOBO.

El estudio de los terremotos y de los volcánes ha puesto de manifiesto, que los fundamentos de nuestro planeta no son inmutables, y que los fenómenos, que ocasionan estos accidentes han contribuido á producir las modificaciones, que el globo terrestre ha experimentado desde su origen. La accion volcánica

se ha significado mas en estas alteraciones, porque ha presentado nuevas rocas salidas del centro del globo, produciendo notables modificaciones én las preexistentes en su naturaleza y en su forma.

La superficie del globo cediendo á estas dos clases de acciones ha sido modificada notablemente, alterando su fisonomía.

Las materias, que constituyen el globo, sea cual fuere su volúmen se llaman *rocas*: las que se dividen en *fanerogenas* y *adelogenas*, segun su composicion química sea constante ó variable. Por la clase de minerales, que concurren á su formacion *sencillas* ó *complexas*, esto es, si contienen una sola sustancia mineral ó várias. Tambien se han dividido en *endógenas*, ó salidas del núcleo del globo, y *exógenas*, ó formadas al exterior de su corteza: finalmente por su origen son *igneas* ó de *crystalizacion*, de *sedimento* ó *estratificadas* y *metamórficas* ó *transformadas*.

Las rocas igneas ó de erupcion han sido arrojadas de la parte central del globo, donde se hallaban en estado de fusion ó pastoso. No obstante existe notable diferencia entre las rocas plutónicas como el granito, porfido y melafiro, y las volcánicas como el traquito, basalto y lavas.

Las sedimentarias han sido formadas por la precipitacion de minerales disueltos en el agua, ó que han permanecido en suspension en este líquido.

Las metamórficas ó de transicion son de origen sedimentario, pero han sido alteradas por la influencia de las rocas igneas, ó de los vapores, que van asociados á las masas eruptivas, presentando por estos accidentes la estructura cristalina, sin perder la forma estratificada.

Algunos geólogos admiten una cuarta clase de rocas llamadas *conglomeradas*; en rigor pertenecen á las sedimentarias ó á las metamórficas, pues su origen es el mismo, que las que llevan estos nombres.

En época bastante remota se formaron de estas tres clases de rocas: en la actualidad se producen tambien, porque las causas, que en un principio determinaron su formacion, están actualmente en accion, aunque podrán haberse modificado en su energía y en su duracion.

Durante el período, en que la materia cósmica diseminada en el espacio tomaba forma, las condiciones de calor y de presion eran muy diferentes, que en la época presente; la energía del globo terrestre se mostraba en un suelo menos resistente, y en una atmósfera acaso de mayores dimensiones, que la actual, pero mas cargada de gases y de vapores.

En este período, la superficie del suelo por los cambios bruscos de temperatura, que con frecuencia experimentaba, sufrió importantes herdiduras ó depresiones, que fueron cubiertas por las aguas, constituyendo los mares; y las capas superficiales de la corteza completamente sólida experimentaron mas de una vez la accion de las fuerzas centrales, elevándolas, segun su energía, ya de los continentes, ya del fondo de los mares.

Estos levantamientos volcánicos generalmente han sido producidos por la erupcion de rocas igneas, como el granito, porfido, basalto y melafiro. En los tiempos primitivos estos fenómenos debieron ser muy frecuentes, por ser bastante débil la resistencia de la corteza: en la actualidad no es así, son en escaso número. En Europa se cuentan actualmente cuatro volcánes, por donde se escapan las materias igneas, calmándose de este modo la fuerza expansiva del nucleo, producida por las reacciones de la materia, que lo forman y del calor que experimentan.

La débil resistencia, que ofrecía la corteza, al impulso de las fuerzas subterráneas era debido á su poco espesor, unas veces se elevaba, y otras se deprimia de su nivel ordinario, resultando con frecuencia vários

puntos de comunicacion entre la parte interior del globo y la exterior.

Las emanaciones gaseosas, que salían de las profundidades volcánicas, por razon de su naturaleza, y de su temperatura obraban químicamente sobre las formaciones de toda clase de rocas, que á la sazón constituían aquella parte de la corteza, produciendo nuevas combinaciones ó alterando su estructura.

Apenas la primera película del globo constituida por el granito primitivo adquirió completa solidez, y las aguas que en forma de lluvia caian de la atmósfera, no se evaporaban, tuvieron origen los mares, que cediendo como en la actualidad á las influencias de los astros determinaron sus corrientes.

Las lluvias que se precipitaban en las llanuras y montañas habrían surcos en el suelo, las aguas cediendo á su inclinacion formaron los rios, que afluan á los mares espesados.

Las corrientes de estos rios, segun su energía, arrastraban fragmentos de rocas, desprendidas de las masas por los agentes exteriores, al principio sin modificacion, despues mas ó menos alteradas, y mas tarde formando combinaciones entre sí y con las rocas, que arrojaba la fuerza eruptiva del núcleo, de modo que los cambios en la naturaleza de estas rocas se vienen elaborando desde la mas remota antigüedad, de idéntica manera, que en la época presente, con la circunstancia de que antes el número de elementos era muy escaso, habiendo ido aumentando en proporcion á las erupciones del núcleo. La formacion de los terrenos sedimentarios antiguos y modernos es completamente idéntica, obedece á las mismas causas, solo se diferencian en la naturaleza y condiciones de las rocas, que los forman.

En la actualidad en la Italia y en Hobart-Town Oceanía tienen lugar depósitos de travertinos, que cubren los restos orgánicos, que penetran en donde se forman, produciendo una modificacion importante,

aunque lenta, en sus moléculas produciendo los terrenos fosilíferos.

Los esqueletos de animales poca alteracion sufren para identificarse con la caliza del travertino, las partes orgánicas, que por sus condiciones especiales se descomponen fácilmente, es mas difícil, que pasen al estado fósil, siendo raro hallarlas petrificadas. Lo frecuente es, que tomen la forma amoldada, incrustada, ó embutidas en las rocas calizas, que han contribuido á su fosilificacion.

Hay algunos mares como el de Sicilia, el de las Antillas etc., en que se están formando bancos calizos, de la misma dureza y compacidad, que los mármoles, dolomías, etc. Estas formaciones admiten en su seno restos orgánicos de todas clases, y es posible, que contengan tambien esqueletos humanos de raza etiópica, y productos industriales.

La naturaleza de las rocas, que arrojan los volcánes actualmente en ignicion es idéntica á las de las erupciones volcánicas de los tiempos primitivos, aunque sus elementos estén combinados de diversa manera. En todas partes, aunque sean zonas opuestas por su situacion geográfica, se reconocen los mismos esquistos pizarrosos, é idénticos basaltos formando columnas y cubiertos de amigdaloides celulares, lo cual evidencia, que la solidificacion de la corteza terrestre ha tenido lugar sin la intervencion de la influencia climatológica.

Estas masas de rocas esquistas y basálticas en muchas partes sirven de lecho para el desarrollo de vegetales, diferentes en su crecimiento y fisonomía.

Las tres clases de rocas que componen la corteza terrestre, ofrecen un contraste armonioso en su origen: en las eruptivas, endógenas ó de cristalización hay algunas producidas por la accion directa de las fuerzas subterráneas.

Las rocas que corresponden á las partes sólidas

del núcleo, no se parecen á las volcánicas, y llevan el nombre de plutónicas, para no confundirlas con estas últimas.

Las rocas plutónicas son el granito, sienita, pegmatita y otras. Son de estructura cristalina, cubren terrenos de mucha estension, se encuentran en todas partes donde la corteza primitiva está descubierta, siempre debajo de las demás formaciones, que han levantado, ó penetrado, dejando infinitas vetas. Esto indica, que este granito puede ser considerado como roca de mayor antigüedad, y en ciertos casos mas reciente, que la de las formaciones, que descansan sobre él.

La estructura del granito es uniforme, hay algunas variedades, que son inalterables á la accion de los meteoros, otras son bastante dóciles, ceden á la accion del agua y del aire, dividiéndose y descomponiéndose. En este caso está el granito de feldespato albita.

Es condicion del granito poder convertirse en porfido, lo propio las bases de los porfidos pueden adquirir la forma cristalina, y aproximarse á una variedad de granito, sobre todo en su naturaleza.

Las masas plutónicas al atravesar la corteza terrestre estratificada formaron islas y núclos macisos, elevándose en bóvedas y en pilares de notable altura. Estas perforaciones han tenido lugar desde el principio del período primario, hasta terminar el secundario.

Las rocas volcánicas tienen su origen del núcleo del globo como las plutónicas; pero su formacion no se ha verificado en el interior de la corteza, ni en las hendiduras ó grietas abiertas en su espesor, sino que son producidas por el enfriamiento de las materias arrojadas por el crater de los volcánes, ó en forma de vapores, dando un aspecto particular á su estructura.

Las rocas plutónicas tienen su estructura crista-

lina, mas marcadá que las volcánicas, que son mas porosas, efecto sin duda, de que aquellas se han formado á mayores profundidades; en su lenta cristalización ha influido la gran presión, que han experimentado que impedia dilatarse los gases.

Las volcánicas, aunque procedentes del centro del globo, su enfriamiento ha sido mas rápido, y se ha verificado en la superficie terrestre, y en las capas que han ocupado las grietas, constituyendo vetas ó filones.

Las rocas volcánicas nunca han alcanzado la extensión de las plutónicas, pero se hallan en todas las formaciones y bajo condiciones muy variadas: ya cubriéndolas anchos y espesos mantos, ya alternando con ellas, elevándose en masas ó en bloques informes, y conos irregulares á manera de diques, en los terrenos que atravesaron, tomando una estructura cilíndrica, ó se descomponen en esferoides de diámetro variable, que á veces pasa de un méτρο.

El nombre genérico de estas rocas es el de trapp, palabra sueca, que equivale á escalera. Su forma es en masas desiguales, dispuestas á manera de terrados, y por escalones sobre los flancos de las montañas, como el basalto, diorita, dolerita, fonolita, traquita y otras.

La composición del granito, sienita, protogino y pegmatita es bastante idéntica. El granito y la pegmatita, constan de cuarzo, feldespato y mica, se distinguen por su estructura: el primero tiene sus componentes distribuidos con regularidad, en la pegmatita forman depósitos distintos, hallándose á veces la turmalina.

La base de la sienita y del protogino es igual á la de las anteriores, cuarzo y feldespato; en lugar de la mica, el primero tiene anfíbol y el segundo talco. Estas rocas forman estensos terrenos en la superficie del globo, son los cimientos de los terrenos sedimentarios, pues descansan sobre ellos.

Severas observaciones hechas en diferentes partes del globo, han puesto de manifiesto, que ninguna formacion constituida por las rocas antedichas, descansa inmediatamente sobre terrenos estratificados. No obstante han sido halladas masas graníticas, sieníticas etc., atravesando formaciones sedimentarias, producto de la erupcion de estas rocas del núcleo despues de su formacion.

Es indudable, que la corteza terrestre ha sido fracturada várias veces, y que las masas eruptivas han cubierto en diferentes ocasiones las primeras rocas igneas. Se hallan terrenos graníticos desde las formaciones primitivas, hasta la terminacion de los terrenos jurásicos. Se han encontrado en el gneis, en los esquistos arcillosos y carboníferos, y en las formaciones jurásica y cretácea. Las sienitas abundan en el sistema jurásico, alcanzan el cretáceo, pues se han hallado en la creta verde ó cloritéa.

El granito se presenta en grandes masas, comunmente aisladas: atraviesa á la sienita en las formaciones primitivas, que son de origen mas reciente. Tiene la forma de elipses convexos, cubiertos á veces de incrustaciones producidas por la sobreposicion de la superficie del primitivo granito. Así se encuentra en el bajo Perú, en las riveras del lago Kolivan en Siberia etc.

Las erupciones del granito primitivo ha tenido lugar en terreno gneisico, menos al Sur de Kolivan. Este granito desconchado en la superficie forma montoncitos hemiesféricos de dos á tres metros de elevacion, aunque á veces parece una copa con dos surcos opuestos en su base.

Hay granito esferoidal con divisiones concéntricas á manera de basalto muy abundante en Méjico, y á las orillas del Orinoco: en algunas partes cubre al esquistoso arcilloso en la direccion de arriba abajo, terminando en conos sus ramificaciones.

En Siberia y en la Isla de Mihau el granito cubre á la arcilla, en las montañas de Fermonts á la caliza jurásica y á la sienita, en medio de esta roca en Sajonia á la caliza térrea, y en Sevilla á la caliza compacta. En los montes Urales el granito es algo poroso con cristales de berilos y topacios.

Estos hechos demuestran, que las erupciones graníticas han sido várias, y que han tenido lugar en épocas muy diversas, manifestándose por su estructura, que está relacionada con su periodo eruptivo.

Los porfidos son rocas compactes formadas de una misma sustancia en su fondo, con cristales diseminados en su masa, de idéntica ó de distinta naturaleza. Los geólogos llaman porfidos á masas de sienita compacta con cristales feldespáticos. Como porfidos de notable antigüedad está el granítico, el cuarzoso, el diorítico, el augítico y el arcilloso ó argilofira. Estas rocas penetran en los terrenos constituyendo diques, ó se hallan embutidas en las formaciones sedimentarias.

Los filones de porfidos rojos atraviesan las formaciones primitivas, y en orjma de masas los terrenos secundarios, alcanzando el período cretaceo, y pasa con frecuencia á la eurita, variolita y espilita.

Los serpentinosos tienen el mismo origen, que los anteriores, se entienden hasta los terrenos terciarios, degenerando en dioritas, ofitas, eufotidas y serpentinas.

Es propio de los terrenos primitivos el porfido negro, que pertenece á las primeras erupciones igneas, y forma la base de las montañas primitivas. Despues del terreno cretáceo abunda mucho esta roca; sus trasformaciones son al trapp, y á las amigdaloides. Los trapps en los terrenos carboníferos forman diques de gran potencia.

Hay rocas de erupcion cuya estructura no es cristalina y compacta como las anteriores, y son los tra-

quitos, basaltos, y las lavas en sus distintas variedades.

Los traquitos tienen la forma de conos, filones y de masas contorneadas, constituyen terrenos intermedios entre los porfidos y los basaltos. Unas veces se presentan cristalinos y compactos, como el traquito propiamente dicho, el fonolito y la obsidiana, y otras rocas conglomeradas y desmenuzables, como la piedra pomez, los conglomerados traquíticos, propios de los terrenos terciarios.

Los basaltos son rocas relacionadas, con los granitos, esquistos pizarrosos y formaciones carboníferas; no obstante sus mayores erupciones pertenecen al período terciario. Su forma es la prismática exagonal, comprende á la dolerita, nifelina, mesotipo, piperino, y los conglomerados basálticos.

Finalmente las rocas eruptivas mas modernas proceden de los volcánes activos y de los apagados, propios de la última época, esto es de la formacion cuaternaria ó clismia.

Las rocas que arrojan los volcánes actuales pueden ser consideradas como traquitos ó basaltos refundidos, tienen la forma de masas celulares. La fuerza expansiva del globo las ha arrojado en estado de pasta candente, y no es posible, que tengan fosiles de ninguna clase.

Las rocas plutónicas y volcánicas están formadas de minerales procedentes del interior, conservando la forma líquida por al calor central, y carecen por completo de restos orgánicos. No obstante, se han encontrado escasos restos orgánicos en estado fosil en las ondulaciones de estos terrenos, como arrancados á las capas fosilíferas por los diques, que las han atravesado, ó á las capas que á manera de incrustaciones les cubrían.

En las rocas sedimentarias ó estratificadas están comprendidas todas las formaciones neptunianas, me-

nos las que constituyen el terreno primario o de transición, que han sido trastornadas por los fenómenos geológicos, resultado de las fuerzas expansivas del centro del globo, que segun su energía han producido los terremotos y volcánes, que quedan descritos.

El origen de estos terrenos por lo cual llevan la denominacion de Neptunianos, ha sido dentro de las aguas, en su fondo, y en disposicion completamente horizontal, pero ordenados segun su antigüedad.

Las aguas que han producido estas formaciones, han conducido los materiales necesarios al efecto, en estado de disolucion, ó suspendidos en su masa, y arrastrados á distancias mas ó menos grandes del punto de partida, segun su volúmen y peso, á la vez que cediendo á las fuerzas de las corrientes.

En la formacion de ciertos terrenos sedimentarios, el ácido carbónico, que resulta de la descomposicion de los carbonatos de distintos metales, que forman parte de los materiales del nucleo del gobo, ó de la destruccion y combustion de restos organizados, que han cedido á la accion del calor central, ha desempeñado un papel importante. Obligado á atravesar las capas profundas de la corteza sólida, halla en esta misma corteza resistencia bastante, para que quede disuelto en mayor cantidad en las aguas subterráneas, que encuentra á su paso, quedando de tal suerte saturadas, que su poder disolvente se halla sumamente aumentado, y por consiguiente admiten notable cantidad de carbonato calizo.

La inmersion momentánea ó permanente de cualquier cuerpo de origen orgánico en estas aguas, es posible, que sufra alteraciones sensibles en su constitucion, cambiándose los átomos orgánicos por inorgánicos, y admitiendo su misma estructura, produciendo las petrificaciones. Si los restos organizados conservan su naturaleza y forma, y solo se cubren esterioresmente por capas de espesor variable de car-

bonato calizo, permaneciendo en esta situacion por un tiempo indefinido resultan las incrustaciones.

La influencia del calor central, ó el tiempo mismo han podido destruir la forma de cualquier ser viviente, dejando las huellas de su existencia en las paredes del hueco que dejaron. Es posible que estas cavidades esten ocupadas por materias térreas, calizas é metálicas, salidas estas últimas del nucleo del globo en los diversos derrámenes, que ha determinado su fuerza eruptiva, produciendo la infinidad de formas amoldadas, que con tanta profusion presenta la corteza terrestre.

Atendida la enorme temperatura del centro del globo, y el débil espesor de las capas primeramente solidificadas es muy probable, que las aguas que produjeron estos terrenos tuviesen una temperatura elevada, que algunos geólogos marcan en 166°, y la presión que tenían que sufrir se calcula en 50 atmósferas. La atmósfera terrestre es de inferir, que participaría de los mismos grados de calor, siendo todo causa mas que suficiente, para que las formaciones antiguas presenten un caracter especial, que las distingue de las demás por su naturaleza y estructura.

Al mismo tiempo segun la clase de sustancias, que terciaron en la formacion de estos terrenos, es probable, que se desenvolviesen reacciones químicas, resultando compuestos ó rocas de índole particular. La temperatura podrá haber favorecido estas combinaciones, la presión de los materiales posteriormente acumulados ha determinado su estructura, de modo que los terrenos antiguos presentan caracteres especiales, que se reconocen por su disposicion esquistosa ó compacta, y de dureza estremada prescindiendo de su constitucion.

La naturaleza atómica de las rocas de sedimento sufre variaciones sucesivas, producidas por las especies de los materiales, que los forman. La proce-

dencia de estas sustancias cada vez que varía, se manifiesta por la diferencia de composición de los estratos ó tongadas. En los terrenos antiguos cambia poco, pero á medida que se desciende en la série de formaciones, que constituyen la corteza terrestre hasta terminar con la terciaria, se advierte, que su composición se complica, efecto sin duda de las alteraciones que han sufrido, de las modificaciones, que han experimentado, y de los diversos materiales que constituyeron los infinitos derrámenes de rocas ígneas salidas del centro del globo.

Son muchos los materiales, que entran en la constitución de los terrenos sedimentarios, pero los que se hallan con mas profusion, formando su base, son el carbonato calcico, ó caliza en sus diversas variedades, desde la compacta á la térrea, mezclada con diversas materias generalmente arcillosas y depósitos arenáceos.

La estructura de estas rocas generalmente es arenosa, sus partículas están débilmente unidas, pero abundantes de fósiles. Sus capas son numerosas y muy estensas, y sus componentes mas comunes la arena, arcilla, caliza ó yeso.

Los bancos de arena poco coherente, los gres, asperones ó arenas endurecidas, los conglomerados silíceos, las pudingas, las brechas y las almendritas son rocas arenosas.

Las arenas y casquijos son fragmentos de cuarzo, arrancados poco á poco de las rocas cuarzosas é ígneas por la acción de las aguas, que las dividen y gastan sus aristas hasta reducirlas al estado de arena. Son comunes en los alvéos de los rios, en la orilla del mar, y en el interior de los terrenos, formando bancos de bastante estension en los desiertos, y finalmente cubiertos por la tierra vegetal.

La arcilla ó silicato de aluminio, es un compuesto de ácido silícico y óxido de aluminio, puro ó coloreado

do por la presencia de óxidos metálicos, principalmente de hierro. Se produce con frecuencia por la descomposicion de las rocas feldespáticas, y en particular las que tienen por base la albita, bajo la influencia de los agentes atmosféricos. Es muy abundante en la superficie del globo, formando á veces bancos de gran espesor.

Las rocas calizas son todas las formadas de ácido carbónico y óxido cálcico. Producen efervescencia con el ácido nítrico, precipitan en blanco por el oxalato de amoniaco, y al soplete se reducen á cal viva.

Son tan abundantes estas rocas, que se encuentran en todos los terrenos, pero en cada uno de ellos tiene caracteres especiales. Hay calizas formadas en el seno de aguas dulces como la Vealdiana, los travertinos y otras.

Es frecuente hallar intercaladas las areniscas, arcillas y calizas, resultando las margas, que segun la sustancia dominante en su composicion, se llaman arenosas, arcillosas ó calizas.

Abundan tambien en los terrenos de sedimento rocas, que tienen por molécula integrante el sulfato cálcico hidratado ó anidro, constituyendo el yeso ó la karstenita. Abundan en los terrenos del trias, y en los terciarios inferiores.

Obsérvanse con frecuencia lechos de caliza y marga, de greda, arena y arcilla, que alternan muchas veces con bastante regularidad, formando capas, que en ciertas formaciones dominan por completo.

Entre los depósitos arenáceos, además de la arenisca, se hallan las brechas, puddingas, cuarcitas y gres; las cuarcitas pueden considerarse como rocas de transicion.

Las variedades de arcilla conocidas, son la blanca, la abigarrada, la verde, azul, gris, negra y gredosa; de gres hay el rojo antiguo, y el moderno, el negro ó de la ulla, el abigarrado, verde, del lias, y el cuar-

zoso, *Caradoc sandstone* de los Ingleses.

Los bancos de infusorios y de polipos con polipero petreo son de la mayor importancia, pues dan á conocer la influencia, que la actividad orgánica ha tenido en la formacion de los terrenos.

