

XI/2467
53

LECCIONES

DE GEOLOGIA.

7

LECTURAS

DE GEOLOGIA

LECCIONES

DE GEOLOGIA

ESPLICADAS

EN LA SOCIEDAD DE INSTRUCCION PÚBLICA

POR

D. FRANCISCO DE LUXAN,

Teniente Coronel de Ejército, Capitan de Artillería y Oficial del Ministerio de la Guerra, Caballero de la Orden Militar de San Hermenegildo y de la de San Fernando de primera clase, y Miembro de la Sociedad de Amigos del Pais, de la de Ciencias Naturales, Instruccion pública, Instituto industrial, etc., etc.



Madrid:

IMPRENTA DE DON EUSEBIO AGUADO.

1841.

0041

RECIBO

DE LA

MADRID

EN LA SOCIEDAD DE RESTAURACION PUBLICA

D. FRANCISCO DE LUXAN

El Sr. D. Francisco de Luxan, en virtud de un contrato celebrado con la Sociedad de Restauracion Publica, ha abonado la cantidad de ...



Madrid

IMPRESA DE DON ...

...

PRIMERA LECCION.

AL empezar un curso de Geología para concurrir con mi corto saber al loable intento que se ha propuesto esta Sociedad de estender y propagar los conocimientos útiles al género humano, es mi propósito hacer conocer la necesidad de una ciencia indispensable en el estado actual de la Europa, y todo mi conato será, no solo demostrar esta necesidad, sino tambien el influjo que está destinada á ejercer la Geología en la riqueza, en el bien estar y en el porvenir de nuestro pais.

Pero antes de todo me se permitirá decir, que mi trabajo es muy superior y tiene mas dificultades que el de mis apreciables compañeros: sus esfuerzos tienen por objeto el estudio de ciencias que hace tiempo estan en posesion de serlo, y ciencias tambien que tocan mas de cerca y directamente al hombre en sus goces y penas, y aun en su riqueza y libertad; asi necesariamente han de afectar con mayor energía los sentimientos y aun las pasiones de un público, que es paciente y actor en todos los resultados á que dan lugar los principios y doctrinas á que se refieren, y con razon, puesto que se dirigen á mejorar su condicion social.

Es verdad que la Geología concurre tambien, como

despues veremos, á estender los límites del entendimiento humano; que enseña al hombre á darse razon de su existencia, y de la de todos los demas seres orgánicos é inorgánicos que con él pueblan y constituyen el globo; que da á conocer sus propiedades útiles ó nocivas; y en fin, que lleva como por la mano á la esplicacion de estas propiedades, reforzando ó mas bien integrando las fuerzas del hombre, y enseñándole el medio de vencer á la naturaleza con la misma naturaleza.

Pero estos conocimientos y aplicaciones necesitan espacio y tiempo para desenvolverse: el tiempo es un elemento necesario á todas las cosas; y si la Geografía, la Legislacion, la Economía política, la Literatura y el Derecho público han sido y están en presente, la Geologia lo está en futuro en nuestro país; y como la esperanza es el consuelo del desgraciado, séame lícito apoyarme en la que tengo, creyendo que los señores que me han favorecido, y en lo sucesivo me favorezcan, tomarán en cuenta al apreciar mi trabajo mi escaso saber, la estension de la ciencia, la falta de colecciones indispensables en este género de enseñanza, y en fin, el dedicarme á una bien poco conocida en nuestro país, y contra la cual han existido hasta preocupaciones religiosas.

Y no se crea por esto que las demas naciones nos han precedido mucho en esta carrera: la Geologia ha llegado tarde á pedir su filiacion entre las ciencias humanas, y no debe estrañarse en verdad, porque al verse el hombre lanzado por primera vez en el globo con su debilidad, con su larga infancia, y sin armas defensivas ni ofensivas naturales, el instinto de su conservacion le ha llevado á reunir primero sus brazos á los de sus semejantes para luchar con los seres feroces que le rodeaban; luego ha necesitado alimentarse, vestirse, guarecerse del rigor de las estaciones, en una palabra, el hombre *teme antes que analiza*, y le ha sido preci-

so seguridad y comodidad antes de poder aplicar sus fuerzas intelectuales á las ciencias de observacion.