El enfriamiento que el gobo ha experimentado del estado candente, que al principio tuvo seria precisamente gradual y muy lento, y la temperatura muy elevada que tenia, debió conservarla por mucho tiempo. Este calor tan excesivo es indudable, que sería producido por las frecuentes y abundantes erupciones de materia líquida del centro del globo al exterior, atravesando la delgada película que envolvía al núcleo. Las reacciones químicas que resultaron entre las materias, que constituian la superficie terrestre, favorecidas por este mismo calor, contribuyeron tambien á su elevada temperatura.

Los primeros terrenos sedimentarios formados bajo estas condiciones llevan el selló de su origen, y del calor que han sufrido. En todas partes, estas rocas se hallan en forma estratificaba y con estructura cristalina, *rocas metamórficas*, denominacion que se aplica tambien á todos los terrenos sedimentarios, que han sido modificados por el contacto ó influencia de las rocas eruptivas, que en diversas épocas han sido arrojadas del centro del globo.

Carecen de fósiles las rocas de esta procedencia, que pertenecen á formaciones antiguas; las que son de época que denota menos antigüedad; no es difícil encontrar en ellas restos orgánicos de naturaleza caliza, que su descomposicion ha resistido á determinadas temperaturas.

Los terrenos metamórficos algunas veces forman notables cordilleras de montañas como el Caningó de los Pirineos, pero tambien se hallan estendidos en espacios notables sin formar montes, en Suecia y en Noruega ocupan la mayor parte de la superficie del país.

En los puntos de contacto de algunas capas con rocas volcánicas se distinguen alteraciones idénticas, á las que resultan de un calor intenso. Esta influencia en las capas fosilíferas es muy marcada; sus efectos se han hecho patentes alguna vez á la distancia de 400 metros del punto de contacto. Las rocas que forman este espesor han cambiado su estructura sedimentaria y térrea por la cristalina, han aumentado su cohesion, perdiendo las señales de los cuerpos orgánicos, que contenían.

Las calizas térreas y lumaquelas se han convertido en mármoles y dolomías, las arcillas duras en esquistos pizarrosos, careciendo de indicios de cuerpos organizados.

En todas partes se observa, que el granito, el basalto, ó la diorita producen trasformaciones sensibles sobre las capas, en que se deja sentir su influencia, sea cual fuere su naturaleza. La estructura que adquieren estas rocas sedimentarias, pone de manifiesto la existencia de un calor muy intenso, variando el estado de fluidez ó de pastosidad del granito ó del basalto.

Las erupciones de estas rocas igneas, las de las serpentinatas, y de ciertos porfidos han sido simultáneas con sublimaciones de sustancias minerales, cuya composicion ha sufrido variaciones, conforme á la época geológica en que se han verificado.

Los fenómenos del metamorfismo se presentan bajo dos formas, producidas por el simple contacto, ó por la influencia de las rocas eruptivas: y de todos modos modificando la cohesion, estructura, forma y naturaleza á veces de las masas sedimentarias.

Las rocas de erupcion, lo mismo penetran en masas cristalinas, que estratificadas, siendo sus efectos distintos segun sean plutónicas ó volcánicas. Las rocas volcánicas indican la actividad de la Tierra, se presentan formando regueros mas ó menos angostos:

y cuando la materia, que produce el derrámen es en cantidad notable, puede formar capas. No siempre ha sido fácil reconocer las erupciones basálticas á gran profundidad, pero cuando las condiciones del terreno lo han permitido, se observa, que terminan en filamentos bastante delgados. En Echevega junto al Verra ha salido el basalto por aberturas bastante estrechas, atravesando la arenisca abigarrada, y la grawaka, despues se ha ensanchado, dividiendo su masa en láminas delgadas, ó en forma de columnas agrupadas.

Las rocas plutónicas como el granito, sienita, porfido, serpentina etc.. han salido del centro del globo en estado pastoso por aberturas anchas y de gran estension, cediendo á la fuerza del nucleo y formando moles inmensas.

Es probable, que algunas masas de dolerita, y de traquito han sido tan fluidas como el basalto, mientras que otras han salido en estado completo de blandura. Existen traquitos como los de la cadena de los Andes, que están en forma de lechos, como el granito y el porfido cuarzoso.

Las modificaciones, que el calor imprime á las rocas en su naturaleza y estructura, despues de fundidas dependen del modo como ha tenido lugar el enfriamiento. Si este ha sido instantáneo, la roca toma la forma de una masa vidriosa, y es muy frágil, pero si el enfriamiento ha sido lento, resulta una masa petrea, de estructura cristalina, granosa ó celular, estando las celdillas en este caso ocupadas por cristales.

Unos mismos cuerpos y de una misma composicion química, segun las condiciones á que se sometan, toman formas diferentes.

El carbonato cálcico fundido y privado de la accion del aire atmosférico, bajo una fuerte presion no se descompone, y al enfriarse queda convertido en mármol sacaróideo. Si el carbonato cálcico se halla

disuelto en el agua, según la temperatura que tenga, podrá variar la manera de agruparse las moléculas en el acto de la cristalización, y obtener el espató de Islandia ó el aragonito. Sin embargo esta última sustancia es posible, que resulte de la fusión del carbonato cálcico, pues casi siempre está asociado con rocas eruptivas. Los átomos de los cuerpos pueden modificar su posición, sin tener que pasar al estado de fluidez, en virtud de una vibración molecular, muchos ejemplos pueden presentarse de esta clase de modificaciones.

El calórico produce en los cuerpos cristalizados á veces efectos sorprendentes, y en completa oposición, el espató calizo se dilata por uno de sus ejes, y se contrae por el otro.

La aproximación de las rocas ígneas en ciertos terrenos produce modificaciones sensibles en sus masas, trasformando el esquisto arcilloso en pizarra muy lustrosa de color oscuro. En estos fenómenos se advierte, que las capas sedimentarias se hallan divididas casi perpendicularmente, lo que indica una acción posterior á la metamórfosis primitiva.

Si el ácido silícico penetra en un esquisto arcilloso lo convierte en parte en esquisto silíceo ó cuarzo-so, produciendo las betas de esta sustancia; pero si esta transformación tiene lugar en cantidades muy crecidas por la erupción y contacto del porfido augítico, diorítico ó masas de hiperstena, la roca queda convertida en jaspe; en la Isla de Elva y en Toscana han tenido lugar estos fenómenos. El color que toma el jaspe es debido muchas veces á la presencia del óxido de hierro con arcilla, potasa ó caliza.

Si el mismo esquisto arcilloso experimenta el contacto y la acción ígnea del granito, queda convertido en una mezcla de feldespato y mica, de estructura granítica, abundando las partículas de mica, ejemplos de esta clase se hallan en Buchtarminsk y en

Siberia. No cabe duda, que la mica es de origen volcánico, pues se halla en los basaltos de Mittelgebirge de Bohemia, y en la lava lanzada por el Vesubio en 1821 y 1822.

La acción ígnea del granito ha producido cambios importantes en los terrenos, en que su contacto é influencia han sido marcadas. El gneis del golfo de Finlandia es debido á su acción sobre los estratos silurianos, y la marga cálcica del monte de S. Gotardo en los Alpes fué trasformada por el mismo granito, en mica-esquisto y luego en gneis; estos cambios del granito son bastante frecuentes: son de este origen el grupo oolítico de Tarantesia, el grupo esquistoso de la parte occidental de la isla de Elva.

Si la acción del granito eruptivo no es inmediata, practicándose á cierta distancia de la superficie de contacto, el cambio que la roca ó terreno sedimentario experimenta es parcial, en este caso se halla la creta de Belfart en Irlanda, atravesada por filones de basalto, tomando una estructura cristalina ó granosa. El cambio ha tenido lugar de un modo distinto por la acción ígnea del granito, sienita ó porfido diorítico sobre las capas de caliza compacta que ha pasado á granular.

En las distintas especies de mármoles se advierte que la acción del granito ha sido unas veces por el contacto, y otras se ha comunicado por las capas intermedias de gneis ó mica-esquisto. Influye tambien en la pureza de los mármoles, que el mismo esquisto sea poco arcilloso.

En algunos mármoles se han encontrado fosiles particularmente de peces, lo cual indica, que la metamorfosis de la caliza, convertida en mármol ha sido imperfecta.

La formación del mármol de Carrara, se cree es producido por la trasformación del maciño, que se halla entre el mica-esquisto y el esquisto talcoso, por

la acción de las rocas ígneas. El micá-esquistos alterna con los gneis en ciertas localidades mas ó menos profundas de Paros y de Antiparos.

El origen de los mármoles de otras localidades se atribuye al cambio de la caliza granujenta, formando capas profundas de la corteza terrestre, y que por la acción del gneis y de la sienita fué impulsada, para ocupar las hendiduras del mismo terreno.

Muchas trasformaciones verificadas por las rocas eruptivas en los estratos de caliza compacta llama altamente la atención, la que ha producido la dolomía, que tan abundante es en los Alpes del Tirol y en la sierra de Mijas en Málaga. La dolomía ocupa las hendiduras, que en todas direcciones tienen estos terrenos, que á la vez contienen cristales de magnesia, y derramadas con alguna profusión láminas de talco y serpentina. En algunos puntos la dolomía forma montañas muy estensas y de notable elevación.

Nótase en estas rocas metamórficas la existencia de magnesia, producida acaso por la erupción de las rocas serpentínicas y del porfido augítico, en particular de este último.

En algunos puntos se hallan dolomías intercaladas entre la caliza y masas de creta, sin que haya pasado al estado de mármol sacaroideo, ni ser posible en la actualidad, poder dar una razón satisfactoria de tan notable fenómeno por los datos, que posee la ciencia.

Desde las épocas primitivas se advierte la erupción de vapores de ácido sulfúrico de los volcánes, ó hendiduras del suelo. Estos vapores obrando sobre las rocas calizas han producido cierta reacción, que las ha convertido en yeso. Los depósitos de esta sustancia parece, que están relacionados con los de Sal gema y de azufre. En Girgenti Sicilia abundan estas tres sustancias: en el cráter del Vesubio existen hen-

diduras llenas de sal gemma en tanta abundancia, que es utilizada para usos domésticos: en los Pirineos, la dolomía, el yeso y la sal gemma van asociados á las masas dioríticas y piroxénicas, patentizando cada vez mas la accion de las fuerzas subterráneas sobre los estratos formados por las masas primitivas,

En los Andes junto á Caxamarca se hallan hileras de cuarzo, formando lechos de 2,100 metros de espesor, que descansan sobre porfidos ó dioritas, que Elio Beaumont opina proceden de la trasformacion de la creta por la influencia de las rocas eruptivas.

En el Brasil, en las regiones propias de los diamantes, las rocas eruptivas han formado filones de diorita, con mica y olijisto especular en la itacolumita cuarzosa. En Grausmoaga los diamantes están envueltos por cuarzo y mica, del propio modo que los granates en la mica-esquistos; los diamantes de los montes Urales van asociados con la dolomía carbonífera, y con el porfido angítico.

Entre los fenómenos mas importantes de modificaciones producidas por el contacto de las masas eruptivas, se encuentran, la formacion de los granates en el esquistos arcilloso en contacto con el basalto ó la dolerita, como en la Isla de los Angeles: la de los bellísimos y variados cristales de granate, vesubiana, augita y jacintos producidos en la superficie de contacto de rocas eruptivas, y de capas sedimentarias; ó en la union de la sienita con la dolomía ó caliza compacta, ó en contacto del granito con los estratos jurásicos.

La serpentina es considerada sin ningun género de duda como roca de erupcion, no obstante en la Isla de Elba están poco manifiestos estos caracteres, con todo tienen buenas cristalizaciones de olijisto especular y de piritita cristalizada, asociados al aragonito, llenando sus hendiduras.

Es frecuente hallar cristales de olijisto especular

en los bordes del cráter, y en las corrientes de lava reciente en las erupciones de los volcánes del Vesubio, del Etna y del Estromboli. Estas masas igneas, que ocupan las hendiduras ó grietas, que las fuerzas volcánicas producen en la época presente, dan una idea de como se habrán formado en los tiempos primitivos los filones metálicos y de sustancias petreas. Siempre que la corteza sólida de nuestro planeta de poco espesor, conmovida y alterada por los frecuentes terremotos, agrieteada y fracturada en diversos sentidos á consecuencia del enfriamiento, que dió por resultado la reduccion de volúmen, ofrecía comunicaciones numerosas con el núcleo, y se prestaba á la multitud de salidas de toda clase de sublimaciones, y á los vapores ascendentes, favorecía admirablemente la formacion de estos filones ó vetas, que en los tiempos primitivos eran de notable importancia por la naturaleza de las materias eruptivas comunmente de naturaleza metálica.

El fenómeno erúptivo de las sublimaciones interiores, atravesando las capas sedimentarias ya formadas, se presenta en capas paralelas á las materias, que constituyen las salbandas, en la repeticion uniforme de las capas homgéneas en los sitios opuestos al filon, y en la cavidad celular prolongada de la parte media. Por estas observaciones se conoce, que el número de filones ó vetas ha sido infinito, y que han podido irradiarse, como partiendo de un centro buscando al exterior, y disminuyendo cada vez mas su diámetro.

Es natural, que estas materias origen de los filones son de procedencia mas reciente, que los lechos, que han atravesado. En las minas de Sajonia se observa, que los porfidos y los filones argentíferos son de formacion mas reciente, que los troncos de árboles del terreno carbonífero, y de la arenisca roja moderna, *Rothliegendes*, superior á esta, y que es propia del terreno permiano.

Mr. Mitscherlich ha comparado á los minerales naturales con las escorias de nuestros hornos de fundicion, procurando reproducirlos en todas sus partes. Las mismas reacciones se advierten entre las materias, que se ponen en contacto en nuestros laboratorios con el auxilio del calor, como acontece en el nucleo del globo. Estos minerales formados artificialmente tienen los cuerpos simples, que entran en la formacion de las rocas de erupcion plutónicas ó volcánicas, y las metamórficas tambien tan idénticas, que no presentan diferencia de ninguna clase. No obstante deben distinguirse las combinaciones, que accidentalmente se forman en las escorias, diferentes de los que el químico se propone reproducir: en el primer caso se hallan el feldespato, la mica, la augita, la olivina, la blenda, el oligisto especular, el hierro magnético y el titano, y en el segundo están el granate, el rubí, la idocrosa, etc. Estos cuerpos constituyen los elementos del granito, de la sienita, del gneis, del mica-esquistó, del basalto de la dolerita y de muchos porfidos,

La augita y la hornblenda presentan grande analogía en sus formas cristalinas, el primero es una variedad de piroxena, y el segundo de anfíbol, ambos cristalizan en el prisma oblicuo de base romboidal, pero con diferente valor en sus ángulos y aristas. Su composicion química es muy parecida aunque nunca se ha encontrado hornblenda en las escorias al lado de la augita, ni tampoco ha sido posible reproducir la hornblenda ni el feldespato.

Del levantamiento de las masas de basalto ó traquito atravesando las hendiduras ó grietas de los terrenos sedimentarios, formados de materias pulverulentas, ó de fragmentos de rocas de distintos volúmenes, han resultado masas de forma particular, llamadas areniscas en el primer caso y conglomerados en el segundo. Los granos que forman las areniscas se

han desprendido de las paredes, de las hendiduras por el roce de las materias ígneas de erupcion. Las enormes masas, que de estas rocas se hallan con tanta profusion en la corteza del globo, demuestran la energía de las rocas eruptivas, al atravesar las capas sólidas de la corteza terrestre, Estas masas han sufrido despues la accion de las aguas, que las han estendido en forma de lechos.

Las areniscas se hallan desde las formaciones medias del terreno primario, hasta los terrenos terciarios medios inclusive; y los conglomerados son mas frecuentes en las formaciones primarias, y las primeras de las secundarias. Las areniscas forman estensas hileras en ambos continentes.

Las materias mas estendidas en la corteza terrestre son la silice, caliza, feldespato, arcilla, magnesia y minerales de hierro, unas veces solas y otras formando combinaciones de diversa complicacion, resultando todas las rocas, que forman la corteza terrestre. Los detritus de estas rocas mezclados con restos orgánicos resulta la tierra vegetal, y su formacion es anterior á la creacion de las plantas en la superficie terrestre.

CONFIGURACION.

Soldificada la primera película del globo, y condensadas las aguas en las hendiduras y depresiones, que el suelo adquirió en virtud del completo enfriamiento de la corteza, y cediendo aquellas á la inclinacion, que esta presentaba, principiaron los elementos meteorológicos á obrar sobre los materiales, que formaron la espresada película, y unos disolviendolos, otros

descomponiéndose, y todos cediendo al empuje de las aguas, dieron por resultado la formacion de los primeros sedimentos en el fondo de los mares á donde eran conducidos.

Mucho tiempo fué menester, para que estos depósitos aumentasen su espesor, mientras que la compresion y la naturaleza de los materiales, que los constituian, determinaban reacciones y combinaciones, que dieron por resultado masas compactas y duras.

Las fuerzas expansivas del centro del globo se han manifestado en distintas ocasiones por la aparicion de rocas eruptivas, que alteraron la disposicion horizontal de las capas formadas produciendo modificaciones en la forma del globo terrestre.

Estas fuerzas unas veces se han significado con escasa energía, causando modificaciones de poca importancia en su constitucion y forma, pero suficientes para establecer secciones expansivas del nucleo, bastante apreciadas por los geólogos. Mas de una vez han sido violentas, ocasionando trasformaciones de desigual resultado segun su actividad.

Las consecuencias de los infinitos levantamientos han sido modificar la forma primitiva de la corteza, para que de transicion en transicion venir á parar, á la que actualmente tiene, trastornando en cada uno de estos accidentes la fauna y la flora preexistentes.

El nivel de las aguas obedece siempre á una importante ley física, de modo que los continentes no son mas, que las cimas de montañas, cuyas bases están en el fondo de los mares. Estas elevaciones al principio eran mucho mayores, porque su base era mas profunda y las cumbres mas altas. La accion de los meteoros ha rebajado estas cimas, y á la vez ha elevado su base, condiciones ambas que han contribuido á disminuir su altura, respecto la que tenian en su origen.

La formacion sucesiva de capas sedimentarias ha

contribuido á la nivelacion de las desigualdades, que el globo presentó desde el principio, y aunque no ha cesado de significarse de vez en cuando la fuerza expansiva del nucleo, los nuevos depósitos que enseguida se formaron, han influido á que las imperfecciones, que tomaba la corteza fuesen de nuevo cubiertas. Estos fenómenos se han repetido por períodos de mas ó menos estension, hasta que los últimos aluviones dieron por resultado la forma actual de la superficie terrestre.

En esta superficie se observa una parte líquida y otra sólida, siendo mucho mayor la ocupada por las aguas, pues segun Rigaud está en la proporcion de 1, á 2,8. La parte continental no es continúa, presenta islas, que componen la vigésima tercera parte: observándose, que los mares del hemisferio austral tienen triple estension, que los del boreal.

En el polo sur, los mares son mucho mas estensos que en el norte: la zona comprendida entre los 40° latitud meridional hasta el mismo polo, está cubierta por las aguas, lo propio que el espacio, que separa la parte oriental del antiguo mundo, con la del nuevo continente. Sin embargo se observan algunas islas, que por su escasa importancia, se puede asegurar, que bajo los trópicos se halla un estensísimo espacio de 145° de longitud, cubierto por las aguas, que constituye el grande Oceano, porque es el mayor de los mares conocidos.

Los meridianos, que pueden aceptarse son vários; el de Tenerife es el mas admitido. Tomando por base este meridiano resulta que las regiones del globo en que los mares son mayores, pertenecen á la austral y á la occidental.

Comparada la estension de los mares y de los continentes, se puede conocer su influencia en la distribucion de las temperaturas, las presiones de la atmósfera, su estado higrométrico, la direccion de los

vientos y sus consecuencias legítimas en el desarrollo de la vida vegetal.

Los antiguos filósofos de la Grecia se ocuparon de la figura de la Tierra continental, buscando su horizontalidad. Importaba conocer la mayor longitud de Occidente á Oriente, y como tal se admitió la latitud de Rodas, pasando por el estrecho de Gibraltar á Tinea, llamando á esta línea paralelo del diafragma de Dicearco.

Estrabon admitió, que la mayor estension correspondía á los 36°, porque en la mayor longitud del mundo entonces conocido estaba la Península y las costas de Tinea, señalando en este grado la tierra firme, cuya existencia presajaba.

Entre el antiguo y el nuevo mundo están comprendidas importantes islas; su figura en general y la direccion de sus ejes máximos son distintos entre ambos continentes, el oriental se dirige de SO. al NE., y el occidental de SSO. al NNO. No obstante de estas diferencias tan importantes, no deja de haber algunas analogías sobre todo en la figura de las costas diametralmente opuestas. Por el N. están cortados los dos continentes en la direccion de un paralelo de 70°; y por el S. tienen la forma piramidal con prolongaciones sub-marinas, representadas por islas y bancos, que son la tierra del fuego, el banco de Lagullas, al Sur del Cabo de Buena Esperanza, el Van Diemen separada de la Nueva Holanda por el estrecho de Bas.

El continente septentrional del Asia alcanza hasta 78° 16' latitud hácia el Cabo de Taimura, pero desde la desembocadura del rio Tschukotshja hasta el estrecho de Bering el promontorio oriental del Asia, no escede de 63° 1'.

La playa de la América septentrional sigue la direccion del paralelo indicado de 70°, y las tierras, que están al S. y al E. del estrecho de Barrou, de la tierra de Victoria y de la Boothia feliz son islas disgregadas.

Se observa perfectamente la forma piramidal de las terminaciones meridionales de los continentes, partiendo del meridiano de Tenerife hácia el E., que aproximan al polo antártico las puntas de tres continentes, que son la de Africa, la de América del Sur y las de Australia. La nueva Zelandia, cuyo largo es de 12° latitud, está situada entre las dos últimas, terminando hácia el Mediodia por la isla de Nueva Leinster.

Las terminaciones de los continentes hácia al N. y hácia al S. están casi en los mismos meridianos, así el Cabo de Buena Esperanza y el banco de Lagullas están en el mismo meridiano que el Cabo del N.

Poco se sabe de los polos, si están en tierra firme ó en un mar helado ó fluido, porque los mas atrevidos navegantes solo han llegado en el polo boreal al paralelo de $80^{\circ} 15'$, y al austral á los $70^{\circ} 10'$.

La forma piramidal de los grandes continentes alcanza en el mar de la India á las penínsulas de la Arabia, de la India y de Malaca; y en el Mediterráneo á las de Iberia, Itália y Grecia. La superficie de Europa es cinco veces menor, que la del Asia, se puede considerar como una península occidental del continente asiático.