Y no solo estas, todas las demas han seguido la misma carrera, y todas han sido motivadas por las dificultades que los cuerpos exteriores han presentado al desarrollo de las necesidades del hombre, sean físicas ó morales, y estas dificultades aguzaron su entendimiento como si fueran el mordente para avivar el colorido de sus pensamientos; y en esto y en todo las ciencias se parecen, tienen la misma facies é igual contorno, como que son el producto de un mismo instrumento, el entendimiento humano.

Por estas razones la Geologia es una ciencia muy nueva: nacida con Werner en el siglo pasado, los numerosos discípulos de este hombre eminente, á fuerza de querer aplicar en todas partes su sistema, descubrieron nuevos y multiplicados hechos que contradecian este mismo sistema, y la Geologia avanzó, pero con lentitud, y con los débiles pasos de la infancia.

Sin embargo, tiene y ha tenido sobre las demas ciencias tan manoseadas por los hombres la ventaja de ser joven, y sin las arrugas y los malos hábitos de una decrepitud sistemática; y en los últimos años, ó mas bien desde la paz general de 1814, ha corrido con pasos de gigante.

Desde aquella época se han reconocido muchos paises: el martillo del geólogo ha resonado en los Alpes y en las montañas Azules; en el Chimborazo y en el Hymalaya, en el Balkan y en la Sierra-Morena. Las observaciones de Hutton, Buch, Elie-Beaumont, Dufrenoy, Liell, L'Abeche, &c., han sentado bases ciertas y seguras; lo que era un sistema ha tomado el carácter y el rango de una ciencia; pero aun cuando las conquistas de la Geologia se estienden á las cinco partes del mundo, queda todavía un campo vastísimo en que puedan ejercitarse el trabajo y el amor al estudio

de la juventud, llamada por tantos caminos á elevar y mejorar la condicion del hombre.

Pero al entrar la primera vez en el estudio del globo, notaremos desde luego tanta variedad de seres, tales modificaciones en la manera de su existencia, y tal conjunto de fenómenos, que sorprendidos á primera vista quizá pueda arredrarnos, ó al menos retraernos de la empresa este desorden aparente. Sin embargo, pasada la primera impresion y analizando estos mismos hechos, convenceremos el ánimo que la irregularidad y el desorden existe únicamente en nuestro juicio, y que todos los fenómenos del globo llevan el sello de saber y de prevision que caracteriza las obras del Supremo Hacedor.

Con efecto, sin profundizar mucho en la cadena de los seres, notaremos que unos carecen de formas determinadas, ó si las tienen son puramente geométricas; que están privados de sensibilidad; que no nacen, ni mueren, ni se reproducen; en una palabra, no viven.

Otros afectan formas ya mas pronunciadas: nacen, viven, sienten á su manera, se reproducen y mueren tambien; pero fijos en el suelo en que nacen, no gozan de la facultad locomotriz.

Los hay en fin que presentan formas variadas, nacen, viven, sienten, se reproducen, mueren y gozan la facultad locomotriz en toda su estension, y estos caracteres dividen el conjunto de los cuerpos que constituyen el globo en dos grandes secciones:

1.^a Inorgánicos.

2.^a Orgánicos.

O mas bien en los tres:

1.^o Reino mineral.

2.^o Reino vegetal.

3.^o Reino animal.

Mas para llegar al caso de apreciar las diferencias y caracteres que distinguen estos tres grupos, debemos

estar al alcance de los principios, y de las ciencias que enseñan los accidentes que los separan; así será necesario el conocimiento de las Matemáticas, de la Física, Química, Mineralogía, Zoología, Botánica: en una palabra, la Geología, que significa estudio de la tierra, de dos palabras griegas: *Geos*, tierra, *Logos*, ciencia, comprende y abraza todas las del mundo científico; por un extremo se enlaza con la Química por las proporciones atómicas de los cuerpos, con el otro alcanza á la Astronomía: la Geología mas bien dicho es la *filosofía de la naturaleza*.

Considerada pues la Geología en toda su estension, debemos proceder á su estudio con método, y dividiremos el del globo en tres grandes secciones:

- 1.^a Astronómica.
- 2.^a Parte exterior.
- 3.^a Tierra propiamente dicha.

En la primera debemos notar que la tierra no es un cuerpo aislado sin relaciones en el espacio; por el contrario, forma parte del sistema planetario del sol, y está ligada á este astro por la fuerza que determina su rotacion con dos movimientos, uno en 24 horas al rededor de su eje, que constituye el dia y la noche, otro de traslacion en 365 dias y algunos segundos, que determina la revolucion sideral: en fin, enlazada con la luna por leyes análogas, la tierra es un planeta que forma y constituye parte del sistema solar, y concurre con los demás que lo forman á determinar los fenómenos que presentan.