Los continentes afectan la forma quebrada y la articulada, circunstancias que influyen mucho en las costumbres de los pueblos. Por esto los continentes del Africa y de la América del Sur tienen importantes analogías en su configuracion, y en la uniformidad de sus costas. La costa oriental del Asia, quebrada por las corrientes del mar, forma una línea sinuosa y cortada, abarca algunas islas y penínsulas, desde el Ecuador hasta los 60° latitud.

Si en el Oceano atlántico observamos el paralelismo de las costas situadas al N. del 10° latitud austral, verémos que las simosidades de los terrenos de opuesta direccion, la curva del Brasil al paralelo del

golfo de Guinea, la curva de Africa á la altura del golfo de las Antillas, presentan la mas completa analogía con la formacion de un valle. En todas partes las costas sinuosas y pobladas de islas se hallan en sitios ú orillas continuas y uniformes.

En Africa la costa de Fernando Pó, que está á los 40° 30' latitud meridional forma una curva importante, lo propio que la costa del mar del Sur en la direccion de Sur á Norte á 18° latitud austral, luego cambia súbitamente de direccion en el valle de Africa y el Morro de Juan Diaz,

El mismo fenómeno presenta la cadena de los Andes, dividiéndose además en dos partes paralelas, con la circunstancia de que el paralelismo de las dos cadenas no se altera desde el 5° latitud boreal hasta el 5° de latitud austral.

Resalta mas esta identidad hácia el Sur, desde Valdivia y Chiloe á los 40° ó 42° latitud meridional, hasta el archipiélago de los Chonos, y la tierra del fuego. Al mismo tiempo se encuentra la configuracion de las costas occidentales de Escocia y Noruega, que forman una red de estrechos y golfos muy ramificados.

Estas observaciones nos conducen al convencimiento de que las desigualdades de la corteza terrestre son hijas de las fuerzas centrales, que se manifiestan en direcciones encontradas, ó siguiendo un mismo paralelo.

Es posible, que las pequeñas desigualdades ó diferencias en la configuracion de la corteza terrestre pueden ser originadas por la variable intensidad de las fuerzas subterráneas, ó en la resistencia del suelo. Estas fuerzas pueden experimentar alteraciones aunque débiles en cualquier sentido, y producir una reaccion mas notable y enérgica en una parte con relacion á la opuesta, levantando en un hemisferio una porcion de continente, y producir el mismo fenómeno en el otro hemisferio bajo un mismo meridia-

no, resultando una estrecha zona de terreno salido del fondo de los mares.

Muy escasos son los conocimientos, que se tienen del origen de los continentes; lo único que la ciencia geológica puede esponer, se limita á que han sido producto de las fuerzas subterráneas, que no se han formado de una sola vez, y que estas fuerzas principiaron á obrar despues de haberse solidificado completamente la primera película del globo, continuando con diversos períodos de interrupcion hasta terminar con la formacion cuaternaria. Estos fenómenos han producido una série importante de elevaciones y depresiones sucesivas, y la reunion de vários continentes pequeños ó islas.

Dicho se está, que la forma actual de los continentes, es debida al influjo de las fuerzas centrales, pero sin que sea posible fijar su energía y direccion, auxiliadas por las erupciones volcánicas, los terremotos, los levantamientos y las corrientes de las aguas, que forman los mares.

Las partes sólidas y líquidas, que constituyen la corteza terrestre, han experimentado cambios sucesivos en sus niveles respectivos, y como consecuencia de estos fenómenos la inmersion y emersion de los terrenos mas bajos, y de los actuales límites de los continentes.

Las causas que sin duda han contribuido á estos acontecimientos son la fuerza elástica de los vapores aprisionados en el núcleo, las oscilaciones de temperatura en capas muy densas, el enfriamiento del globo, las modificaciones locales de la gravitacion, que en algunas partes han producido cambios de curvatura en la superficie de los mares.

Mr. Buch afirma, que la emersion de los continentes es debido á un levantamiento verdadero, por efecto de la depresion verdadera del nivel general de los mares. Esta observación queda justificada con el fe-

nómeno, que presentan las costas de Suecia y de Finlandia, desde la Escania septentrional, pasando por Torneo hasta Abo, que se eleva medio métró en cada siglo, mientras que en la Suecia meridional segun Nilson sufre depresion.

La fuerza eruptiva manifiesta toda su energia en la Laponia septentrional, y va disminuyendo lentamente hácia el Sur, hasta Calmar y Sœlvitsburgo. En Noruega hay bancos de conchitas análogos á las actuales que están á 228 métró de altura, los que significan el nivel de los mares antes de los tiempos históricos, que ninguna relacion tienen con los antiguos fenómenos de esta clase, ni con los cambios que sobrevienen al nivel del suelo, por efecto de los terremotos, como sucede en las costas de Chile y del Cuth.

Segun los trabajos repetidos en otros puntos resulta, que á veces una depresion manifiesta producida por la contraccion de los estratos, corresponde un levantamiento general de las capas correlativas, fenómeno visto por Pingel en la Groelandia occidental, en Dalmacia y en la Escania.

El poco espesor, que la corteza terrestre tenía en los primitivos tiempos esplica, como la accion de las fuerzas centrales, manifestada por los movimientos oscilatorios, que originaron las elevaciones y depresiones, fuesen mas enérgicas, y aun mas frecuentes, que en la actualidad. Consecuencia de esto son ciertas depresiones aisladas, y playas en el interior de algunos continentes mas bajos, que el nivel de los mares actuales, como el mar Caspio, el mar Muerto y otros, que son mas bajos que el Mediterráneo, el primero 208 métró, y 410 métró el último. Algunas desnivelaciones mas bajas, que la superficie de los mares, en muchas partes están cubiertas por terrenos muebles, por lo cual se escapan á nuestro exámen.

Se conocen muchos fenómenos, que ponen de manifiesto, que las acciones subterráneas siguen obran-

do, y conmueven el suelo de tal modo, que la corteza terrestre en algunas partes oscila, aunque lentamente: la corteza de Nápoles, el fondo del mar Caspio y otros, son una prueba evidente de estos accidentes, y las ruinas del templo de Serapis en Italia lo justifican plenamente. En el siglo tercero de la era cristiana se construyó esta Iglesia, que permaneció perfectamente bien hasta el año 1488, en que se hundió, cubriendo el mar hasta cinco metros su pavimento. A dos metros de su altura anidaron moluscos y polipos animales esencialmente marítimos, probando, que el mar le cubrió por mucho tiempo. Actualmente este templo está á la altura de tres metros sobre el nivel de las aguas del mediterráneo, y como en el litoral de Nápoles no ha habido inundaciones, que justifiquen la elevacion de las aguas, fuerza es admitir, que el suelo despues de haberse hundido unos metros, ha sido posteriormente elevado de un modo ordenado.

La costa de Suecia hoy dia está sujeta á un levantamiento gradual: en el espacio de ocho mil años se ha elevado mas de ciento tres metros sobre el nivel de las aguas, segun las observaciones, que hace siglos se vienen practicando, y suponiendo esta accion uniforme es posible, que á los doce mil años, algunos terrenos cubiertos hoy por las aguas del Báltico se habrán convertido en continentes. Este tiempo en parangon con la vida del hombre parecerá inmenso; pero desaparece esta ilusion, si lo comparamos con las estensas épocas geológicas, durante las que han tenido lugar sus respectivas formaciones sedimentarias, y sus faunas destruidas, de las que solo quedaron algunos restos embutidos en la corteza terrestre como testimonio de su existencia.

Las observaciones practicadas acerca los fenómenos de depresion ó hundimientos arrojan los mismos resultados, que los que se refieren á los de levanta-

mientos, sobre todo los formados en el litoral de los mares.

La elevacion y la depresion de los continentes ó de los mares están tan relacionados entre sí, que formarse un levantamiento en un punto cualquiera del globo, determina en otra parte un hundimiento, siendo estos fenómenos la causa de las modificaciones, que ha experimentado la superficie terrestre. La depresion verificada en el fondo de los mares, si no existiese esta relacion, resultaría una disminucion aparente de sus aguas, fenómeno de que no hay ejemplo haberse conocido, no obstante de su posibilidad.

Mr. Nobili cree, que es fácil conocer esta depresion, por la mayor altura de la columna barométrica, lo cual no es exacto, porque la elevacion no es igual en todas las latitudes, y además depende muchas veces de causas meteorológicas.

A principios de este siglo ocurrió el singular fenómeno, de quedar en seco por algunas horas ciertos puertos del Mediterráneo, sin que las aguas del mar hubiesen disminuido. Este hecho se explica por un cambio de fuerza y de direccion de estas aguas, que produjo su retirada momentánea, y en el que algunos sitios del litoral fuesen pasajeralemente cubiertos.

No cabe duda alguna, que el clima, la configuracion de cualquier parte del globo terrestre, y su posicion topográfica influyen en la organizacion humana, é imprimen un sello especial á los habitantes del país conforme las circunstancias que dominan.

Una poblacion situada en montañas elevadas, donde las influencias meteorológicas son poco variadas, no obstante las modificaciones higiénicas propias de su altura y situacion, tan influyentes en la organizacion de sus habitantes, tienen que resignarse á los obstáculos naturales del suelo en que viven, con las dificultades consiguientes en las comunicaciones y comercio.

Los países llanos ó poco accidentados, con montañas articuladas de escasa elevacion, están muy aumentadas las influencias meteorológicas tan favorables á la vegetacion. El cultivo varía en cada region, no obstante la igualdad en sus latitudes, requieren conocimientos y métodos especiales. De esta variada configuracion resultan necesidades, que constantemente se van aumentando, siendo á la vez causa de la actividad, que se desarrolla en esta clase de poblaciones.

La forma actual del globo es debida en su mayor parte á la energía de las fuerzas subterráneas, despues de restablecida la calma, obró la accion sedimentaria, originando el desarrollo de las fuerzas vitales, tomando por fin la materia orgánica sus formas peculiares y características de cada individuo.

Los estudios geológicos de Elio de Beaumont han producido importantes adelantos acerca la edad relativa de cada terreno, sea cual fuere su cláse.

Los terrenos sedimentarios están formados por capas ó lechos precindiendo de su espesor, cuyas capas en el acto de su formacion constituian un depósito enteramente superficial. Las capas de que se compone la corteza terrestre están sobrepuestas unas á otras, siendo el estrato que cubre mas moderno que el cubierto. Estudiando los caracteres de estas capas y comparándolas entre sí, se podrá establecer su edad relativa, y determinar su orden cronológico.

Además el terreno que en una localidad cubre á otro, en ninguna parte se hallará debajo de este, podrá acaso faltar completamente, pero cuando exista será siempre superior á todos los terrenos cuya formacion es mas antigua.

Las capas sedimentarias se han formado debajo del agua, tomando la disposicion horizontal, ocupando siempre las partes mas declives del fondo de los mares. Si en este fondo existen desigualdades mas ó

menos elevadas, y los sedimentos son escasos, ó no alcanzan á cubrirlas por ser aquellas muy considerables, permanecerán desnudas, ocupando la parte superior de la nueva formacion.

Es frecuente reconocer capas horizontales en las llanuras continentales, pero examinando las cordilleras de montañas hasta su vértice, los terrenos van siendo mas antiguos cuanto mas altos están.

Los terrenos estratificados unas veces han conservado su posicion horizontal y otras no: presentándose en este caso mas ó menos inclinados, de modo, que examinando el órden de sobreposicion y direccion de estas capas, se observa, que unas se levantan, otras se cruzan con las subrepuestas, y las hay tambien mas ó menos verticales.

Esta variedad en la disposicion de las capas no es posible admitir, que sea originaria, sino que la tomaron despues de su formacion, de modo que entre la época en que se constituyeron, y la en que se colocaron los estratos de diferente direccion, ha habido un fenómeno geológico, producido por la energía de las fuerzas centrales.

Estos fenómenos constituyen los levantamientos, y su edad relativa se marca, considerándolos anteriores á las capas horizontales y posteriores á las levantadas. Al efecto se admite por base la época del levantamiento de una cadena de montañas, que se considera comprendida entre aquella, en que se formaron las capas levantadas, y la de las que en forma horizontal cubren al pié de la montaña en estratificacion discordante.

Fijando la atencion en el origen de estos terrenos, y de los distintos accidentes, porque han pasado, se puede admitir, que las diversas partes en que se considera dividida la superficie del globo, han estado en várias ocasiones cubiertas por aguas saladas ó dulces, ó privadas completamente de este fluido.

La naturaleza mineralógica de estos sedimentos es muy variada: cada roca representa una época determinada, cada tongada un origen especial, de modo que su estudio comparativo, puede ilustrar mucho el conocimiento de las capas sedimentarias.

Las tongadas de la corteza terrestre, que siguen una misma direccion, ó direcciones paralelas reconocen una misma época geológica. A veces la línea mas elevada de los estratos levantados no es paralela, ni sigue la misma direccion del eje de la cadena de montañas. Adviértase alguna vez, que esta línea está cortada por el eje, resultando en este caso, que el levantamiento de las capas es mas antiguo, que el levantamiento de la cadena.

En vista de esto, la direccion del continente europeo tomada del SO. al NE., es opuesta á la del NO. al SE. Estas líneas tienen su base en las bocas del Rin y del Elba, atraviesan los mares Adriático y Rojo, el sistema de montañas en el Luristan, terminando en el golfo Persico, y en el Oceano Indico. Este sistema de grandes líneas geodésicas favorece el comercio de Europa con Asia y con el N. del Africa occidental.

La disposicion estratificada de las cordilleras de montañas, y la de las rocas cristalinas, que las atraviesan ocupan sus partes culminantes, y han puesto de manifiesto las revoluciones que ha experimentado el globo terrestre, y la influencia que ejercen en los climas, estableciendo á veces sus límites, lo propio que los de los mares. En los terrenos montañosos se observa una vegetacion especial y característica de las regiones, que forman segun su altitud geográfica y física.

Comparada la estension de los terrenos montañosos con los llanos, resulta ser mucho menor que la de los continentes.

Si fuese posible distribuir la masa, que forman los

Pirineos cuya base y altura son conocidas, por la superficie de España, acaso no llegaría á 3 y 1½ metros su elevacion del suelo. Si la masa de los Alpes pudiese estenderse por la superficie de Europa alcanzaria cuando mas la altura de 6 y 1½ metros.

Son importantes las observaciones, que se han hecho para determinar la altura media de los continentes. Algunos fundan su opinion comparando la profundidad de los mares con la altura de las montañas. En Europa y en la América del Norte la altitud media sobre el nivel del mar está comprendida entre 210 á 233 metros. Laplace opina, que la altura de los continentes está 1,025 metros sobre el nivel de los mares, resultado acaso exagerado comparado con el anterior.

Estos productos demuestran, que los paises septentrionales son relativamente mas bajos. Las montañas de Siberia son de poca elevacion; el suelo comprendido entre el Himalaya, el Kuen-lun del Tibet septentrional, y las montañas de la China están entre los paralelos de 28° 30' á 40°; por consiguiente estos datos dan á conocer las partes de la superficie del globo, en que las fuerzas eruptivas han obrado con mas actividad.

En la época del período primario no era preciso que las fuerzas centrales tuviesen mucha energía, para que las montañas, que originaron, fuesen de notable elevacion, por ser débil la resistencia, que la corteza presentaba. Aumentándose su espesor por continuar la solidificacion, y la aglomeracion al exterior, de nuevos sedimentos tomaron mas compacidad estos terrenos, que no obstante cedieron á la accion de las fuerzas centrales producidas por las rocas eruptivas, que salieron de profundidades incalculables, atravesando y levantando aquellos terrenos.

Los focos de los volcanes activos están á profundidades inaccesibles, y teniendo en consideracion las

incrustaciones en la lava de los volcánes se infiere, que el granito primitivo forma la base de todas las capas sobrepuestas, que constituyen la corteza terrestre.

En la época primitiva en sus tres períodos, y en las formaciones secundarias, carbonífera, permiana y liasica, el continente consistía en islas ricas de frondosas plantas, separadas por un mar poco profundo. En los períodos se juntaron estas islas, dejando lagos y golfos de variada estension.

En sus épocas respectivas tuvieron lugar diversos levantamientos, de los que surgieron las cordilleras de los Pirineos, Sierras Nevada y Morena, los Apenninos y Karpatos, de modo que en la época terciaria se presentaron los grandes continentes tomando una forma muy análoga á la actual.

Los caractéres sacados de la naturaleza mineralógica de los terrenos, y de las faunas y floras embutidas en ellos, y de su estratificación con los accidentes, que han perturbado su disposición horizontal, puede llegarse por el encadenamiento de estos fenómenos á la distribución de las masas sólidas, y líquidas, que constituyen la corteza terrestre.

En el estado de la actual superficie de la Tierra han influido poderosamente las erupciones de masas igneas, que originaron diversos levantamientos dando una nueva faz á la superficie terrestre.

Existen pues como materiales de la corteza terrestre dos clases de elementos, unos sólidos y otros líquidos: las relaciones de estension y de posición de sus respectivas superficies han variado mucho, durante la larga série de las diversas épocas geológicas, fijando el área de los continentes en sus variadas formaciones.

En los períodos terciario y cuaternario el espesor de la corteza terrestre estaba considerablemente aumentado, y serían enormísimas las fuerzas centrales

para haber sacado del fondo de los mares las estensas masas sedimentarias, que forman los Alpes y los Andes, llevándolas á las sorprendentes alturas, que hoy tienen.

Es incalculable el tiempo, que la naturaleza ha empleado para producir estos cambios de suelo y de nivel, y para levantar unas sobre otras regiones de rocas diversas, ha sido necesario tal energía de las fuerzas centrales, que es difícil determinar su magnitud.

Durante estas catástrofes, creaciones completas de animales y vegetales han desaparecido de la superficie de la tierra, cediendo el campo á una flora ó á una fauna nuevas, destinadas á sufrir la misma suerte.

Estas perturbaciones indican, que la energía de las fuerzas subterráneas, no ha terminado; que los fundamentos de la tierra no son inmutables; y que en el trascurso del tiempo han de aparecer nuevos sistemas de montañas á las preexistentes. Como una débil idea de esto están los temblores de tierra, y los terremotos, que en todas partes agitan la superficie terrestre; la continua elevacion del suelo en las costas de Chile y de Escandinavia; y la instantánea aparicion de islas eruptivas permanentes ó pasajeras, son pruebas evidentes de que el nucleo de la tierra está en continua agitacion, y es posible, que alguna catástrofe señale alguna vez el término á la aparente tranquilidad, que se advierte en nuestro planeta.

DE LOS FLUIDOS

La mayor parte de la Tierra está cubierta por las aguas, y el todo envuelto por la masa gaseosa llamada atmósfera. Los fenómenos que estos fluidos pre-

sentan son bastante idénticos, notándose solo ligeras diferencias debidas á su elasticidad, á la cohesion de sus átomos, y á la movilidad propia de su fluidez.

Las aguas forman los mares, y la parte de la corteza, que cubren se escapa á nuestro exámen. En el fondo de los mares existen desigualdades, comparables acaso á las que nos ofrecen los continentes.

Se han practicado ensayos repetidos, para conocer la profundidad de los mares y la altura de la atmósfera. De esta se puede decir, que alcanza 80 kilómetros sobre la superficie de la tierra, calculada al nivel del mar; mas la profundidad de este es aun desconocida.

En las regiones tropicales esta profundidad debe ser indudablemente mayor, porque la sonda ha penetrado cerca de dos leguas, sin llegar á su fondo.

La temperatura de la atmósfera y la de las aguas, que forman los mares, disminuye á medida, que penetramos en sus masas, buscando su altura y su profundidad. El órden decreciente del calor no sigue las mismas reglas: en la atmósfera baja un grado del termómetro de Celsio por cada 200 metros de elevacion: en el mar este descenso es mas activo, necesita profundizar menos para cada un grado de calor que pierde.

La causa de este descenso está fundada, en que las aguas, que están en la superficie del mar, durante la irradiacion de la noche se enfrían, y como por este fenómeno aumentan de densidad, se precipitan hácia el fondo, produciendo un movimiento de moléculas de agua, desde la superficie al interior, sobre todo durante la noche. Este movimiento cesa, apenas el Sol está en el horizonte, y calienta las aguas de la superficie, que siempre aspiran á equilibrar su temperatura con la del aire atmosférico, con quien están en contacto.

La temperatura media de la superficie de los ma-

res no es igual: en los del Ecuador es algo mas elevada, que en los Polares, alcanzando este beneficio hasta los paralelos de 48° latitud austral y boreal.

En virtud pues de este descenso gradual, que experimentan las aguas del mar, desde la superficie hácia su fondo, pueden perfectamente sus habitantes escoger las temperaturas mas análogas á sus necesidades y organizaci6n, proporcionándose todos los climas, eligiendo las profundidades que los determinan. Siendo mayor la presi6n de las aguas á medida, que la profundidad es mayor, resulta, que la respiracion, y en particular la cutánea se modifica, relacionándose con los gases, que ocupan la vegiga natatoria de los peces. Estas circunstancias influyen sin duda en las emigraciones de estos individuos, y en la distribucion geográfica de los animales acuáticos.

La densidad de las aguas del mar varía bajo una misma temperatura segun la naturaleza y cantidad de las materias, que lleva en disoluci6n. Las aguas saladas, sacadas á grandes profundidades el termómetro llega á bajar á 2° 5, ó á 2° 8, porque la mayor densidad produce mayor pérdida de calor en todos los mares, sin escluir los intertropicales.

Queda espuesto, que la temperatura de las aguas mas profundas, en general es el mínimo de la de las capas aéreas, que están en contacto con las aguas del mar. A veces no obedece esta proporeion, porque interiormente hay corrientes, que partiendo de los polos se dirigen al Ecuador, prestando su influencia á las aguas cuyas zonas atraviesan.

La temperatura de las capas mas profundas de las aguas del Mediterráneo, obedece la ley general, es igual á la mas baja de su atmósfera exterior. En su fondo no penetran las corrientes inferiores, que proceden del Occéano atlántico, al contrario sus aguas se vacian en este mar presentando á la vez cierta oposicion á la corriente polar inferior.

Las aguas de la zona tórrida tanto en las costas,

como en los sitios apartados de los continentes tienen una temperatura idéntica y constante; estendiéndose este fenómeno á miles de leguas cuadradas. Las observaciones practicadas hasta el dia ponen de manifiesto, que en los mares intertropicales la temperatura es uniforme, sirviendo de regla este hecho para admitir la invariabilidad de los climas y del calor terrestre, no obstante las influencias locales de escasa importancia, que provienen del desmonte de árboles, y del desecamiento de las lagunas y pantanos. Cualquiera alteracion, que experimentaré el disco solar, sus efectos se conocerían perfectamente en las variaciones de la temperatura media del mar, mejor que en la de los continentes.

La densidad de las aguas del mar no es igual en su inmensa estension, unas zonas están mas saturadas de sales que otras. La temperatura de estas zonas no está relacionada con la saturacion de las aguas: resultando dos fajas que no guardan paralelismo alguno entre sí. La observacion nos ha hecho conocer, que las aguas mas densas ó saladas están á los 22° latitud septentrional, y 18° latitud meridional, y las menos saladas están á pocos grados hácia el Sur del Ecuador.

La física enseña, que los líquidos, que están en comunicacion entre sí, si son de una misma naturaleza ó de igual densidad, están siempre á un mismo nivel. Esta ley es aplicable á las aguas de los mares, que están en comunicacion, de modo que el nivel del Mediterráneo y del Océano es el mismo. Sin embargo este equilibrio puede ser alterado por las corrientes, los vientos, y la posicion y atraccion del Sol y de la Luna. En el primer caso se halla el Mar Rojo, que suele estar ocho metros mas alto en ciertas horas del dia, que el Mediterráneo, efecto sin duda de la forma especial del estrecho de Bab-el-Mandeb, que permite su entrada al Mar Rojo á las aguas del Océano

Indico. Las corrientes aunque variables son sin embargo permanentes, y pueden considerarse como rios que surcan los mares.

Por la accion de los vientos en épocas tormentosas las olas se elevan, llegando á veces á la altura de diez méetros.

Las perturbaciones, que proceden de la posicion y de la atraccion del Sol y de la Luna, constituyen el flujo y el reflujo. Estas oscilaciones periódicas son de poca duracion: en alta mar su altura es poca, pero en las costas efecto de su configuracion, es muy variable. En San Malo alcanza unos diez y seis méetros, siendo mayor en otras partes.

Algunos han pretendido sostener el absurdo, de que en épocas remotas las mareas se elevaron mucho mas, que en nuestros dias, á fin de probar la existencia en ciertos sitios de los restos de animales marinos.

Los causas, que influyen en las corrientes pelagicas son la propagacion sucesiva de las mareas en su movimiento al rededor del globo, la fuerza y duracion de los vientos reinantes, las variaciones debidas al peso específico de las aguas del mar segun su latitud, profundidad, temperatura y grado de saturacion, y las variaciones horarias de la presion atmosférica, que se propagan del Este al Oeste, y se manifiestan con regularidad en las regiones intertropicales.

Las corrientes oceánicas son admitidas por todas las personas científicas, y reconocidas por las capas de algas y fucus, que siguen su direccion, pudiendo además apreciar su velocidad.

Las corrientes ecuatoriales ó de rotacion son producidas por los vientos alisios, y por la marcha progresiva de las mareas, que arrastran las aguas de los mares de Oriente á Occidente. La velocidad de estas corrientes está calculada por cada veinte y cuatro ho-

ras en veinte mil méetros, no obstante en el mar de las Antillas parece que es mayor.

La corrientes en general son de dos clases, las unas conducen las aguas calientes hácia los polos, y las otras llevan las aguas frias en direccion al Ecuador. Entre las primeras está la corriente del Oceano atlántico el Gulf-Stream, que toma origen al Sur del Cabo de Buena Esperanza, invade el mar de las Antillas, el golfo de Méjico, desemboca por el Estrecho de Bahama, en seguida se dirige del SSO. al NNE., se aparta del litoral de los Estados-Unidos, y por el Este del Banco de Terranova vá á las costas de Irlanda, de las Hebridas y de Noruega. En su trayecto calienta las aguas del mar, é influye en el clima de la Escandinavia, arrastrando semillas de plantas tropicales especialmente leguminosas. Esta corriente al Este del Banco de Terranova se divide, y al aproximarse á las Azores envía un brazo hácia el Sur, en el que está el mar de los Sargasos, y pasa por los continentes de Africa, América y Europa.

Nada se sabe acerca la profundidad de las aguas calientes ó frias, que son arrastradas por las corrientes oceánicas, es posible que interesen las capas interiores hasta 70 ú 80 méetros de profundidad.

Dentro de los mares hay tambien ciertos terrenos, que hacen disminuir notablemente su profundidad, llamados bajíos ó bancos de arena, que se reconocen por el descenso de temperatura del agua que los cubre Este fenómeno acaso es debido, á que las aguas interiores, que obedecen el movimiento general de los mares, suben por estos obstáculos submarinos, y vienen á confundirse con las capas de agua menos profunda.

Los bajíos se reconocen por las nieblas de que están envueltos, efecto de la precipitacion de las vesículas acuosas diseminadas en la atmósfera, por efecto del agua fria, que las cubre. Las nubes suspendi-

das en la atmósfera, lejos de la costa y en dias despejados concuerdan con la existencia de bajíos, hasta el punto, que valiéndonos de la brújula se puede determinar su direccion.

En estos bajíos se desarrollan vegetales tan variados en su forma y volúmen, que por su número bien pueden compararse con los bosques terrestres. Muchas de estas plantas pertenecen al género de los fucus, sobre todo las que flotan en la superficie de los mares.

Las necesidades de la vida orgánica dentro del agua son mas fáciles de satisfacer, y no es extraño, que en el fondo de los mares existan tan crecido número de animales, que causa asombro su complicada organizacion reconocida por el microscopio.

En las aguas que se hallan á grandes profundidades abundan los infusorios, y los acalesos bajo un número incalculable de formas, los anelidos é infinitos animales fosforescentes, de volúmen microscópico, que atraidos á la superficie por influencias meteorolójicas convierten las olas en luminosa espuma. Tambien abundan en el mar un sin número de peces, moluscos y crustáceos, además de las mamíferos pinnípedos y piciformes, que tampoco son en escaso número.

Estos animales tan diminutos, que tanto abundan en el fondo y en la superficie de los mares, se descomponen con la mayor facilidad, la materia orgánica que de ellos se desprende queda independiente, aunque disuelta en el agua del mar, en cuyo estado se asocia en forma de alimentos á otros animales mayores en organizacion, y se identifica en su sustancia.

En el mar residen indudablemente mayor número de individuos zoológicos, que en los continentes, á la vez que mayor número de especies. Muchos de estos séres pertenecen á las últimas clases del reino zoológico; su volúmen es tan reducido, que es necesario acudir al microscopio para poderlos distinguir,

observándose cierta complicacion en su organismo, que causa asombro en séres tan diminutos.

El mar tiene una significacion importante en la vida de los pueblos, multiplica y estrecha los lazos que unen á las naciones, influye poderosamente en la moralidad de sus habitantes, en los progresos de la humanidad, y con su auxilio algun dia se completará el estudio de la superficie de la Tierra. El hombre constantemente vá ensanchando el circulo de sus conocimientos, y con el auxilio del mar le es fácil penetrar en el interior de los mas apartados continentes.

La atmósfera, es la masa de aire, que envuelve el globo terrestre, tiene una significacion importante en su constitucion, y en la vida de los infinitos séres, que le pueblan. En esta atmósfera tienen lugar diversos fenómenos, que por sus condiciones especiales presentan importantes relaciones, fundadas en su composicion química, en las variaciones de su diafanidad, color y polarizacion, y en las alteraciones de su densidad, temperatura, humedad y tension eléctrica.

El aire es importantísimo para la vida orgánica, por su oxígeno es necesario para la vida de los animales, y por su ácido carbónico para la de los vegetales, sirviendo además el aire de medio de comunicacion del sonido, que modificado en las variadas formas que permite el aparato vocal, resulta la palabra origen del lenguaje, para espresar las ideas.

La sociedad ó mejor la humanidad saca un partido inmenso de esta facultad del hombre, lo cual es una prueba relevante de la inmensa importancia del aire.

Mr. Gay Lussac ha sido uno de los mas acreditados químicos, que han determinado su composicion química, fijándola en 20,8 partes de oxígeno y 79,2 de azoe y una milésima parte de ácido carbónico, pres-

cindiendo del vapor de agua y demás gases, que accidentalmente contiene.

Después de Gay Lussac no han cesado los químicos de repetir los análisis, á fin de saber su verdadera composicion, valiéndose al efecto de distintos instrumentos de los empleados hasta aquí. Los trabajos de Br. Boussingault se consideran como los mas exactos, están fundados en la separacion completa del vapor de agua, que contiene el aire, y respecto de las cantidades de oxígeno y azoe ha dado las mismas que Gay Lussac, pero la de ácido carbónico es de 2 á 5 diez millonésimas, bastante menor á la hallada anteriormente. Tambien contiene el aire una pequeña cantidad de gas hidrógeno: y Mr. Liebig parece que ha encontrado además indicios de amoniaco.

Mr. Lervy asegura, que la cantidad de oxígeno del aire varía segun las estaciones, ó proceda del mar ó del interior de los continentes, no obstante esta opinion no está plenamente demostrada para que se considere como un hecho definitivo.

Distintas son las procedencias del ácido carbónico de la atmósfera. La respiracion animal le produce en cantidad crecida, así como el interior del globo, los volcánes sea cual fuere su estado, y muchas fuentes minerales. Tambien le proporcionan, aunque en menos cantidad la descomposicion del hidrógeno carbonado de la atmósfera por la electricidad de las nubes, la reaccion que se opera en los elementos de los productos orgánicos, sea cual fuere su estado y aplicacion, y la que tiene lugar en los sitios pantanosos.

El aire puede tambien en circunstancias dadas admitir vapores amoniacales, nitrosos, de ácido hidrosulfúrico y de otras clases, aunque de composicion algo complicada, producto de la fermentacion ó de la putrefaccion de sustancias organizadas, resultando un aire lleno de partículas deletéreas, y capaz de producir una modificacion desfavorable á la salud de

los individuos que lo respiran. Este aire es susceptible de producir enfermedades de carácter intermitente ó pútrido. Tambien se le puede agregar al aire ciertas nieblas, vientos y en particular los que pasan por un suelo caliente, levantando á bastante altura sustancias pulverulentas. En la Isla de Cabo Verde cae á veces un polvo muy fino, pero compuesto de infinito número de infusorios con dermato-esqueleto muy duro ó mejor silíceo.

Entre los fenómenos, que son del dominio de la atmósfera, los mas importantes son las variaciones de la presion atmosférica, la distribucion de los climas y del calórico, su estado higrométrico y la electricidad.

Las oscilaciones horarias del barómetro pueden ser várias, generalmente se aprecian dos máximas y dos mínimas: las primeras á las nueve de la mañana y á las diez de la noche, y las segundas á las cuatro de la mañana, y á las tres de la tarde.

Estas oscilaciones con frecuencia siguen un orden marcado, de tal modo, que teniendo un conocimiento exacto de ellas, se puede saber la hora en particular durante el dia. La amplitud de estas oscilaciones diurnas decrece de 1,54 línea á 0,21 en algunas regiones del globo, sobre todo en la ecuatorial hasta el paralelo de 7° latitud septentrional.

Algunos físicos han admitido, que cerca de las regiones polares la latitud media del barómetro era mayor á las cuatro de la tarde, que á las diez de la mañana, pero esperiencias muy recientes y repetidas están en contradiccion con esta opinion, siguiendo por consiguiente el mismo orden en todas partes.

La altura media del barómetro es algo menor en las regiones ecuatorial é intertropical, que en las templadas, llegando á su máximum en la Europa occidental, en los paralelos de 40° á 45°. Para estudiar estos fenómenos Mr. Kœmtz usa unas curvas llama-

das *isobarométricas*, que unen los sitios en que son iguales las diferencias medias entre las estremas altitudes mensuales del barómetro. Teniendo presente la situacion geográfica de cualquier region, y con el auxilio de estas curvas, se puede saber la influencia, que en las oscilaciones atmosféricas tiene la configuracion de los continentes y la estension de los mares. En el Indostan y en las costas orientales de América, en el punto en que las aguas calientes del Gulf-Stream se dirigen al Este de Terra-Nova las oscilaciones isobarométricas son mayores, que las de las Antillas y las de las costas de España y Portugal.

La presion atmosférica disminuye en cualquier punto del globo, por los vientos cuando son constantes, pero en el mismo sitio aumenta proporcionalmente la altitud media del mar.

Las variaciones de la presion atmosférica, aunque sean instantáneas, en una palabra todos los fenómenos meteorológicos son producidos en gran parte por el calor de los rayos solares, probando la marcada relacion, que existe entre la direccion de los vientos, la altitud barmétrica, la diferencia de temperatura y el estado higrométrico del aire. *Las rosas nauticas barométricas ó rosas barométricas de los vientos*, marcan la presion atmosférica, que pertenece al área de cada viento. Mr. Dove ha observado, que la ley de rotacion de los vientos es la causa principal de la mayor parte de los notables fenómenos que presenta la atmósfera.

La dilatacion que el aire experimenta por la variacion de temperatura, entre las zonas equinociales y las polares produce dos corrientes opuestas; una en las regiones altas, y otra en la superficie de la tierra. La que viene de los polos se inclina al Este, la equinoccial al Oeste, porque los puntos situados en el Ecuador obedecen rotaciones distintas, de los que están situados hácia los polos. Estas corrientes es

fácil que choquen, bajando la superior, hasta que toca en la superficie de la tierra, y de su mútua penetracion dependen las variaciones mas importantes de la presion atmosférica, los cambios de temperatura en las capas aéreas, y la precipitacion de los vapores acuosos, que forman las nubes tan caprichosas como variadas.

Los dias calorosos, en que el aire está encalmado, las nubes irradian calórico en todas direcciones. Cuando la irradiacion tiene lugar sobre estensas superficies sus efectos son los vientos *monzones*, que son constantes en los mares de la India, ó el Hippalos de los griegos, *vientos de poniente*, cuya direccion varía con la direccion del Sol.

La teoría de los vientos, no obstante las importantes observaciones, que hace años se vienen haciendo está en la actualidad poco conocida. El magnetismo terrestre enlazado con los fenómenos meteorológicos toma el nombre de *apostadores magnéticos*; los que desde Moscou, atravesando el Asia septentrional hasta Pekin, están llamados á ilustrar con sus experiencias esta teoría.

Es necesario establecer observatorios, que se ocupen de estudiar los fenómenos de estas lineas, para determinar, si los vientos del Este parten continuamente desde la meseta desierta de Gobi, hasta el interior de Rusia, ó si la corriente que resulta por la precipitacion del aire en las zonas elevadas, no principia hasta la mitad de la cadena de los apostadores. Con estos datos sabrémos, de donde viene el viento. Reuniendo las observaciones de los sitios, que por espacio de veinte y cinco años se vienen haciendo sobre la direccion de los vientos, resulta, que los vientos del E., S. y O. son los reinantes en las latitudes medias de las regiones templadas de ambos continentes.

La distribucion de los climas y del calórico depen-

de de la situacion relativa de la atmósfera y del suelo, y de la configuracion hypsométrica de los continentes. Se puede representar la distribucion del calor uniendo por líneas los sitios, en que son conocidas las temperaturas medias del año, las del verano y las del invierno. Las líneas isotermas, isoteras é isoquimenas son de gran importancia en los climas.

La voz clima significa el conjunto de variaciones atmosféricas que influyen en nuestro organismo. En los climas hay que atender á la temperatura, á los estados higrométrico y eléctrico, á la presion barométrica, á los vientos, á la pureza del aire y á su transparencia.

Las líneas isotermas, isoteras é isoquimenas serían paralelas al Ecuador, si la superficie de la Tierra fuese homogénea, ó las capas tuviesen unas mismas propiedades físicas, sobre todo en calor y densidad, é iguales los poderes reflejante, absorbente y emisor de los rayos solares. En este caso resultaría la uniformidad en igual latitud por toda la superficie del globo, de los poderes absorbente y emisor del calor y de la luz.

Del resultado medio de estas observaciones está fundada la teoría de los climas. La variacion de los caracteres absorbente y emisor en sitios colocados en paralelos iguales produce una inflexion en las líneas isotermas.

Las circunstancias que con intensidad variable alteran la temperatura en las diversas latitudes geográficas, proceden de la índole de estas inflexiones, de los ángulos en que cortan los círculos de latitud las líneas isotermas, isoteras, é isoquimenas, y de la situacion del parage sea cual fuere su convexidad ó concavidad relativamente al polo del hemisferio correspondiente.

Se ha observado, que en las mismas latitudes los climas de los pueblos situados en dos continentes

opuestos no son iguales. En la Carolina del Norte, y en la embocadura de San Lorenzo los inviernos son mas frios que los de Italia, Francia y Escocia. Este resultado arrojó mucha luz para la Meteorología, fundándolo en las temperaturas medias anuales. Comparando pues Alifax con Burdeos, Nueva-York con Nápoles, y San Agustin de la Florida con el Cairo, se vé que en iguales latitudes las diferencias entre las temperaturas medias del año en la América, y las de Europa en la direccion del Norte al Sur son 7° 7, á 3° 3, y casi cero. Este resultado indica que las líneas isothermas no son paralelas; pues bajo los mismos trópicos en direccion al Sur estas líneas son paralelas al Ecuador, por consiguiente no hay diferencia entre las temperaturas medias del año en los países que comprende.

La diferencia varía de un paralelo á otro, y sin un estudio particular de las temperaturas de invierno y de verano en los continentes opuestos, no es fácil comprender las verdaderas relaciones, que existen entre los climas, ni apreciar su influencia en la industria, la agricultura y salubridad de los pueblos.

Las condiciones, que pueden modificar las figuras de las líneas isothermas, unas son favorables para aumentar la temperatura, y otras para disminuirla. Las que se hallan en el primer caso las principales son.

En la zona templada estar cerca de una costa occidental.

La figura de los continentes divididos en islas numerosas.

Los golfos que penetran en los continentes.

La posicion de un país con relacion á un mar sin hielo, que pasa del círculo polar; ó comparado á un continente muy estenso, en un mismo meridiano en direccion al Ecuador, ó en el interior de una zona tropical.

La direccion Sur y Oeste de los vientos.

Finalmente la falta de pantanos, y de bosques en un suelo seco y arenoso; estar la atmósfera despejada durante el verano, y la vecindad de una corriente marítima, si sus aguas son mas calientes, que las del mar ambiente.

Entre las causas, que hacen bajar la temperatura, las mas importantes son.

La altitud sobre el nivel del mar en un pais, que no tenga mesetas considerables.

La aproximacion de una costa oriental para las altitudes altas y medias.

La configuracion de un continente falto de golfos.

Los terrenos mas ó menos estensos en direccion al polo ó en las regiones de los ventisqueros, si los primeros no están separados por un mar, que no se hiele en el invierno.

Una posicion geográfica, en que las regiones tropicales de la misma longitud estén formadas por mares.

Una cordillera de montañas, que por sus condiciones impidan la accion de vientos calientes, ó la vecindad de picos aislados por efecto de las corrientes de aire frio, que se estiendan á lo largo de sus vertientes.

Los bosques cuanto mayor sea su estension mejor, pues influyen por su sombra, por su evaporacion, y por su irradiacion.

Los pantanos, en particular en las regiones del Norte, porque se convierten en ventisqueros.

Una atmósfera nebulosa durante el verano, y en el invierno despejada, por favorecer en este caso la irradiacion.

Las inflexiones de las líneas isothermas son producidas por la accion simultánea de todas estas causas combinadas, sobre todo de las que proceden de la estension y configuracion de los continentes y de los mares. Las partes entrantes y salientes, esto es los puntos convexos y cóncavos de estas líneas son pro-

ducidas por perturbaciones locales.

Para averiguar el resultado completo sobre el movimiento ó inflexion de las líneas isotermas, será preciso estudiar como estas causas reunidas se modifican, destruyen ó aumentan á manera de pequeños movimientos ondulatorios, que á cada momento se chocan y se cruzan.

En el Este de la zona tropical los vientos alisios motivan la direccion Oeste ú Oeste-sudoeste de los vientos dominantes en las zonas templadas, de modo que este fenómeno dá á conocer la razon, porque en estas zonas sus vientos son de tierra con relacion á una costa occidental. El enfriamiento de la superficie del mar no es tan fácil como el de los continentes, por la inmensa cantidad de agua, y de la precipitacion de las moléculas enfriadas, por cuya circunstancia las costas occidentales son mas calientes, que las orientales, á no ser que sean modificadas por alguna corriente marítima. La temperatura análoga, que presentan las costas occidentales de Europa y de América del Norte, bajo las latitudes intermedias se atribuyen á los mismos accidentes.

Las temperaturas medias anuales entre las costas orientales y occidentales de la América del Norte son bastante diferentes. En la isla de Labrador, al NE. en Nain que está á 57° 10' latitud, la temperatura media del invierno es de 8° 1 bajo cero, y en el verano de 6° 2 sobre cero, mientras que en Nuevo Arcangel al al NO. es de 6° 9 en el primer caso y 13° 8 en el segundo, siempre sobre cero. Pekin en la costa oriental del Asia situado á 39° 54' latitud, tiene los inviernos 2° 5 mas frios que los de Copenhague, apesar de estar 17° latitud mas al Norte que Pekin,

Es un hecho demostrado, que el mar influye notablemente en uniformar las temperaturas, suavizando el frio del invierno y los calores del verano, en virtud de la lentitud con que sus aguas obedecen las

variaciones de temperatura de la atmósfera, de ahí las importantes diferencias entre el clima de las islas y de las costas, y el del interior de los continentes, diferencias que influyen notablemente en la vegetación, en la diafanidad de la atmósfera, la irradiación calorífica del suelo, y la altura de los ventisqueros. Así en Irkustk, Tobolsko y Barnol pueblos del interior del Asia, sus veranos son idénticos á los de Cheburgo, Berlin y Munster, pero sus rigurosos inviernos presentan la temperatura media de 18° á 20° bajo cero.

La temperatura media del año en Astrakan, junto al mar Caspio situado 46° 21' latitud es de 9°, la del verano 21°, idéntica á la de Burdeos, pero en el invierno baja hasta 30° bajo cero. Los frutos de este país y en particular las uvas son tan exquisitas, que aventajan á las tan celebradas de Andalucía y Canarias.

El clima de la Inglaterra meridional, de sus islas de Jersey y Guernesey, de la Bretaña y de las costas de Normandía presenta un invierno benigno, y un verano fresco y nebuloso formando un contraste con el clima continental del interior del Este de Europa. Al NO. de Irlanda á los 54° 56' latitud está Koenisberga, el que lo propio que en Prusia, el arrayan crece espontáneamente como en Andalucía. En el mes de Agosto el termómetro sube en Hungría hasta 21°, y en Dublin igual línea isoterma no pasa de 16°. En Buda la temperatura media del invierno es de 2° 4', y en Dublin de 4° 3' bajo cero. Otros muchos ejemplos se pueden citar de las diferencias, que presentan las líneas isotermas.