Y no se crea que tal enlace y que este principio motor deja de influir en la vida de nuestro planeta. Si observamos con alguna detencion veremos, que el principio de la rotacion que ha determinado la figura de la tierra y sus relaciones con el sol, es tambien la causa determinante de muchos fenómenos del globo. Con efecto, las formas de los cuerpos orgánicos son todas

mas ó menos redondeadas, y determinadas todas por sólidos de revolucion: el movimiento de trasportes y todas las máquinas aplicadas á esta parte de la industria lo son, y están fundadas en el principio de rotacion: la sangre circula bajo el mismo principio, en elipses mas ó menos alargadas, ó en el círculo, caso particular de la elipse; y estos hechos bastan para probar que todo está enlazado en la tierra, y que la influencia de las primeras leyes constitutivas de su formacion se estienden al modo de ser de todos los cuerpos que la forman.

La parte exterior se divide en tres grandes grupos:

1.º Atmosférica.

2.º Líquida.

3.º Orgánica.

La composicion de la atmósfera y su densidad debe influir notablemente en toda la vida del globo, y aun el cambio mas pequeño en su composicion, ó en la dosis de uno de los elementos que la forman, bastará para aniquilar los animales y las plantas existentes. La elasticidad y el poder absorbente de la misma atmósfera engendra el movimiento continuo del agua, pasando por los dos estados de liquidez y de gas, y con él la fertilidad de la tierra; y aun puede considerarse á la atmósfera bajo este aspecto como la boca que bebe para la nutricion de todo el reino orgánico.

El agua, que constituye la parte fluida de la superficie de la tierra, es una de las causas concomitantes del desenvolvimiento de la vida orgánica; sin ella sería imposible esta vida tal como existe: constituye un alimento indispensable á todas las plantas y animales, muchos viven en ella, y todos la necesitan para vivir.

Ademas es un auxilio poderoso, eficaz y de poco costo aplicada como fuerza motriz, sea obrando por su peso, ya con el poder inmenso de su vapor; tambien como disolvente y aun como medio de transporte, y su

distribucion sobre la superficie de la tierra modifica los climas y la temperatura local de las zonas.

La tierra, en fin, se ofrece á nuestro estudio, y con ella los mares, los continentes é islas.

Y si descendemos de estos grandes rasgos de la fisonomía del globo, nos ocuparemos de las montañas, de su direccion, inclinacion, elevaciones, y aun de su origen.

Notaremos en ellas los trastornos de las capas que las constituyen, y las señales evidentes de las convulsiones con que ha sido atormentada la costra terrestre; y aun por ellas y por otras indicaciones llegaremos á determinar y fijar sus edades relativas.

Ultimamente, si estudiamos los efectos de sus degradaciones, y los agentes y causas que las motivaron, podremos analizar y comprender la naturaleza de los diferentes depósitos que forman la costra de la tierra, y la composicion y division de sus terrenos.

Y al estudiar y clasificar estos terrenos, al conocer su estructura y disposicion interior y exterior, se ofrece á nuestras indagaciones un elemento de cálculo importantísimo, la película orgánica que puebla la tierra, y cuyos restos se conservan entre las capas que la constituyen.

Notaremos desde luego las dos grandes secciones en que se dividen, vegetal y animal, y los hechos importantes: 1.º Que varían segun los climas, ó mas bien, que cada zona tiene sus animales y plantas que le son propios. 2.º Que las especies vivientes no son las mismas que las que nos han legado sus restos conservados en las capas de la tierra.

Estas observaciones demuestran que la poblacion del globo ha cambiado ó se ha modificado en sus diferentes edades, y que hay flora antigua, flora existente; fauno antiguo, fauno existente. ¿Pero qué leyes han presidido á su desenvolvimiento? ¿Cuál es en fin el enlace de la organizacion?

Si reconocemos la série de los restos orgánicos vegetales y animales que se presentan en las capas de la tierra, veremos que jamás se halla ninguno en las rocas de formación ígnea y primitivas, y aparecen en los primeros trasportes bajo cierta regularidad muy significativa. En el reino vegetal se presentan primero los *agamos*; luego los criptogamos; despues los fanerogamos monocotiledones; y en fin, los fanerogamos dicotiledones aparecen en el último eslabon de la série.