Estas comparaciones nos ponen de manifiesto, la manera como una misma temperatura puede distribuirse entre las diferentes estaciones y su influencia en la vegetación, y en la higiene del hombre.

Las líneas isotermas no guardan paralelismo al-

guno con las isoterias é isoquimenas. En el país donde el arrayan crece al aire libre y faltan los ventisque-ros, el calor del verano y del otoño es suficiente, pa-rra que maduren los frutos. Si las viñas prefieren el interior de los continentes, es debido á las oscilacio-nes de temperatura, que en el verano domina en el litoral, y á las influencias de la luz solar. Las funcio-nes fisiológicas de los vegetales varían, segun están á la luz directa, ó á la luz difusa, pues es muy patente la influencia de la luz solar en los fenómenos de la vida vegetal.

Si establecemos una escala termométrica sobre el cultivo de las diversas especies de vegetales, princi-piando por los que exigen un clima cálido, hallarémoss el cacao, coco, chirimoyo, ananas, guayaba, plátano guineo; despues la caña dulce, el algodouero, el café, la palmera; sigue el naranjo, limonero, durazno, no-gal, vid, olivo, castaño etc. Comparando los diversos cultivos de estos vegetales en las llanuras y en los flancos de las montañas, se observa, que sus límites no obedecen las temperaturas medias anuales. Para que la vid produzca vino generoso es necesario, que la temperatura media anual pase de 10°, la del invierno no baje á cero grados, y la temperatura media del verano esceda de 18°. En Málaga que está á la lati-tud Norte de 36° 43'

la temperatura media del año es	19°, 9 C.
Id. Id. invierno	13°, 5 »
Id. Id. primavera	19°, 4 »
Id. Id. verano	26°, 4 »
Id. Id. otoño	20°, 3 »

En el Báltico latitud 52° 39' que produce un vino desagradable

la temderatura media del año es	8°, 7 C.
Id. Id. invierno	0°, 7 »
Id. Id. primavera	8°, 0 »
Id. Id. verano	17°, 6 »
Id. Id. otoño	8°, 6 »

Aquí tenemos dos climas, el primero favorable al cultivo de la vid, y el otro desfavorable: pero es preciso tener presente, que un termómetro puesto á la sombra, libre de los efectos de la insolacion directa, y de la irradiacion nocturna no marca la temperatura del suelo ni las variaciones periódicas, que de una á otra estacion experimenta la misma temperatura.

Entre la Bretaña y el Norte de España, que tiene veranos frescos é inviernos crudos, se admite cierta analogía en sus climas, que se reproducen entre la Europa y el continente asiático, siendo Europa como ya se ha dicho una península al occidente.

El clima de Europa en general es agradable, debido indudablemente á su configuracion articulada, á los mares que bañan sus costas, y que están libres de hielos, que los separa de las regiones polares, y en fin á la irradiacion del continente africano, que produce la subida en la atmósfera de una corriente de aire cálido.

Para que el clima de Europa fuese mas frio era necesario, que ocurriesen vários fenómenos, algunos de inmensa importancia geológica, como la desaparicion del Africa, ó que las fuerzas expansivas del núcleo elevasen del fondo de las mares, continentes bastantes á juntar Europa con América, ó la península Escandinavia con Spitzberg; y que las aguas calientes del Gulf-Stream no se confundiesen con las de los mares del Norte.

Siguiendo un mismo paralelo de latitud, Francia, Alemania, Polonia, Rusia hasta los montes Urales las temperaturas medias anuales forman una serie decreciente; le propio sucede si penetramos en el interior de los continentes, pues se observa, que su forma aumenta en anchura y compacidad, disminuyendo la influencia del mar, y de los vientos de Poniente. Estos vientos al otro lado de los Urales toman el carácter de terrales, los que atravesando tierras heladas y cu-

hiertas de nieve se ponen muy frios, como sucede en la Siberia, cuyo frio reconoce esta causa, y no á su elevacion sobre el nivel del már, porque es inferior á la de Munich, cuya temperatura es mas alta.

Las desigualdades que presenta la superficie del globo constituyen las montañas, cuya influencia en los climas de las comarcas limítrofes es poderosa. Las cadenas de montañas establecen divisiones en la superficie terrestre, de las que resultan cuencas y valles. Estos son estrechos y profundos ó circulares: á veces particularizan los climas con relación al calor, humedad, diafanidad de la atmósfera y accion de los vientos: circunstancias todas que influyen mucho en las producciones de la agricultura, y en las costumbres de sus habitantes.

Las condiciones de particularidad geográfica son muy patentes, sobre todo si la configuracion del suelo en todos sentidos es muy variada: lo contrario sucede si es completamente idéntica, como en las llanuras de América, y en los desiertos arenosos de Africa.

La temperatura de la atmósfera decrece á medida que nos elevamos sobre el nivel del mar, por término medio cada 200 métrós de altura el termómetro baja un grado. Este resultado es de una influencia marcada á la geografia de los vegetales, á las leyes de la refraccion terrestre, y á las hipotesis establecidas para medir la altura de la atmósfera.

El estudio de las inflecciones, y las distancias de las líneas isotermas en los diferentes sistemas de temperatura en la parte central de Europa, al Este y al Oeste del Asia y al Norte de América, nos conduce á resultados positivos. Así es fácil conocer la fraccion del calor termométrico medio del año, ó de una de sus estaciones á que corresponde una variacion de 1° de latitud permaneciendo en el mismo meridiano.

En cada sistema de líneas isotermas existe un enlace íntimo entre la disminucion del calor, á medida

que nos elevamos en la atmósfera, la variacion de temperatura por cada 1° en latitud geográfica, que cambia, y la relacion que hay en la temperatura media de un punto cualquiera de una montaña, y la distancia al polo de otro punto colocado al nivel del mar.

El descenso de temperatura media anual en el sistema de líneas isotermas, en el Este de la América del Norte, desde la costa de Labrador hasta Boston es de 0°, 88 por cada 1° de latitud: de este punto á Charleston 0°, 95; hasta la isla de Cuba en el trópico de Cáncer 0°, 66, y desde la Habana á Cumaná en la zona tropical 0°, 20.

Entre los paralelos de 38° y 71° de la Europa central, las líneas isotermas pierden medio grado de calor por cada 1° de latitud. En esta parte del globo la temperatura baja 1° por el aumento de altitud limitado por cada 158 á 171 méetros, resultando que cada 78 á 85 méetros de elevacion sobre el nivel del mar produce en la temperatura anual el mismo efecto, que cambiando un grado de latitud hácia el Norte. Así la temperatura media anual del convento en el monte de San Bernardo, que está á 2554 méetros de altura á los 45° 51' latitud, se halla en ciertas llanuras, que están á 75° 50'.

En la porcion de los Andes comprendida entre los trópicos á la altitud de mas de 6,000 méetros el termómetro baja 1° por término medio, en cada 176 méetros de aumento de altura. Los estudios practicados en terrenos de igual elevacion, pero en sitios diferentes, unos en las vertientes de las cordilleras y otros en estensas mesetas, la temperatura media del año en estos últimos es mas alta en 1°5 á 2°3 prescindiendo de las pérdidas, que en la noche produce la irradiacion.

En los Andes, como en todo terreno de notable elevacion los climas están sobrepuestos, desde las llanuras mas bajas, hasta las mas altas cumbres, varía

poco la temperatura de un año á otro, resultando las temperaturas propias de las ciudades situadas en las cordilleras de los Andes, comparadas á las de España en ciertas épocas del año.

En las orillas del Orinoco reina constantemente una temperatura de 4^o mas elevada, que en Valencia en el mes de Agosto: subiendo en los Andes, en Popayan cerca de 1,778 méetros su temperatura es igual al verano de Barcelona; en Quito á 2,913 méetros es comparable á la del mes de Marzo de Madrid, y en los Páramos donde crecen plantas alpinas su temperatura es igual á la del mes de Abril de Burgos.

El límite de las nieves perpétuas es mas elevado á medida, que nos acercamos á la línea ecuatorial. En esta region la temperatura es constante y algo elevada, y para alcanzar un frio capáz de solidificar el agua, es necesario buscarlo en la altitud del terreno y en otras causas que pronto espondrémos.

Este límite en cualquier latitud está formado por la línea de las nieves, que resisten la licuefaccion durante el verano. Tres fenómenos están hermanados con estas líneas, que son, la oscilacion anual del límite inferior de las nieves; la cantidad de nieve, que cada año cae; y la formacion de los ventisqueros.

Acerca el límite superior de las nieves perpétuas nada se sabe. No es posible marcarlo en la capa de aire enrarecido, que carece de vapor vesicular, porque las cimás de las montañas mas altas mucho les falta para llegar á estas capas. El límite inferior de las nieves depende de la latitud geográfica y de la temperatura media anual del país en que están, porque ni en el Ecuador, ni en los trópicos este límite llega á mayor altitud. Se cree contribuyen á ello tambien, el estado higrométrico, la forma de las montañas, la direccion de los vientos reinantes y su contacto con tierras ó con el mar, la cantidad de la nieve caída, la relacion entre el límite inferior de las nie-

ves y la altitud de las montañas, el ser sus vertientes muy escarpadas, la vecindad con otras cimas constantemente nevadas, la estension de los llanos en cuyo seno se eleva como un pico aislado la cumbre nevada, y en fin la situacion de estos mismos llanos próximos á las costas ó en el interior.

El límite inferior de las nieves perpétuas en la zona ecuatorial de América alcanza la altitud del Monte Blanco de los Alpes, y dirijiéndose al trópico de Cáncer, está 312 metros mas bajo en los llanos de Méjico á 19° latitud septentrional. Este límite se vá elevando hácia el trópico de Capricornio, pues en la cordillera de Chile de 14°30' á 18° latitud meridional pasa de 800 metros mas alta, que en el Ecuador. Mr. Gillies afirma, que el límite de las nieves perpétuas junto al volcán Penquenas á la altitud de 4,537 metros corresponde á los 33° latitud austral.

En el verano la estremada sequedad de la atmósfera produce la licuefaccion de la nieve, que está junto al volcán Aconcagua, situado al NO. de Valparaiso 32° 30' latitud, el cual está 450 metros mas bajo que el Chimborazo.

En la vertiente meridional del Himalaya á 31° latitud boreal, el límite de las nieves perpétuas está á 3,962 metros de altitud, pero en la septentrional bajo la influencia de la meseta tibetana, que se halla á la altitud media de 3,505 metros, este límite está mas alto, alcanza 4,077 metros.

Estas diferencias han llamado notablemente la atencion, considerando la influencia, que deben haber ejercido estos fenómenos en las condiciones de existencia de los pueblos primitivos, determinando modificaciones meteorológicas en estensos terrenos de un mismo continente.

La temperatura de la atmósfera varía en las diferentes horas del día, y en las distintas estaciones, latitudes y altitudes, á la vez que su estado higro-

métrico. Influye en este estado tambien, la presión atmosférica y la dirección del viento, fenómenos todos que desempeñan un papel importante en las funciones de la vida orgánica, que dependen de la cantidad absoluta de vapor disuelto en el aire, y de la manera de precipitarse ya en forma de rocío ó niebla, ya en la de lluvia ó nieve.

La fuerza elástica del vapor contenido en el aire no es igual en las diferentes latitudes y altitudes: en la zona templada llega en general á su maximum con el viento SO., y el minimum con el NE. Disminuye al Oeste y aumenta al Este: en el primer caso una corriente de aire frío, denso y seco, rechaza á la del aire caliente, sutil y húmedo: y en el segundo esta última rechaza á la primera. La corriente SO. es una desviación de la corriente ecuatorial, y la NE. es la polar reinante.

Las plantas en virtud de sus actos nutritivos absorben humedad del aire por medio de sus hojas y demás partes verdes, favoreciendo notablemente su desarrollo, sobre todo en las regiones intertropicales, que apenas llueve, y la atmósfera permanece despejada por mucho tiempo.

En las llanuras de Zahara, *Africa* y en las del Brasil septentrional llueve muy poco, pero en la Habana llueve mucho, por término medio, 2,79 metros, siete veces mas que en Sevilla, aunque en esta capital hay años, que son excesivamente lluviosos, siendo en este caso la mitad de lo que llueve en la capital de Cuba.

En las vertientes de los Andes, á medida que nos elevamos, la temperatura disminuye, lo mismo que la lluvia, así en Sta. Fé de Bogotá, que está á la altitud de 2.674 metros sobre el nivel del mar, la cantidad de agua, que generalmente cae es de un metro. La disminución de la lluvia vá aumentando hasta el punto, de que las cumbres de los Andes, y la de los Alpes están constantemente secas.

Bajo las regiones tropicales entre la altitud de 901 y 976 métrios, las plantas alpinas de hojas coriáceas, y de grandes flores están constantemente cubiertas por la humedad, efecto de la abundante precipitación de las vesículas acuosas, que el aire contiene, y que toman la forma líquida. Las nubes no son permanentes, se forman en lechos que en ciertas ocasiones desaparecen al poco tiempo, cómo sucede en las cumbres de las altas montañas.

Los fenómenos que pertenecen á la electricidad atmosférica están relacionados con los de la distribución del calórico, con la presión y con los meteoros. Los que son del dominio de la electricidad, se manifiestan en todas las capas, en que se considere la atmósfera, sea cual fuere su altitud.

La vida orgánica no es indiferente á estos fenómenos, que unas veces proporcionan la licuefacción de los vapores acuosos, y la formación de vários compuestos amoniacales y ácidos, y otros estimulan al sistema nervioso.

El estudio de la electricidad atmosférica pertenece exclusivamente al físico, no obstante el cosmólogo no debe mostrarse indiferente á su importancia, ni á los fenómenos que origina, y en particular al crecimiento de la tensión de la electricidad positiva con la altitud del país sobre el nivel del mar, á la escasez de arbolado en las regiones vecinas; á los períodos que siguen en sus modificaciones el flujo y el reflujo diurnos de esta electricidad, y finalmente como varía la tensión según la distancia al Ecuador, y la diferencia local entre las superficies de los continentes y sus mares.

En las atmósferas que cubren los mares el equilibrio de las fuerzas eléctricas produce perturbaciones manifiestas, pero son de mas importancia, las que resultan en las atmósferas continentales; sin embargo es digno de atención, el que pequeños archipiélagos

den lugar á la formacion de tormentas. En tiempo nebuloso es frecuente observar en la electricidad atmosférica al principio positiva, el singular fenómeno de convertirse instantáneamente en negativa, lo mismo en las llanuras de las regiones frias, que en las cumbres de las cordilleras de montañas, entre 3,205 á 4,507 metros de altitud. Estos fenómenos presentan notable analogía, con los que los electrometros señalan poco antes de una tormenta, y durante el tiempo que consume hasta su terminacion.

Cada vesícula acuosa de la atmósfera está rodeada de electricidad, y agrupándose estas vesículas para formar las nubes, pasa su electricidad á la superficie, favoreciendo el desarrollo de su tension general.

Las nubes oscuras están cargadas de electricidad resinosa, y las blancas ó de color de rosa ó anaranjadas poseen la vitrea. Las nubes tormentosas se forman en todas las altitudes; en las llanuras bajas de las zonas templadas pasan de 7,758 metros de altitud.

Las nubes que producen el rayo, han de estar mas próximas á la tierra, porque á su formacion se equilibra la electricidad del depósito comun con la atmosférica; y es frecuente hallarlas á la altitud de 100 á 150 metros del suelo.

Mr. Arago ha hecho detenidos estudios sobre la formacion de los relámpagos, habiéndolos dividido en tres secciones.

1.^a Los que serpentean y con sus bordes bien definidos, que apenas duran un milésimo de segundo.

2.^a Los que iluminan el espacio sin tener forma determinada, al parecer salen de las nubes abriéndose.

3.^a Los que parecen globos de fuego, de movimiento rápido, y su duracion es de algunos segundos.

A veces nubes, que están á enorme altura sobre el horizonte se ponen luminosas, sin que se advierta ruido ni movimiento sensible, permaneciendo á la vista del espectador por algun tiempo.

En distintas ocasiones tambien han sido observados en el espacio resplandores de caracter eléctrico, sin que fenómenos de índole tormentosa puedan haber influido en ellos, formando granizos, ó las gotas de agua se convierten en lluvia ó en copos de nieve.

Finalmente completa el cuadro de las observaciones eléctricas en sus diversas formas el especial fenómeno, que ofrece la costa occidental de la América del Sur, en la que en muchos días de ciertas épocas del año, se presentan tempestades, sin oír detonacion ó trueno alguno, á las cuatro ó cinco horas de haber pasado el Sol por el Zenit, ó sea el polo del horizonte, que corresponde á la cabeza del observador.

Las esplosiones eléctricas son sumamente raras en las altas latitudes boreales de 70° y de 75°, pero han sido observadas por vários navegantes de reconocido crédito. En Islandía y en la Groelandia son muy raras las tormentas, los efectos de la electricidad atmosférica son poco conocidos; pero en la Nueva Zembla, en Spitzberg y en Kolguew, países muy septentrionales algunas veces suele percibirse el ruido de truenos.

No cabe duda, que los fenómenos meteorológicos están íntimamente relacionados entre sí. Cuando uno de los agentes, que llevamos enumerados hace sentir su influencia en la atmósfera, el fenómeno que determina, es al momento modificado por la accion de los demás.

Sería de un resultado inmenso para el comercio, la agricultura y la higiene, el conocimiento esacto de las alteraciones atmosféricas en cualquier forma y periodo que tengan lugar.

Los trabajos que hace años se vienen practicando en los observatorios meteorológicos, establecidos en las importantes zonas de España, Francia etc. y reunidas unas diariamente por medio del telégrafo, y

otras por meses, en el observatorio de París, es posible, que algun dia produzcan los resultados, que los gobiernos de las repetidas naciones se proponen, en beneficio de la agricultura, de la higiene y de la navegacion.

En las épocas de las temperaturas medias, no es frecuente, que acontezcan grandes anomalias locales, estas se observan en terrenos de notable estension.

Cuando una anomalía en un país determinado llega á su máximum, pronto disminuye sin salirse de sus límites. Si estos no se respetan, las anomalías suelen presentarse con mas frecuencia en la direccion del Sur al Norte, que de Oeste á Este. Mientras en Diciembre del año de 1829 experimentaba Berlin un frio intenso, los habitantes de la América del Norte estaban bajo la influencia de un calor insoportable.

Es una vulgaridad creer, que despues de un invierno frio, viene un verano caloroso, ó al contrario, á un verano fresco, sigue un invierno benigno.

Los físicos están conformes, en que las apreciaciones barométricas pertenecen á todas las capas atmosféricas, que gravitan sobre el observador: mientras que las del termómetro y las del higrómetro se refieren á las capas de aire próximas al suelo, No es posible apreciar estas condiciones en las capas superiores de la atmósfera, y para conocer su temperatura y humedad es necesario admitir la hipótesis, que el barómetro acepta para estos casos.

Muchos fenómenos meteorológicos toman origen en parages distintos á los que se presentan. Es frecuente, que una alteracion en las altas regiones del espacio, acompañada de un aire, que tenga diferente temperatura y humedad, del de las corrientes, que han perdido el equilibrio, penetra en la atmósfera mas próxima á la superficie de la Tierra, altera su diafanidad, y acumula las nubes en formas determinadas.

A medida que las alteraciones invaden mayor por-

cion de atmósfera, van dichas nubes tomando otras formas, produciendo cambios continuos en diversos conceptos, que luego la ciencia meteorológica aprecia debidamente. Acaso serían de resultados mas positivos estas observaciones practicadas en la zona tropical, donde los fenómenos meteorológicos siguen una marcha determinada, y reunidos sus estudios en la forma, que se viene haciendo en Europa ilustrarían esta parte de la Física, que tan fecunda ha de ser en aplicaciones.

PALEONTOLOGIA.

El estudio de los restos orgánicos, ó de las huellas de su existencia, que presentan los terrenos, constituye la paleontologia. Estos restos ó huellas unos son de procedencia animal, y otros de origen vegetal, formando las faunas ó floras de los países respectivos, y en sus épocas correspondientes.

En las capas sedimentarias se encuentran restos ó impresiones de vegetales de toda especie; raices, hojas, frutos y plantas enteras, lo propio que esqueletos completos, huesos diseminados, dientes, animales de todas clases, y sobre todo conchas, que en algunos puntos forman casi la totalidad del terreno, alcanzando á veces grandes profundidades.

Se han hallado algunos fósiles tan perfectamente conservados, que no es fácil dejar de reconocerlos: se encuentran en todos los terrenos, en las antiguas masas metamórficas, en las formaciones sedimentarias, y en fin en toda clase de rocas, sea cual fuere su estado de agregacion molecular.

En todas las alturas conocidas sobre el nivel del mar se descubren despojos de animales y vegetales.

Lyell dice, que se hallan á las alturas de 2440 metros en los Alpes, á 2,745 metros en los Pirineos, á cerca de 4,000 metros en los Andes, y á 4,575 metros en el Himalaya.

Las conchas son univalvas ó bivalbas, unas corresponden á séres, que vivieron en agua dulce, y otras en agua salada: deduciéndose, que las capas antiguamente depositadas lo fueron en el fondo del mar, ó en los lagos ó ríos.

Estudiando las relaciones de sobreposicion en las diversas capas, que constituyen todos los terrenos sedimentarios, se presentan á nuestro exámen creaciones enteras de animales y vegetales característicos de cada formacion, y mas ó menos relacionados con los actuales.

Cada vez que la fuerza expansiva del núcleo del globo se significaba por medio de un levantamiento de cadenas de montañas, desaparecía la creacion viviente, que á la sazón existía, cediendo su puesto á otra nueva con distinta organizacion, acomodada á las nuevas condiciones de vitalidad que en su virtud resultaban, quedande no obstante algunos de estos individuos vivos entre las nuevas creaciones, para significar de este modo sus transiciones manifiestas. Estos levantamientos han sido en bastante número; se han verificado en épocas diversas: cada vez que ha tenido lugar uno de estos fenómenos geológicos, ha cambiado la faz del globo terrestre, juntamente con la creacion orgánica, que lo poblaba; y de transicion en transicion se han ido modificando los séres vivientes hasta llegar á la organizacion actual, conservando con mucha frecuencia en la corteza terrestre gravadas las señales características de sus tejidos, desus órganos, y de su forma, ó cuando menos las huellas de su existencia.

En las capas liásicas de Lime-Regis se ha encontrado una jibia en completo estado de perfeccion, en

otras partes han sido reconocidas señales, que demuestran el paso de reptiles y aves, impresiones de conchas etc.

Bajo dos formas distintas se puede hacer el exámen fósil del reino orgánico, á saber, *morfológico* y *geológico*. La primera estudia su parte anatómica y fisiológica; y la segunda la geológica, esto es estudiando las relaciones de los fósiles con las capas sedimentarias en que se hallan, y fijando su edad relativa.

En el estudio de la morfología se han comparado, aunque lijamente, los animales fósiles con los actuales, pretendiendo por este exámen, distinguir las especies actualmente vivas, de las que han desaparecido de la superficie terrestre.

Camper ha hecho aplicacion de la anatomía comparada con los esqueletos fósiles de los animales vertebrados ú osteozoos, y ha podido distinguir la diferencia manifiesta, que entre ellos existe, estableciendo de este modo el orden de sucesion, con la edad relativa de los terrenos en que se hallan.

Hace tiempo, que dominó la opinion, de que la formacion de los fósiles tanto minerales como vegetales fué producida por el diluvio universal. Este fenómeno tuvo el carácter de una inundacion pasajera, por el cual la superficie de la tierra fué momentáneamente cubierta por las aguas, que abandonaron porciones de limo, arena y cantos rodados, mezclados todos confusamente con conchas.

Las capas ó sedimentos, que en su espesor se hallan estas conchas no constituyen depósitos superficiales, sino masas sedimentarias, que en algunas partes tienen un grueso considerable, midiendo muchos méetros cuyas masas forman la corteza terrestre. Estos lechos contienen respectivamente sus espacios peculiares de animales y plantas fósiles, que si pertenecen á formaciones antiguas son completamente dis-

tintas de las especies actualmente vivas, y si corresponden á creaciones modernas son bastante parecidas á las actuales, siendo iguales en un todo, cuando el terreno en que se hallan, es de los mas recientes. En unas capas se encuentran corales, en otras muchas conchas, algunas tienen plantas convertidas en carbon, unas pocas fósiles de organizacion muy diferente de la actual y en escaso número, mientras que algunas están del todo faltas de fósiles. El estudio de estas capas fósilíferas pone de manifiesto, que unas se han formado en el seno del mar, al paso que otras en el fondo de los lagos.

Fácilmente se comprende, que fenómenos tan distintos unos de otros, reconozcan causas diferentes entre sí. Una inundacion por enérgica que sea, si es de poca duracion, no es suficiente para constituir estratos ó lechos de notable estension y espesor, formados de rocas de naturaleza química muy variada, y de fósiles animales y vegetales distintos en su organizacion y forma.

Una inundacion pasajera como la que produjo el cataclismo llamado diluvio universal, no podía reunir en las várias y distintas tongadas, que constituyen una misma cuenca, depósitos cuyos elementos estuviesen disueltos en las aguas del mar, mezclados é intercalados con otros acarreados por las aguas dulces, y precipitados en lagos formados por la reunion de sus aguas.

En toda clase de inundaciones violentas, los depósitos ó sedimentos se precipitan en confusion, y cuando la velocidad del movimiento de las aguas disminuye lo suficiente, para que los materiales, que arrastran se reunan en su fondo, en virtud de las leyes de la pesantez, se forman lechos ó estratos, admitiendo en su espesor los restos orgánicos, que acompañaban á los espesados materiales.

La presencia de fósiles en todas las alturas, y en

todas las profundidades podría explicarse por una inundacion pasajera, admitiendo hipótesis algo violentas; pero no se prestan á iguales suposiciones los fósiles, que se encuentran dentro de las rocas mas compactas, ni la transformacion de cuerpos organizados animales ó vegetales en silicatos ó carbonatos cálcicos. Además los fósiles arrastrados enérgica y confusamente por las aguas, y trasportados de largas distancias presentan sus esqueletos quebrantados y gastados.

Los huesos de elefantes y rinocerontes encontrados en la Siberia están perfectamente conservados, nada han padecido en su estado y en su forma; y no es de suponer, que hayan sido trasportados de países muy distantes del punto espresado. Este estado de conservacion induce á sospechar, que estos animales vivieron en los sitios, en que se hallan, y los terrenos en que están, se han ido depositando paulatinamente.

Las conchas que se encuentran en el interior de las rocas, se conservan tan perfectas y completas, que nada han perdido de sus ángulos ni espinas. formando grupos de unas mismas especies, lo cual supone, que ocuparon estos sitios sin violencia alguna, y que los sedimentos de que están cubiertas, se depositaron lentamente, y empleando mucho tiempo. Si hubiesen sido arrojadas por las olas, estarían fracturadas y divididas por el choque, ó el rozamiento con las rocas, y amontonadas al mismo tiempo confusamente sus especies sin orden alguno.

Las plantas fósiles se encuentran tendidas en toda su longitud, cual si la mano del hombre las hubiese colocado, y no confusamente mutiladas, como deberían resultar si su fosilificacion hubiese sido efecto de sacudidas y catástrofes precipitadas. El estado, pues en que se hallan, indica, que fueron depositándose poco á poco en un suelo blando, que despues

adquirió cohesión y solidez, conservándolas en su interior.

Justifica también, que la formación de los terrenos con los restos orgánicos que contienen, han sido producidos por la deposición pacífica en el fondo de los mares de las materias arrastradas por las aguas, la uniforme disposición de las capas horizontales, formando terrenos de una extensión considerable, muchos de ellos separados por valles y montes.

La igualdad de estas formaciones es tan manifiesta, que es preciso admitir, que fueron constituidas al mismo tiempo, y bajo las mismas circunstancias, pero antes del cataclismo geológico que produjo su separación.

Finalmente la reunión de fósiles en los lechos ó capas, en que se encuentran ha debido verificarse con mucha lentitud, empleando al efecto muchísimo tiempo. En muchas partes se encuentran conchas, que la observación pone de manifiesto, que vivieron en el sitio, en que posteriormente fueron cubiertas por los depósitos, lo cual indica, que el molusco estaba libre de sedimentos, cuando dejó de existir. Prueba evidente de esto, es la circunstancia de hallarse en el interior de ciertas ostras, serpulos y polipos en estado fósil. Se comprende, que el molusco debió estar envuelto por agua clara y libre de cuerpos, que empañasen su diaphanidad, todo el tiempo que los espresados polipos necesitaron para desarrollarse, admitiendo, que penetraron en estado de embrión.

En algunos puntos se han encontrado erizos de mar con conchas adheridas al exterior, significando este fenómeno el largo período de tiempo, que han permanecido en el fondo del agua. Esta agua debió estar tranquila, toda vez que los erizos de mar se conservan perfectamente cubiertos de espinas, con las que ejecutan sus movimientos, y en su parte exterior hayan podido desarrollarse los espresados moluscos.

Del propio modo se encuentran serpulos adheridos en la superficie lisa de los erizos de mar, lo cual indica, que cuando tuvo lugar este accidente, estaban muertos, toda vez que habia trascurrido el tiempo suficiente, para que sus espinas desapareciesen, se desarrollasen sobre ellos los serpulos indicados, antes de ser cubiertos por los sedimentos.

Los restos de animales marítimos fosilificados, acumulados en tan grandes cantidades en ciertos continentes, demuestran la tranquilidad que tendría el agua del mar, durante el largo periodo de tiempo que necesitaron al efecto, y que de ningun modo obedecieron á fenómenos tumultuosos, transitorios, ni de corta duracion. El mar debió permanecer por mucho tiempo tranquilo, cubriendo la mayor parte de la superficie terrestre, despues de constituidas las primeras formaciones. Los depósitos que se acumulaban en su fondo, se reunieron lenta y sucesivamente, produciendo la larga série de formaciones fosilíferas tan poderosas y variadas.

Los fósiles de estas formaciones pertenecen á distintas generaciones, que á medida, que han ido desapareciendo de la superficie del globo, han sido reemplazadas por otras, que á su vez manifiestan modificaciones importantes en su forma y en su organismo. Desde los primeros animales fósiles, que aparecen embutidos en las diferentes y multiplicadas capas de la corteza terrestre, hasta los últimos que se hallan en las formaciones mas recientes, han existido y desaparecido sus respectivas especies y géneros, sin quedar vivo ni un solo individuo, que atestigüe su existencia en los distintos períodos de reposo y de revolucion, porque ha pasado el globo terrestre, desde que tomó la forma elipsoidal.

Los terrenos primitivos formados por las capas sedimentarias mas antiguas, aunque alteradas por la accion de las rocas eruptivas, dan ha conocer la crea-

cion orgánica, animal y vegetal, los primeros por individuos pertenecientes á los cuatro tipos zoológicos, y los segundos por plantas del último grupo.

Todos estos seres presentan la organizacion propia, de los que viven en el fondo de los mares, poniendo de manifesto esta circunstancia, que los seres vivientes pueden satisfacer mejor sus necesidades dentro del agua, que en el aire, no obstante de tener este mayor cantidad de principios vitales.

La organizacion de los animales y vegetales acuáticos no necesita ser muy complicada para conservar la vida, porque destinados á permanecer en un líquido de densidad poco diferente entre sí, ponen sus órganos con sus formas propias á la accion de los fluidos vivificadores, los que se aplastarian, si el fluido en que viviesen tuviese la densidad del aire cuya resistencia es menor.

La vida acuática está menos espuesta á los accidentes, que originan las vicisitudes atmosféricas, y siendo mas fácil determinar la posibilidad, de que en su seno tuviese origen la creacion orgánica.

Las capas sedimentarias mas antiguas propias de la formacion Cambriana presentan fósiles de vegetales criptogamos, como los fucus, y de animales zoofitos, como los graffolitos, *polipos*, y las encrinas, *equinodermios*, pudiendo considerarse como los primeros seres de la creacion,

En la formacion Siuriana el número de fucus aumenta sin salir del mismo género, no obstante sus especies son muy distintas de las que existen en la actualidad.

En la fauna de este período se cuentan esponjas, *espongiarios*, y polipos de polipero petreo, algo análogos á los que se hallan en los trópicos, pero siempre de géneros y especies diferentes.

Del grupo de los moluscos son los espirifer, *productus*, *acefalos*, y ortoceratitas, *cefalopodos*. Ade-

más de las encrinas espresadas, se hallan fósiles de animales articulados como las trilobitas del género *ogigia*, *crustaceos*, algo parecidos á grandes cloportes, con el cuerpo dividido en lobulos por surcos longitudinales.

La formacion devoniana está caracterizada por ciertos fragmentos fósiles del género *pterichys*, y varios ortoceratitas todos moluscos cefalopodos, Sobre sale entre todos los fósiles de esta creacion un pez de forma estraña *cefalapsis*, *vertebrados*, por su cabeza parecida á un escudo ó rodela.

Figuran tambien en esta formacion los goniotitas, del género *ammonites*, *cefalopodos*.

En esta época, además de los fucus espresados terciaban tambien, aunque en escaso número, otras criptógamas de las familias de las licopodiaceas, equisetaceas y helechos, algunos de notable talla. Favorecian su desarrollo la temperatura, que la corteza del globo tenia, junto con la atmósfera, que á la vez contenía considerable cantidad de ácido carbónico, tan útil para el rápido crecimiento de las plantas.

La flora del período de la ulla no deja de ser importante, porque á su excesivo crecimiento son debidos los materiales del carbon de piedra. En el piso superior abundan fósiles de monocotiledóneas, palmeras y yucas; tambien dicotiledóneas gimnospermeas, cicadeas y coníferas del género *araucaria*, terciando estos vegetales con las criptógamas del periodo primario, algas, licopodias, equisetos y helechos, pero desarrolladas con asombro.

Estos vegetales al principio de su aparicion fueron pocos, pero en el terreno carbonífero se han encontrado mas de veinte especies de equisetos, ochenta licopodias, y doscientos helechos, habiendo actualmente descritas sobre cuatrocientas especies. Las mas importantes son las calamitas, y licopodias arborecentes, los lepidodendros escamosos, las sigilarias de veinte y

dos metros de longitud, que á veces están de pié con sus correspondientes raíces, las estigmarias semejantes á las compuestas del género *cynarus*, infinitos helechos, las cicadeas y palmeras en menor número que los anteriores, las asterofilias parecidas á las naya-des, y las coníferas idénticas á los pinos del género *araucaria*.

Esta flora de formas colosales en todas partes, está convertida en ulla, presenta notable uniformidad en los géneros, encontrándose alguna diferencia en las especies. Este período contiene vegetales análogos á los actuales, formando transiciones importantes. Según Sindley y Hutton los lepidodendros se interponen entre las coníferas y las licopodias: las cicadeas entre las sagenarias y lepidodendros. Las coníferas son muy afines á las amentaceas y cicadeas, no obstante de que su aspecto exterior es parecido á las palmeras.

En los lechos del terreno carbonífero están dispuestos los vegetales, con cierto orden científico, que admira observar las licopodias y vários helechos formando una capa, otra las estigmarias y sigilarias, y así sucesivamente, siendo muchas veces las capas compuestas de plantas iguales ó afines.

El sorprendente desarrollo de los vegetales de esta formación se demuestra examinando los ciento veinte lechos de ulla sobrepuestos en las minas de Saarbruck, y los importantes de Escocia y de Borgoña, siendo algunos de doce á diez y ocho metros de potencia, habiendo otros, que solo tienen un pié

Los árboles que actualmente viven en las zonas templadas, cubriendo una superficie dada, y en el espacio de un siglo, apenas formarían una capa de ulla, que no llegaría á un pié de espesor.

Las corrientes de las aguas han contribuido poderosamente á la acumulacion de estas masas enormes de troncos de árboles gigantescos, que mediante la

accion del ácido sulfúrico, salido acaso del núcleo, y la humedad que debieron conservar concluirían con carbonizarse. Esta teoría de Goeppert, dá á conocer, que el carbon de piedra no procede de vegetales carbonizados por el calor. Mas si se tiene en cuenta que en contacto de la ulla se encuentra carbonato cálcico y no sulfato de la misma base, se comprenderá que es inaceptable la opinion de este aventajado geólogo.

Junto al mar glacial, y á la desembocadura del Misisipi han sido hallados enormes montones de troncos, de árboles arrastrados por las corrientes de los rios y del mar, formando las montañas de madera fósil descritas por el almirante Wrangel.

Esta observacion demuestra, que los lechos de ulla han sido producidos por masas considerables de troncos, que en la antigüedad debieron reunirse en distintos sitios formando estos depósitos, asociándose además otros de esta formacion.

La fauna carbonífera ha puesto de manifiesto, que al terminar el período primario, desaparecieron las trilobitas, y al concluir la arenisca roja permiana los ortoceratitas. En estos terrenos son muy abundantes las especies fósiles de peces, sobre todo en los lechos superiores. En la caliza de esta formacion no son escasos los fósiles de polipos y de moluscos marítimos y de agua dulce. En este periodo los insectos fueron por primera vez observados en estado fósil. Los gorgojos, *curculio*, y los neuropteros son del todo distintos de los actuales: los escorpiones, *aragnidos*, se diferencian de los actuales por tener mayor número de ojos, finalmente enormes peces, algo parecidos á los reptiles por tener el cuerpo cubierto de grandes chapas óseas.

En la formacion permiana es importante la presencia de fósiles como el monitor y el plesosauro, *reptiles*, así como haber reconocido huellas de pisadas de tortugas, y de aves zancudas, llamudas por Nitchoch

ornitinitos observados por primera vez en el gres rojo de América.

En la caliza magnesiaua han sido encontrados abundantes despojos de fucus, de zoofitos, moluscos y peces, de especies diferentes á las anteriores y á las actuales.

En el lecho inferior del terreno triásico, *arenisca abigarrada*, es verosímil, que la tierra estuviese favorecida por una vegetación frondosa y abundante, como en el período de la ulla, pero formada de especies diferentes. Algunos autores suponen haber sido hallados tres especies de didelfos, *mamíferos marsupiales* en esta formación.

En la caliza conchífera abundan fósiles de conchas, á la vez que ammonitas, terebratulas, ostras, todas *moluscos*, ceratitas, belemnitas, estrellas de mar, *zoolitos*, langostas *crustaceos*, y reptiles *vertebrados*, como el plesiosauro, ychtiosauro, fitosauro, dracosauero etc.

Hasta la época jurásica la tierra estuvo habitada por animales inferiores de los grupos de los zoófitos, y moluscos, y además algunos reptiles y peces correspondientes á las últimas clases de los superiores. La fauna de este periodo ofrece ser de las mas importantes; está caracterizada por muchos individuos de un desarrollo orgánico notable, de forma raras, y de clases de los reptiles. Todo indica, que en esta época alcanzaron estos animales su perfeccion organica.

En las capas inferiores de la caliza liasica se halla el plagiostomo, el grifeo arqueado en las medias; y las belemnitas y yrietes en las superiores.

La formación jurásica es notable por los grandes cocodrilos, gaviales, teleosauro, reptiles todos del tamaño de las actuales ballenas; por geosauros, *lacerata gigantea Scenmering*, megalosauros, y siete especies de pterodactylos, animales de forma tan estraña, que á la disposición de sus estremidades les era permitido volar.



En la formacion oolitica no existen conchas del género gryfea, pero no faltan las tortugas, *reptiles*. de gran tamaño. Los mares de esta época estaban habitados por un número crecido de ammonitas, de belemnitas, de especies particulares y distintas de las anteriores y de otros moluscos, además por crustáceos parecidos á los actuales cabrajos y finalmente por encrinas, estrellas de mar y otros zoofitos.

No faltan en este período despojos de insectos y huesos de aves en estado fósil, y cerca de Oxford *Inglaterra*, se ha hallado un fracmento de la mandíbula inferior de un marsupial llamado tilacoterio por Prevost.

Los fósiles del terreno cretáceo dan á conocer, que la creacion orgánica habia experimentado importantes modificaciones. La presencia de polipos, equinodermios, moluscos y peces esplica, que estos animales no habian desaparecido de la superficie del globo, pudiendo llegar hasta la época actual, si bien ajustando su organizacion al sello de las nuevas condiciones vitales.

En las mismas épocas, y en zonas muy distantes entre sí han poblado las aguas moluscos idénticos á los fósiles de Europa. Buch ha hallado exoginos y trigonios en el volcán de Himalaya, y de Cuth en la India, que son de la misma especie que las del antiguo mar jurásico de Francia y Alemania.

Los reptiles del período cretáceo alcanzaron tan colosales proporciones como sus predecesores, p. ej. el cocodrilo de Meudon; pero el mas notable de todos es el mososauro de Conybeare, cocodrilo de Maestricht con estremidades dispuestas en forma de remos como los ychtiosauros, el plesiosauro cuya longitud debió ser de nueve méetros, y el higuanon algo parecido á las higuanas actuales de talla gigantesca, pues se cree que su cuerpo sería de veinte y ocho méetros de largo.

En la formacion Wealdiana abundan los fósiles pertenecientes á paludinas, unios, neritinas, cicladeas etc. y depósitos considerables de lignitos. Es notable esta formacion por ser de agua dulce, intercalada entre dos de agua salada.

La mayor parte de los vegetales del período carbonífero han ido poco á poco desapareciendo de la superficie del globo, cediendo su lugar á especies nuevas, y en mayor número. En el terreno del trias, solo se hallan ciertas coníferas, y de estas últimas cicadeas se han reconocido hasta veinte especies muy desarrolladas, continuando en las margas irisadas, que forman el piso superior triásico, y en la formacion jurásica.

Estas plantas y los pterophyllum se encuentran tambien en el período cretáceo, terciando con criptógamas terrestres, palmeras y arbustos tropicales, constituyendo los lignitos. En el terreno terciario las cicadeas son inferiores á las coníferas y palmeras, produciendo los lignitos, que contiene cada uno de los sistemas de esta formacion.

La flora de este período es muy parecida á la actual. Los pinos, pinabetes, arces y álamos se presentan sin alteracion alguna. Los troncos de plantas dicotiledóneas convertidos en lignitos, se distinguen muchas veces por sus grandes dimensiones y por su edad.

Junto á Bona, Mr. Noeggerath contó en uno de estos troncos setecientos noventa y dos anillos, y próximo á Abevilla, en las minas de carbon de piedra del Soma se ha encontrado un pino cuyo diámetro mide quince metros.

Goepper ha hecho importantes estudios y experiencias en esta materia, para resolver el origen del succino ó ambar amarillo. En los terrenos secundarios existía un vegetal parecido á los actuales pinabetes llamado árbol del ambar, *pinites succifer*, de

condicion resinosa, mas que cualquiera de las actuales coníferas. La resina estaba en todo el tronco, tanto en su parte leñosa, como en la cortical, que el microscopio dió á conocer.

Restos de vegetales embutidos en el ambar estaban asociados á flores diclines de amentaceas y coníferas. Los restos de thuyas, de cipreses, de ephedras, y de castanea vesca, asociados con otros de pinabetes y enebros, ponen de manifiesto una vejetacion diferente, de la que actualmente se halla en el litoral de los mares Báltico, Mediterráneo y mar del Norte.

El terreno cretáceo superior presenta tambien sus fósiles especiales, como la ostra inchada, el inoceramio, y el anaquita ovalado. Los zoofitos mas importantes son los corales, las estrellas de mar, las esponjas y los alcionos: y entre los moluscos los esferolitos, nummulites, miliolitas, craneas, baculitas, trigonias etc.

En la época terciaria aumentó considerablemente la creacion orgánica. Los vegetales, que en estado fósil se encuentran son completamente distintos de los de las formaciones anteriores. En este período abundan notablemente restos de dicotiledóneos, siendo menos frecuentes los monocotiledóneos.

Las coníferas de esta formacion son distintas de las de la época carbonifera, faltando por completo todas las plantas de este sistema en los terrenos terciarios. En Alemania é Italia estas coníferas se han convertido en lignitos, y los abundantes despojos de plantas dicotiledóneas bastante parecidas á las actuales, y además muchas palmeras, que corresponden á las monocotiledóneas han suministrado madera fósil en cantidad crecida.

Los restos fósiles de animales en esta formacion son tan numerosos y variados, que ponen de manifiesto la existencia de muchos seres zoológicos diferentes de los

de las épocas anteriores. Abundan de un modo asombroso las conchas marítimas, fluviátiles y terrestres, insectos muy notables, peces de agua dulce, y de agua salada, estos últimos en cantidad tan crecida, que forman masas inmensas, y finalmente reptiles, aves y mamíferos.

En esta época se han efectuado gradualmente grandes variaciones en los tipos generales de la vida orgánica, fenómenos admirables, presagiados ya por Cuvier, y que han sido la base de importantes resultados.

Agassiz ha examinado mil setecientas especies de peces fósiles, y opina, que son ocho mil el número de las conocidas, sin que ninguno sea idéntico á los actualmente vivos: si se exceptua uno sacado en las geodas arcillosas de la Groenlandia.

Tan crecido número de peces pertenecen á las formaciones primitivas, secundarias y terciarias; la tercera parte de los fósiles hallados en la caliza grosera y arcilla plástica de Londres, corresponden á géneros extinguidos, debajo de la creta no se ha encontrado ni un solo género de los peces actualmente vivos.

Los peces con escamas esmaltadas parecidos á los reptiles cuyo tránsito forman, principiaron á notarse en el grupo carbonífero, llegando á multiplicarse de un modo asombroso; siguen encontrándose en la creta, en cuyos terrenos han sido estudiados dos especies, los lepidosteos y polipteros, que hoy viven en el Nilo, y en ciertos rios de América, presentando la misma relacion, que los actuales elefantes ó tapires, con los mastodontes y anaploterios del período terciario.

En las tongadas de la formación cretácea descansan dos especies de peces con escamas esmaltadas, llamados *sauroides*; también se encuentran reptiles de talla colosal, y una multitud de conchas y corales; abundan extraordinariamente los politalamos microscópicos,

muchos de ellos viven en la actualidad en el Mediterráneo, Báltico y mar del Norte, siempre en las latitudes medias.

En este período se presentan muchos animales de sangre caliente, sospechando haberse encontrado algunos individuos en las formaciones anteriores.

No cabe duda por cuanto queda manifestado que la creación orgánica tuvo origen en el fondo de los mares, y que las modificaciones que sucesivamente vá presentando la organización, ha tenido lugar siempre dentro del agua. Este hecho queda justificado, toda vez que los mamíferos marítimos con sus variados géneros y especies han precedido á los terrestres, abundando los herbívoros en las capas inferiores y los carnívoros en las superiores.

Las conchas fósiles de los terrenos terciarios son tan numerosas, que Mr. Deshayes las eleva á la cifra de tres mil, habiendo sido comparadas aproximadamente con cinco mil de las especies actuales.

Los depósitos de estos terrenos inferiores tienen el tres y medio por ciento de conchas fósiles idénticas á especies recientes: el terciario medio sube al diez y siete por ciento: los superiores están en la proporción de treinta y cinco al cincuenta por ciento, y finalmente en los terrenos diluvianos alcanza del noventa al noventa y cinco por ciento.

Las conchas fluviátiles ó terrestres son los lymnos, planorbes, paludinas, neritinas, unios, melanias, menalapsidas, helix, etc. Las marítimas son las ceritas, troques, turrilitas, olivas, husos, peñascos, dentarias, neritas, ostras, bucardas, coquinas, arcas, citereas, venus, crasatelas etc., solo en la caliza gruesa se han contado mas de mil doscientos.

Los peces y reptiles de este período pasan de tres mil especies. Estos últimos son distintos de los anteriores, acercándose á los actuales, tales son los cocodrilos, tortugas, ranas y salamandras. Los peces de

agua dulce abundan en esta formacion, y en union con los marítimos caracterizan estos terrenos.

Cerca de Verona se hallan en gran cantidad fósiles de peces, teniendo algunos mas de un métro de lonjitud. Generalmente descansan de lado, sin presentar contorsion alguna, acaso murieron á causa de un fenómeno geológico tan instantáneo, como parece lo indica el haberse hallado uno de estos individuos, que indudablemente debería morir en el acto mismo de ser tragado por otro. Este ejemplar se conserva en el museo de historia natural de París. Junto á Verona Mr. Blainville ha determinado setenta y tres especies de peces marítimos fósiles, muchos de ellos tienen hoy sus equivalentes en el Mediterráneo.

Durante mucho tiempo se ha puesto en duda la existencia de huesos fósiles de aves en la formacion terciaria; pero está probado, que han sido hallados en várias calizas groseras, y en particular en las masas yesosas de los alrededores de París. Las especies son el buho, alondra, codorniz, becada, bucardo, chorlito, ibis, pelicano, cormoran, etc. En algunos puntos se han encontrado tambien huevos de aves en perfecto estado de conservacion.

Los mamíferos acuáticos se hallan en las formaciones mas antiguas del período terciario, y son los lamentinos, hiperodones, focas, delfines y ballenas; los dos primeros no existen en la actualidad, ni sus equivalentes. Tampoco se conocen en el dia las diez especies de paleothœriums, tres de anaplotheriums, el gíforonte, diacobuno, las doce especies liofidos, el que-ropotamo ó cerdo de rio, el adapis, cinco especies, que han vivido en el terreno terciario, y que en la actualidad han desaparecido por completo.

Tambien presenta la formacion terciaria superior animales fósiles, cuyos análogos no existen en la superficie del globo, en particular las seis especies de mastodontes; pero hay muchos, que sus idénticos vi-

ven hoy dia, como los elefantes, rinocerontes, hipopotamos, toros, caballos, ciervos, hienas, osos, monos, etc. todos de especies distintas de las actuales.

Despues de indicados los infinitos fósiles pertenecientes al terreno terciario en sus tres sistemas sigue el llamado diluvium, el cual ha sido formado por depósitos precipitados en el fondo de aguas tranquilas, sino en virtud de un fenómeno eruptivo instantáneo y tumultuoso, compuesto en su mayor parte de sedimentos movedizos de tierra, arenas y cantos rodados, mezclados en completa confusion con despojos de cuerpos organizados.

Estos depósitos han sido formados en una misma época, se encuentran en sitios altos y bajos, y en latitudes diferentes. Se estienden por inmensas llanuras, ó formando colinas mas ó menos redondeadas, de espesor muy variable, desde algunos metros, hasta quinientos metros, como se observa en el valle del Pó en el Loyre, *Francia*. En todas partes estos terrenos ocupan las mismas posiciones, acumulándose en los valles, al pié de las montañas, formando una ligera capa, estendiéndose horizontalmente en forma estratificada, imitando las capas de los terrenos antiguos.

Los vegetales y los animales fósiles de esta época son muy parecidos á los actuales. Las conchas son casi idénticas á las que se crian en nuestros mares, con la circunstancia de que algunos de estos seres orgánicos han vivido en las mismas latitudes, que en la actualidad se encuentran. Los depósitos mas célebres están en Suecia, Niza, Chile, Perú, las Antillas y el Spitzberg; algunos se elevan hasta ciento cincuenta metros del nivel del mar, pero el término medio de su altitud es de sesenta á setenta metros.

En todas las latitudes y altitudes se hallan gran número de conchas mutiladas, cubiertas de arena, formando los depósitos de casquijo conchudos.

En las formaciones diluvianas han sido observa-

dos algunos mamíferos desconocidos actualmente, como el colosal tapir, que mide seis metros de largo y cuatro de alto, cinco especies de rinocerontes, dos de ellos de talla gigantesca hallados en Siberia, el elamosterio, el mericoterio, el grande elefante mammut, propio de los países fríos y templados, seis especies de mastodontes, y los colosales desdentados, el megalonix y el megaterio.

Han sido hallados también en estos terrenos, animales fósiles cuyos géneros viven en la actualidad, como el grande hipopotamo, varias especies de ciervos algunos con cuernos del largo de cinco pies, tres especies de toros; el caballo, el javalí, varias especies de osos, y otras fieras, debiendo advertir, que en Rusia se hallan animales enteros como el elefante mammut, el rinoceronte etc.

También se han encontrado fósiles en las hendiduras de las rocas, en grietas llenas de cemento rojo, llamadas brechas huesosas, y en el interior de cavernas, que comunican con el suelo, y han sido ocupadas por sedimentos arrastrados por las aguas.

Estos fósiles unos corresponden á especies, que hoy no existen, y otros á animales actualmente vivos. Estas brechas están junto al Mediterráneo, han sido reconocidas en Antives, Cete, Corcega, Dalmacia, Gibraltar, Málaga, Niza, Cerdeña, Sicilia y otras muchas.

La mayor parte de los huesos embutidos en estas brechas, pertenecen á animales actualmente vivos, como hipopotamos, javalíes, cerdos, camellos, búfalos, cabras, renos, corsos, lobos, toros, rinocerontes, ciervos, carneros, caballos, asnos, conejos, liebres, zorros, jinetas, tejones, ratas, ardillas, castores, marmatas, campañoles, perros, gatos, topos, cuervos, alondras, gansos, patos, palomos, gallos, perdices etc.

Solamente en las brechas de Dalmacia y Sajonia, han sido hallados huesos humanos mezclados con los

de ciervos, rinocerontes etc., y fragmentos de obras de alfarería vasta.

Las cavernas de huesos son cavidades subterráneas de mas ó menos estension, y provistas de formas concrecionadas. En la Carniola existe una cueva, que tiene varias habitaciones, que se comunican entre sí, y ocupan un espacio de tres leguas de longitud. En el suelo con frecuencia se encuentran restos de animales conocidos, mezclados con arena, arcillas, ó incrustaciones calizas.

Estos animales ante-diluvianos son el megalonix, que pertenece á los desdentados, el grande elefante, tres especies del oso grande, dos de panteras, hienas, leones y tigres de colosales dimensiones.

Las mas célebres de estas cavernas son las de Alemania, Inglaterra, Bélgica, las del Mediodia de Francia y de España, esta última en los Cantales junto á Málaga.

La organizacion tanto animal como vegetal ha sufrido los cataclismos geológicos, que en varios intervalos de diferente duracion se han sucedido, produciendo la instantánea destruccion de tanto ser viviente, algunos de gigantescas dimensiones.

Desde la época primaria, se hecha de ver la importante circunstancia, de que la organizacion ha presentado siempre los mismos tipos, que la ciencia admite para el estudio de un número tan crecido de seres, tanto en estado fósil como vivos, que en todos tiempos han dado vida y organizacion al globo terrestre.

Sube de punto el interés de esta observacion, si nos fijamos en la grande analogía, que presenta la fauna de la América del Sur, y la de las tierras australes, con indígenas de nuestra época, agregando las especies estinguidas.

En la nueva Holanda han sido hallados restos fósiles de Kangurós, en la Nueva Zelandia el esquele-

to de una ave *dinodormis* de Owen, de notable volumen y parecido al avestruz, y en la isla Rodriguez otra especie de ave llamada *Oronte*, el único ejemplar sin disputa, de que se tiene conocimiento.

DE LA VIDA.

Estudiado el Universo bajo su aspecto físico, toca ahora describirlo bajo su aspecto moral, ocupándonos de la vida de los seres, que lo habitan.

Este universo se ha presentado á nuestra consideracion en su estado real, con los elementos que forman su individualidad, poblando su superficie seres de diferentes especies, y distintos entre sí por su estructura y por sus funciones; unos formados de partes similares y otros de partes disimilares, y completamente relacionadas entre sí por la fuerza de la vida, la cual es inherente á la sustancia misma del mundo.

Esta fuerza es exclusiva de la materia organizada, los simples elementos de que esta se compone, pasan del reino inorgánico al orgánico, de modo que la materia toda es susceptible de tomar forma organizada; sirviendo para la composicion de los diferentes organismos.

Los elementos que constituyen los cuerpos inorgánicos son los mismos, que concurren á formar los cuerpos organizados, todos en último análisis idénticos á los sacados de la corteza terrestre. Estos elementos obedecen las mismas leyes, que la materia inerte, en sus evoluciones ceden á la accion de las fuerzas vitales, tomando formas determinadas y distintas de las de los cuerpos inorgánicos.

La materia en su estado típico ó atómico interpuesta en un líquido posee un movimiento oscilatorio continuo, uniforme y rápido. Si es de condicion inorgánica y obedece libremente á su fuerza de cohesion toma una forma cristalina y especial para cada mineral.

Esta misma materia, organizada en celdillas ocupadas por sustancias líquidas y sólidas, de carácter microscópico constituye la materia orgánica. Su forma es comparable á ligeros copos desprovistos de estructura, en sus evoluciones cede á influencias especiales y características de cada especie viviente, cuya figura toma.

La vida cambia de forma segun se manifiestan las fuerzas, que la hacen aparecer, pero no queda eternamente latente en los elementos de la materia. Es infinita la variedad, que presentan en su estructura, funciones y organizacion los séres, que surcan los aires, los que se arrastran por la superficie del suelo, los que atraviesan las aguas de los mares, ó los que pasan su vida en los bosques y sobre los continentes.

Los grados de la escala de la vida son muy variados, principió por infusorios microscópicos, y graftolitos, y concluyó con el hombre.

Si comparamos las diferentes especies de animales, que pertenecen á los grupos de los Osteozoos (*Vertebrados*), Entomozoos (*Anillados*), Malacozoos (*Moluscos*) y Fitozoos (*Zoófitos ó radiarios*) se observan las diferencias propias de su organizacion, y las de los centros en que deben vivir. Si á la vez se examina el número incalculable de especies vegetales, que adornan la superficie de la tierra, reconocerémos la prodigiosa fecundidad de la naturaleza, que ha operado en cada átomo de la materia. Es posible, que la creacion haya sido idéntica para todos los séres de la Tierra; que su organizacion obedezca un mismo principio, y que se identifique al centro vital, que alimenta la superficie de la Tierra.

Cualquier otro centro vital llenaría las mismas funciones, que el nuestro, aunque estuviese formado de elementos heterogéneos sin relacion alguna con los que forman el aire atmosférico; y así en cada mundo todo ser está organizado, conforme á su centro vital, cualquiera que sea su naturaleza.

Para demostrarlo es preciso remontarnos á las épocas primitivas del globo, en que el calor interior, y la poca estabilidad de su superficie eran inconvenientes á la existencia de los animales y de los vegetales actuales; la vida que correspondia á aquella época se desarrolló de un modo prodijioso. La atmósfera estaba cargada de ácido carbónico, que se desprendía del suelo primitivo, y arrojaban los volcánes: oponiéndose este ácido al desarrollo de la vida animal sobre la Tierra.

Estas condiciones eran propicias al desenvolvimiento de los vegetales, que se nutrieron con aquellos principios, absorbiéndolos en beneficio de la animalidad. Eran muy escasos los continentes, las aguas con raras escepciones cubrian la superficie del globo, el oxígeno tan necesario para la vida animal existía en corta cantidad en el aire cargado de ácido carbónico y de azoe; de suerte que los primeros seres tenían que ser acuáticos como los espresados fucus infusorios, graftolitos y encrinas.

Ni los trastornos que el globo sufría á consecuencia de la accion eruptiva de las fuerzas centrales, ni los levantamientos y hundimientos que á cada paso cambiaba la faz de la Tierra, produciendo inundaciones espantosas por el desbordamiento de las aguas de los mares, ni cuantos fenómenos geológicos se han venido sucediendo de diferente importancia, han sido bastantes á extinguir la vida, la que por otra parte se ha conservado, hasta ir paulatinamente perfeccionando el organismo con relacion á las condiciones, que rodeaban á los nuevos seres.

En los terrenos cenagosos se desarrollaron las cícadeas del diámetro de dos metros, y helechos arbóreos, que solo en la línea ecuatorial crecen hoy sus equivalentes, fundando la base del terreno carbonífero.

En la caliza primitiva y en los esquistos de Cumberland se presentaron los primeros representantes del reino animal ya indicados, á los que fueron seguidos de infusorios, animales que resisten 70° C de calor. Despues fueron cefalopodos y otros muchos animales microscópicos, que viven en medio de temperaturas elevadas, desarrollándose de tal suerte, que con sus despojos se han formado islas y montañas. Estos animales son tan pequeños, que en la estension de un centímetro se han reunido hasta el número de quince mil.

La sencillez orgánica de estos individuos estaba relacionada con las condiciones especiales, porque el globo pasaba, y á medida que estas se modificaban, era reformada á la vez la organizacion de los seres que lo poblaban. A estos individuos sucedieron otros vegetales y animales de complicada organizacion, cuya vitalidad era tan enérgica, que sus especies y variedades fueron refractarias á las modificaciones del suelo.

A esta época pertenecen los radiarios y los polipos de generacion escisípára, los articulados de fuerza vital muy tenaz, y los crustáceos de coselete resistente. Siguieron á estos individuos los saurios gigantes, los monstruosos pterodactilos, los colosales megalosauros, por cuya boca podia pasar un buey, y las iguanas de 28 metros de estension.

Desde la creacion de los primeros seres hasta la aparicion del hombre, infinito número de especies animales y vegetales se han sucedido en el globo, á medida que su superficie era trastornada, y su atmósfera modificada, cediendo su puesto á otros individuos

que á su vez experimentaron la misma suerte. Todo esto significa, que el poder creador es infinito, y que está vedado oponer obstáculos á la manifestacion de la vida, mientras no sea contraria á las leyes, que rigen al universo.

Haciendo rigurosa aplicacion de estos principios á los demás astros, es forzoso admitir la posibilidad de seres vivientes en los planetas y satélites, cuyas producciones acaso sean análogas, con las que viven en la tierra, no obstante de que sus condiciones vitales sean distintas de las del globo terrestre; de modo que estas especies acaso no les sería posible vivir entre nosotros.

Los naturalistas conceden á los animales el esclusivo privilegio del movimiento. Esta facultad obedece á ciertas condiciones, que los alejan completamente del carácter de universalidad.

Los botánicos admiten en el interior de los vegetales diversas corrientes propias de la savia en sus varias manifestaciones; tambien cuentan los que determinan los fenómenos endosmicos, los de la nutricion, crecimiento de las plantas, y los que ejecutan ciertos gases en el interior del organismo, y se comprenderá toda la importancia de las fuerzas, que actúan en la vida de los vegetales, en la apariencia tranquila.

La vida orgánica está estendida por todo el globo terrestre, y acaso repetimos en los demás astros, pero los organismos obedecen á las condiciones esenciales de existencia, que les rodea.

Está fuera de toda duda, que las especies orgánicas se han sucedido por derecho necesario, luchando en el campo de la vida segun la enerjía de su fuerza vital; las especies complicadas, triunfan de las sencillas y débiles, y los seres mas perfectos aventajan siempre los menos perfectos.

La fuerza de la vida en los animales mas sencillos

presenta una tenacidad ó resistencia asombrosa á su destruccion, y sus mutilaciones lejos de destruirlos aumentan su número.

Cerca de los polos, á los 78° latitud, en los residuos del hielo han sido hallados infusorios polygástricos síliceos con sus correspondientes ovarios de color verde: á la profundidad de 500 méetros en el golfo de Erebo se han sacado muchas especies de polygástricos síliceos, y de la *phytolitharia polythalamia*,

Desde los tiempos primitivos son infinitos los animales microscópicos, que se hallan en los mares, pero es tambien notable, que la mayor parte corresponden á la clase de los infusorios, especie polygástrico síliceo.

Los reactivos químicos son ineficaces para descubrir el ácido síliceo disuelto en las aguas del mar, no obstante de que existe en cantidades homeopáticas procedente del rozamiento del agua sobre las rocas cuarzosas, que hay en su fondo.

La presencia de infusorios en el agua no le priva su diafanidad; es incalculable el número de filamentos síliceos del género *chaetoceros*, que flotan en su masa.

Los polygástricos hallados en la isla de Dockburn se encuentran tambien diseminados por todo el globo, hallándose especies propias de las regiones polares.

Desde las épocas mas remotas, las especies vivientes vienen sucediéndose con asombrosa perfeccion; y la vida animal está tan profusamente estendida, que con el microscópio se distinguen séres tan diminutos, que Leuwenhœck ha descubierto en el agua comun millones de infusorios, que juntos no tenfan el volúmen de un grano de arena. Ehreuberg ha observado, que sobre estos infusorios microscópicos viven parásitos otros animales mas pequeños de la misma clase : una gota de agua puesta en un pedazo de cristal, colocado oblicuamente al foco de un microscopio

solar, aumentaba su diámetro hasta doce piés, y Herschell observó un número infinito de animales tan unidos, que formaban una masa compacta: en una pulgada de trípoli se encuentran cerca de dos millones de conchas ferruginosas fósiles; y en el polvo de la atmósfera se han descubierto millares de seres en distinto estado de vida.

Si estos ejemplos no bastasen á probar la profusion con que la vida animal se halla en el globo terrestre, agregaremos los millones de foraminíferas, que contiene una onza de creta sacada de las costas atlánticas; de polipos muy ramificados, que forman la mayor parte de las islas del archipiélago filipino, y esos millares en fin de animales y vegetales, que por sí solos han formado montañas, influyendo mas en la estructura y forma de la tierra, que los animales y vegetales de talla gigantesca.

En las profundidades del mar es tan multiplicada la vida, que cada gota de agua es un conjunto de polygástricos, ciclídios, ofridíneos, mamarias, peridínáceas etc., la cantidad de materia animalizada, que produce su rápida descomposicion convierte el agua del mar en un verdadero líquido nutritivo, para alimentar otros animales de mayor volúmen, y de mas complicada organizacion.

La fecundidad de la naturaleza no tiene límites; un rayo de sol basta para dar movimiento á los animales, que tienen su mansion en una gota de agua: una diotomada en cuatro dias es capaz de reproducir un número incalculable de individuos de su especie.

En todas partes que el hombre dirija su vista, aunque sea con el microscópio encuentra seres vivos. Entre los minerales se hallan millones de animales: sobre las hojas de una planta pastan infinidad de individuos: y en la misma vida animal se hallan seres, que en estado parásito viven á espensas de otros, sirviendo estos mismos de mansion

á otros mas pequeños; en una palabra, donde la materia existe, allí está la vida, porque allí está Dios.

La vida animal abunda en el seno de los mares, y la vegetal en los continentes, porque estos necesitan de la influencia de los rayos solares. No es posible determinar entre los animales y los vegetales, cual de ellos es mas abundante en el globo: á primera vista parece ser mayor el número de plantas, acaso no sea exacto, teniendo presente cuanto se ha dicho respecto del sin número de animales, que habitan en las profundidades de los mares.

Los voluminosos cetáceos y paquidermos nada significan al lado de los corpulentos troncos de los árboles, que miden cuatro metros de diámetro en los bosques del Orinoco.

El carácter de cada pais depende de sus condiciones exteriores. contribuyendo mucho el aspecto de las montañas, la clase de animales y vegetales, que le habitan, y el color y diafanidad del cielo: no obstante la causa que imprime el sello de un pais, es la vegetacion que lo embellece. Como los animales están dotados de movimiento, influyen poco en su fisonomía; los vegetales de condicion permanente producen el carácter, que los distingue, sobre todo en la época, en que sus órganos metamorfoseados hermocean el suelo.

Cada region tiene el carácter especial á la manifestacion de la vida de los séres, que la habitan. En el ecuador la impresion que produce es sorprendente y característica de esta region. Allí se encuentran las colosales palmeras, bambues y helechos gigantes, presentando el sorprendente concierto entre un mar habitado por moluscos y corales, hasta los ventisqueros que platean la cumbre de sus montañas.

La vida se halla en todas partes; en la profundidad de los mares, en las cimas de los montes mas elevados, en el interior de la corteza, en los pozos.

abiertos en busca de minerales etc., en ninguna parte se puede impedir el desarrollo orgánico.

Los dermestos viven en la nieve del monte Rosa, el protoccus conocido hoy por *chionea aragnoides*, y *discerea nivalis*, vive en las nieves polares, lo mismo que en las altas montañas. En las cúspides de los Alpes se hallan *lecideas*, *parmelias* y *umbilicarias*; en los Andes tropicales á la altitud de 4,600 metros sobre el nivel del mar vegetan la *sida pichinchensis*, la *saxifraga Boussingault*, y otras; finalmente en las fuentes termales se han hallado *hydroporus therma- lis*, *galionelas*, *oscilarios*, y *confervas*.

La vida tambien penetra en el interior de los órganos de los animales: hay individuos en la sangre de la rana y de vários peces; en los humores del ojo de estos séres han sido hallados con mucha frecuencia *diplostomos*, y en el oido de la breca se ha encontrado el *diplozoon paradoxon* con dos cabezas y dos colas, desarrollándose en dos direcciones cruzadas.

La existencia de animales meteóricos es indudable. En la atmósfera se encuentra polvo, que generalmente no turba su trasparencia, y se distingue biensu presencia cuando se mira al través de los rayos solares. El microscopio ha hecho conocer, que en algunas partes este polvo está formado de infusorios *polygástricos silíceos*, habiéndose contado hasta veinte especies, idénticos á los que han sido reconocidos en vários sitios de la superficie del globo, y en el fondo de los mares. Su excesiva pequeñez, y su lijereza influyen, á que estos animales cedan al mas leve viento, y se confundan con el aire atmosférico, en donde son despues reconocidos.

Es opinion universalmente admitida, que los hombres primitivos huian de las inundaciones de la tierra, y que se vieron obligados á fijar su morada en las cumbres de las montañas, tanto del antiguo como del

nuevo continente. Esta opinion se justifica, porque estos terrenos conservan el sello especial de haber servido de mansion al género humano por un espacio de tiempo bastante prolongado.

Generalmente los terrenos elevados son áridos, por su naturaleza cuarzosa ó caliza. El gran páramo del Tibet y de la Tartaria, no obstante de su clima frio, presenta estensas llanuras descubiertas, formadas de arena fina y negruzca, impropia para la vegetacion. En esta region se encuentran vegetales menguados y en escaso número, que aprovechan para sus ganados el Tártaro y el Calmuco: el agua es tambien poca, pero salada é inútil para los usos de la vida.

Las tierras del Africa meridional están compuestas de fragmentos de rocas, en los que se encuentran algunas plantas crasas.

En América existen estensas llanuras cubiertas por el humilde muzgo, ó por frondosas gramineas. Las llanuras bajas de la Luisiana es frecuente verlas inundadas por las avenidas de los rios: en la parte meridional estas llanuras bastante áridas, llevan el nombre de *Pampas*. Estos terrenos unas veces están secos y abrazadores por efecto de los ardientes rayos del Sol, y otras se cubren de yerba, sobre todo en la estacion de las lluvias. Algunas de estas pampas de notable estension están formadas por aluviones, sin roca alguna coherente en su espesor.

En las elevadas cimas de los Andes se conservan aun restos fósiles, que indican la existencia de sus antiguos moradores de raza americana, cuyas cimas generalmente son estériles, y algunas pobladas por indígenas. Los habitantes de estas encumbradas regiones llevan una vida errante, salvaje, pastoril ó guerrera, hermanando la esclavitud con la libertad.

Las llanuras articuladas y bañadas por rios ó arroyos mas ó menos caudalosos están mas pobladas por su fertilidad; y en ellas ha fijado el hombre su mora-

da con los derechos, que las leyes otorgan á las sociedades constituidas.

Parece que la excesiva fertilidad corre el paralelo con la desidia; y la esterilidad del suelo dá á sus habitantes cierta indocilidad, que los separa completamente, de los que viven en las llanuras. Así sucede con los Drusos del Líbano, que en medio del despotismo en que viven, son temidos de sus vecinos, lo propio que los Afganeses del Tauro, los Macasares y Malayos de Malaca y Borneo, los Araucanos de los montes de Chile y los Suizos de Európa.

En esta parte del antiguo continente la civilizacion se ha perfeccionado por las condiciones de sus gobiernos, no obstante de tener menos llanuras, que el Asia; lo propio se puede decir de los Estados-Unidos de América.

Los terrenos pantanosos y húmedos son en general mas hondos y próximos á los rios y á los mares; y los habitantes, que están bajo su influencia padecen enfermedades de carácter linfático. En Europa se hallan en este caso Holanda, Bramante y Gueldres, las poblaciones junto al Niemen y al Vistula, las de las lagunas de Venecia, las que están junto al mar Negro, ó en la delta del Nilo en Egipto, y otras muchas.

El hombre es cosmopolita, y ausiliado de su industria ha podido penetrar en todos los climas, y resistir los rigores de todas las estaciones. Tambien se acomoda á todas las variaciones, que experimenta la superficie de nuestro planeta, segun las latitudes y altitudes, naturaleza de los terrenos, y estado meteorico de la atmósfera.

Los individuos de temperamento sanguíneo ó linfático, son mas blancos que los biliosos, los hay rubios, trigueños y blancos, aunque todos igualmente impresionados por la luz; viven en la misma poblacion bajo unas mismas influencias meteorológicas, y llevan el mismo género de vida.

Se ha creído, que el color de las diversas castas humanas procedía del influjo de los alimentos, de los climas y de la luz. No cabe duda, que este fluido aumenta el color de la tez: no se ha deslindado aun el carácter de cada raza, pues se observa en una misma poblacion hombres y mugeres de piel, que presenta distinto grado de blancura.

Hay hechos tan evidentes, que desvirtúan esta teoría. Si el color negro del Cafre fuese producido por el ardiente calor de Africa, y por sus alimentos, trasladado á Europa debería blanquearse: una negra en nuestro país pare hijos tan tiznados como sus padres. Los Holandeses, que hace mas de trescientos años, que habitan el Cabo de Buena Esperanza, sin cruzarse con sus naturales conservan la fisonomía y el color propios de su casta.

Cuando el color de la piel se ha oscurecido por la accion de los rayos solares, privándose unos dias de su influencia, vuelve el color primitivo. Está completamente demostrado, que individuos blancos nacidos en países calorosos han conservado su fisonomía y blancura típicas.

La tierra de Diemen de clima igual al de Islanda está poblado por una casta negra. Adanson asegura, haber visto individuos blancos en el centro de Africa.

En la América meridional hay países tan ardientes, poblados por gente de color, como algunos de Africa, que son completamente negros.

Los Lapones y Samoyedos tienen la piel mas aceitunada, que los Arabes, Indos, Malabares y Malayos; los Suecos é Irlandeses, que están mas al Mediodia, que los Lapones, son mas blancos, que estos: los Peruanos próximos á la zona tórrida tienen menos color, que los Patagones; los amarillentos Nogais son vecinos de los blanquísimos Circasianos, Georgianos, y Mingrelianos, finalmente el Siberiano tiene la tez ahumada, cuando el Europeo mas cercano al Mediodia la tiene blanca.

Considerando a la Tierra bajo todos sus paralelos, desde los polos hasta el ecuador no se advierte relacion alguna entre los grados de calor ó de luz, con los colores de las razas humanas. Si sucediese de otro modo tendríamos, qué en las regiones polares los hombres serían muy blancos, en las tropicales morenos, y negros los que viviesen en la zona ecuatorial: la esperiencia en muchos paises demuestra lo contrario.

Es indudable, que el color de la piel se vá oscureciendo desde Suecia hasta el Sur de España, pero este resultado varía en las demás partes del globo. La tez del hombre es mas propicia á oscurecerse, que á blanquearse; así los blancos, que viajan por la zona ecuatorial su color se pone atezado; pero los morenos de las regiones tropicales avecinados en el Norte jamás se blanquean, los pueblos eslavos de origen meridional permanecen morenos en el Norte de Europa, mezclados con los blancos y rubios de casta escandinava.

Los séres orgánicos experimentan modificaciones durante su propagacion, sin salirse de los límites, que caracterizan las especies, á que pertenecen, perpetuandose las alteraciones como tipos de las variedades que originan. Las actuales razas de animales han sido producidas por la influencia de diferentes causas tanto internas, fundadas en su organizacion, como externas dependientes de los alimentos, climas, posicion topográfica etc., y sus variedades mas importantes pertenecen á aquellos animales, que están mas estendidos sobre la tierra.

Estas variedades son formas diversas de una sola y misma especie, que se propagan por la generacion: aberraciones de un mismo tipo debidas generalmente, á que las variaciones de los productos de una generacion se conservan por la constante union de la identidad de individuos, en que el clima ha contribuido en parte.

Las formas estremas de las razas humanas perte-

necen á las variedades, que ni las causas internas, ni las influencias del clima producen hoy en toda su pureza, sin perder su tipo originario, cualquiera que sea el punto, en que vivan, sin contraer alianzas extrañas.

En las mismas latitudes todas las razas conservan sus formas típicas: sus diferencias no son absolutas, ni de tal naturaleza, que la predisposicion de la especie, que hay que variar, no pueda alguna vez engendrar entre otras razas individuos mas ó menos parecidos. En efecto, hay Europeos de cabello mas ó menos rizado, de cara y cráneo análogos á la cabeza de los negros.

Weber hace notar, que la forma oval del cráneo predomina en la raza europea, no obstante á veces presenta cráneos prolongados ó cuadrados, que no pueden considerarse como resultado de una tendencia esporádica á producir el tipo de los negros, mogoles, malayos etc.

La historia demuestra, que las razas pueden ser el resultado de la influencia ejercida durante un tiempo determinado en individuos de una misma especie por causas esternas ó internas.

No es posible establecer una clasificacion rigurosa de las razas humanas. Las formas no tienen por todas partes un tipo generalmente fijo, y ningun principio científico cierto puede servir de norma en la limitacion de las espresadas razas.

Nada se sabe de positivo sobre la cuna del linage humano, no hay escrito alguno que dé un conocimiento siquiera sea aproximado de su origen: la tradicion mas admitida lo considera procedente del Asia, y oriundo de una sola pareja. Esta misma circunstancia indica, que no existe ninguna trasmision exacta, ningun fundamento verdaderamente histórico, y solo la idéntidad de la imaginacion humana, hija de las primeras nociones, que recibimos en la educacion,

ha inducido en todas partes á los hombres á dar una misma esplicacion de un mismo fenómeno.

Esta solucion puede considerarse como una pura ficcion, por admitir el origen del hombre relacionado con la esperiencia de nuestros dias; del propio modo que despues de haber sido conocido el linage humano por muchos siglos, se descubre una isla desconocida, pero poblada de individuos de nuestra especie.

El género humano está relacionado entre sí, y con el tiempo; y por mucho que la imaginacion trabaje en este sentido, no es dado concebir la presencia en el mundo de un individuo humano sin una familia ya existente, y sin una época pasada.

Para fijar el estado primitivo del hombre consignamos las dos proposiciones siguientes, que se deducen de lo espuesto,

1.^a Que pertenece á la historia.

2.^a Que ocupó la tierra formando familia.

Siendo esta cuestion difícil de resolver en el estado actual de conocimientos, la dejaremos intacta á que las generaciones venideras lo hagan con mayor caudal de ciencia.

En la division de razas seguiremos las consignadas en los tratados de Historia Natural, y de Fisiología é Higiene que llevamos publicados conforme con la de Blumbeubach. En su virtud las cinco razas son Caucasiana, Mogola, Malaya, Americana y Etiópica.

Algunos naturalistas forman del género humano dos especies distintas, separando el blanco del negro. Nosotros consideramos al hombre constituyendo una sola familia, y por consiguiente una sola especie, y para ello nos apoyamos en los importantes caracteres siguientes.

La forma y organizacion del linage humano, tanto exterior como interior es tan análoga é idéntica, que es bastante para considerar á todos los hombres constituyendo una sola y única especie. La parte in-

telectual en todos sus individuos es susceptible de la misma educacion, la voz es articulada y dispuesta á todo género de inflecciones, para imitar el idioma de cualquier pueblo, y las enfermedades propias del linage humano, las pueden padecer todos sin escepcion de castas.

Los que dividen á la humanidad en dos especies señalan los caractéres siguientes.

Primera. Angulo facial de 85°, tez blanca, amarilla, aceitunada ó bronceada, cabellos largos, actitud vertical. Se consideran de mas elevada inteligencia, y civilizacion, mas industriosos y valientes, y amantes de la gloria.

Segunda. Angulo facial menor de 80°, tez de color castaño ó negro, cabello negro, lanudo y rizado, lábios abultados, actitud algo oblicua y las rodillas algo prominentes. Se consideran de menguado talento, poco valor, escasa industria, mas sensuales y de civilizacion imperfecta.

En apoyo de nuestra opinion sobre la unidad de la especie humana debemos manifestar, que hay individuos, que viven en determinadas poblaciones mas susceptibles de cultura y mas civilizados que otros, pero no mas nobles, porque todos han sido creados, para que gocen de los beneficios, que los pueblos disfrutan, en virtud de las leyes, que los mismos se han dado. Estos beneficios pertenecen al individuo, y en las naciones civilizadas que forman las instituciones políticas constituyen el derecho de la comunidad toda entera. Las guerras que de tiempo inmemorial se vienen haciendo entre naciones, que se hallan á bastante distancia, ó que pertenecen á paises incultos, han producido una importante modificacion en la humanidad, formando vastas sociedades, y cesando el aislamiento de todos sus individuos. La idea de la civilizacion se ha desarrollado prodigiosamente en los tiempos modernos: se ha visto la importancia de es-

tender las mútuas relaciones de los pueblos, y los adelantos y ventajas de la cultura moral é intelectual. El egoísmo del hombre representa un papel importante en el progreso de la humanidad, porque aislando el linage humano permanecerian paralizadas las fuentes de riqueza. Las distintas clases de idiomas conserva á los pueblos en su estado de aislamiento, que perjudica mucho al comercio, porque la necesidad de entenderse toda la humanidad, hace que se establezca el contacto entre todos sus individuos, conservando á cada uno su origen particular, que contribuye á formar las distintas nacionalidades. De esta suerte desaparecerán las barreras, que separan á los hombres, la humanidad considerada en su conjunto sin atender á religiones, naciones ni colores, será un solo cuerpo ó una sola familia, que se dirige á un objeto determinado, hácia el libre desarrollo de las fuerzas morales y productoras. Este es el fin de la sociabilidad, y el deber que el hombre ha recibido de la naturaleza para el engrandecimiento indefinido de su existencia, el que comprende el de toda la humanidad.

FIN.

INDICE.

	<u>Págs.</u>
Introduccion.	14
Parte primera. Del espacio	15
De la materia.	19
De los Astros.	22
Del Sol	28
Planetas	41
Satélites	53
Cometas.	61
Areolitos: estrellas vagas y bolidos	77
Luz zodiacal	80
Estrellas	95
Parte segunda. De la Tierra	96
Orígen y desenvolvimiento	101
Figura y densidad	104
Calor central.	109
Magnetismo terrestre.	114
Auroras boreales	119
Terremotos	129
Fumarolas.	131
Fuentes.	136
Salsas.	138
Volcánes.	151
Agentes exteriores	157
Composicion de la corteza terrestre	180
Configuracion.	195
Fluidos.	223
Paleontologia.	244
Vida	261
Tabla de los areolitos	261

**Tabla de los areolitos caidos en la superficie
de la Tierra que son conocidos.**

<u>NÚM.</u>	<u>AÑO.</u>		<u>POBLACION EN QUE CAYÓ.</u>
	1 En 1478 antes de la era cris-		
		tiana.	Creta.
2	1451	Id.	Betoron. Lluvia de piedras.
3	1200	Id.	Orcomenes. Muchos areolitos
4	1068	Id.	Monte Ida. G. masa hierro.
5	704	Id.	Roma. Capacete sagrado.
6	654	Id.	Monte Albino. piedras gdes.
7	644	Id.	Song. China. 5 piedras id.
8	466	Id.	Ægos-Potamos.
9	465	Id.	Tebas.
10	461	Id.	Marca de Ancona.
11	343	Id.	Junto á Roma.
12	211	Id.	China. refieren sus anales.
13	207	Id.	Relacion de Plutarco.
14	192	Id.	China, segun Mr. Guin.
15	89	Id.	Yonz. China. 2 piedras gdes.
16	52	Id.	Lucania. Masa de hierro.
17	45	Id.	Ascelle.
18	38	Id.	Leang. 6 areolitos.
19	29	Id.	Pó. 4 id.
20	22	Id.	Seignora. 8 id.
21	452	de la era cristiana	Tracia. 3 grandes areolitos.
22	570	Id.	Arabia.
23	648	Id.	Constantinopla.
24	823	Id.	Sajonia.
25	852	Id.	Taboristan.
26	892	Id.	Ahmebadet.
27	951	Id.	Ausburgo.
28	998	Id.	Elba.
29	998	Id.	Magdeburgo.
30	1009	Id.	Djordand. A. ferruginosa.
31	1021	Id.	Africa, fueron varias.
32	1112	Id.	Aquilea. A. ferruginosa.
33	1136	Id.	Oldislebent. Turingia.
34	1164	Id.	Misnia Hierro.
35	1249	Id.	Brandembourg.
36	1257	Id.	Wurtzbourg.
37	1304	Id.	Friedland. varias.
38	1379	Id.	Minden. Hannover.
39	1280	Id.	Alejadria.
40	1438	Id.	Burgos.
41	1438	Id.	Lucerna.
42	1451	Id.	Creusa.
43	1492	Id.	Alsacia. Peso 260 libras.
44	1496	Id.	De Cecerne a Bertronori.
45	1511	Id.	Crema. Pesó 11 libras.

NÚM.	AÑO.	POBLACION EE QUE CAYÓ.
46	1516 de la era cristiana.	Abdua. Cayeron 1200.
47	1520	Id. Aragon.
48	1540 á 1550	Id. Misnia y Piamonte.
49	1540	Id. Limonsin.
50	1552	Id. Schlossiingen.
51	1559	Id. Miscolz. Hungria.
52	1561	Id. Torgan.
53	1580	Id. Gottingen.
54	1581	Id. Turingia. Pesó 39 libras.
55	1582	Id. Castrovillari.
56	1583	Id. Rosa de Lavadia.
57	1591	Id. Kunersdof.
58	1593	Id. Crevalcosse.
59	1593	Id. Valencia.
60	1618	Id. Stiria.
61	1618	Id. Bohemia.
62	1621	Id. Lahore, hierro.
63	1622	Id. Devonhsire.
64	1628	Id. Kalfort, pesó 24 libras.
65	1634	Id. Charolet.
66	1635	Id. Caló.
67	1636	Id. Sagan y Dubrów
68	1637	Id. Vaisio. (Provenza)p. 54lbs.
69	1642	Id. Sufolch.
70	1647	Id. Holmezen.
71	1654	Id. En el war.
72	1654	Id. Fiment
73	1654	Id. Varsovia.
74	1654	Id. Milan.
75	1668	Id. Verona, cayeron 2.
76	1671	Id. Suabia.
77	1673	Id. Diettin.
78	1675	Id. Glaris.
79	1677	Id. Hermundo.
80	1680	Id. Londres.
81	1706	Id. Macedonia, pesó 76 libras.
82	1723	Id. Bohemia. Plestovitz.
83	1727	Id. Lilasdutz. Bohemia.
84	1738	Id. Carpentras.
85	1740	Id. Rasgrat.
86	1750	Id. Niott.
87	1751	Id. Agram. Croasia.
88	1753	Id. Strakofw.
89	1753	Id. Liponas y Pin.
90	1755	Id. Calabria.
91	1768	Id. Luce en la Main.
92	1768	Id. En Aire Baviera.
93	1768	Id. Manerkirchen.
94	1768	Id. Spice (Francia)
95	1773	Id. Aragon.

NÚM.	AÑO.		POBLACION EN QUECAYÓ.
96	1779	de la era cristiana.	Petisboode. Irlanda.
97	1780 á 1790	Id	Veeston.
98	Id.	Id.	Turín.
99	Id.	Id.	Eixtad.
100	Id.	Id.	Charco. Rusia.
101	1790	Id.	Burdeos, en forma lluvia.
102	1790	Id.	Geissac y Barbitan, Francia
103	1790 á 1800	Id.	Toscana.
104	1794	Id.	Siena. Toscana.
105	Id.	Id.	Ceilan.
106	1798	Id.	Benaes. Bengala.
107	Id.	Id.	Batanrouge.
108	1801	Id.	Isla de los Toneleros.
109	1803	Id.	Eseocia.
110	1840	Id.	Aygle.
111	1804	Id.	Avygñon.
112	1804	Id.	Siberia.
113	1805	Id.	Constantinopla.
114	1805	Id.	Hamshire.
115	1805	Id.	Fimotchin. Rusia.
116	1806	Id.	Weston.
117	1807	Id.	Borgo.
118	1897	Id.	Moravia.
119	1808	Id.	Nisa.
120	1809	Id.	Bohemia.
121	1810	Id.	Shabaat. India.
122	1810	Id.	Tolosa.
123	1810	Id.	Valencia.
124	1812	Id.	Burgos.
125	1812	Id.	Erleben.
126	1813	Id.	Cutro de Calabria.
127	1813	Id.	Lunervik. Irlanda.
128	1814	Id.	Baccharut. Rusia.
129	1815	Id.	Agen. India.
130	1816	Id.	Doalb. India.
131	1817	Id.	Pentolina.
132	1818	Id.	Stobotka.
133	1820	Id.	Kostritz. Rusia.
134	1821	Id.	Juvenas. Francia.
135	1822	Id.	Auger. idem.
136	1822	Id.	Baffe.
137			Yenisseik. Siberia. 14000 ls.
138			Olumpa. Tucaman. 28000 ls.
139			Durango. Méjico. 38,000 ls.
140			Atacama. idem. 4000 ls.
141			Senegal, peso incalculable.
184	184	Id.	Logroño.
143	185	Id.	Nulles. Tarragona.
144			Kemir. Siberia. 1500 ls.
145	1858	Id.	Petrowsk. Caucaso.
146	1860	Id.	Montaña de Roque River.