En el animal se notan en los terrenos mas antiguos de trasporte ó sedimento los primeros destellos de la organizacion en los zoófitos y los moluscos de las especies *acéfalos* y *braquiopodes*. En los terrenos secundarios encontramos enormes reptiles que participan de peces y aves, como los *plesiosauros*, *pterodáctilos*; siguen los pájaros, los insectos, los mamíferos y carnívoros; y en último resultado se presentan los *cuadrumanos* y el hombre, que aún no está bien probado hayan confiado sus restos á las capas de la tierra.

Pero no basta conocer esta série; es preciso ver además que está enlazada con el desenvolvimiento de los terrenos, como si caminaran á la par la organizacion y los elementos necesarios para su desarrollo y complemento.

Por ejemplo: ciertas y determinadas rocas crecen, se estienden y ocupan un lugar en la estructura del globo, al paso que son necesarias en la organizacion. La cal no se presenta con sus caracteres en los primeros tiempos de la tierra, y solo se halla enmascarada y en pequeñas porciones en el feldspato y en la mica formando silicatos; mas tan luego como aparecen los seres orgánicos, ya tambien la cal se presenta en masas notables por su estension.

Pero luego que el reino orgánico se diversifica y multiplica en los terrenos secundarios, la cal crece en importancia. El tránsito de los mamíferos está marcado

por el gran depósito cretáceo; y en fin, luego que el hombre entra á constituir un eslabon en la escala de la vida, puede casi decirse que todos los terrenos estan formados de cal. Al mismo tiempo debe notarse que las tres cuartas partes del peso de los animales lo forma la cal en sus huesos, constituyendo el fosfato calizo; de modo que parece existe una relacion determinada entre el desenvolvimiento del óxido de calcio y el de los seres orgánicos, como si el Supremo Hacedor hubiera querido advertirnos continuamente que, á pesar de nuestra vanidad y de nuestras pretensiones, estamos ligados á la tierra por mas de un lazo dificil de romper. Y al hacer notar estas relaciones entre la parte material y la orgánica del globo, debe entenderse que hablamos en ciencia y como geólogos, y que respetamos empero los principios y las creencias religiosas de nuestro pais.

Si de estas consideraciones pasamos á la aplicacion de los conocimientos geológicos á las artes y á la industria, se abre un nuevo horizonte de investigaciones, y utilísimo en el estado social de la Europa.

La Geologia es la luz que guia al minero en sus trabajos subterráneos para buscar los metales y los minerales útiles en las artes y en la industria; con ella se conocen los terrenos, su situacion, la de los filones metálicos; en una palabra, la estructura del globo.

Los pozos artesianos y las probabilidades de obtenerlos son imposibles, ó al menos muy dudosas, sin el conocimiento geológico de la tierra y de la naturaleza de las capas que la forman.

El ingeniero de caminos tiene en la Geologia un auxilio eficaz para el trazado de los que debe construir, y aun en la eleccion de los materiales de construccion. Los canales son posibles en determinados terrenos: en los primitivos son muy difíciles; en los secundarios lo son menos; los terciarios presentan mas probabilidades de buen éxito; últimamente, los nuevos, producidos por

los acarreos de los rios actuales, como el Egipto, la Holanda, son los paises canalizados por escelencia.

La guerra misma recibe un auxilio y necesita de la Geologia, puesto que si el conocimiento del terreno da una superioridad marcada á un gefe militar en igualdad de circunstancias sobre su enemigo, ¡cuánta mayor debe ser esta superioridad cuando se conozcan á primera vista la formacion de las montañas, sus nudos y puerros, sus valles, y el sistema hidrográfico derivado de la forma misma de las montañas!

La agricultura aprenderá en la Geologia el conocimiento de los terrenos mas á propósito para la vida de las plantas útiles, y la manera de corregir los defectos de un terreno mezclando las tierras de diferente naturaleza.

El legislador mismo tiene que consultar al código de las formaciones del globo si ha de formar leyes útiles y aplicables á las diferentes naciones; y sería el colmo del absurdo querer gobernar con las mismas leyes á los habitantes de la Laponia y á los de los Alpes, á los del Indostán y á los de las islas británicas.

Los terrenos influyen notablemente en la moral de los pueblos. Los de las montañas son siempre belicosos, tenaces, y han conservado su independendencia y libertad: la Escocia, Asturias, los Alpes y los Vascos; al paso que los de los paises llanos y abundantes de la India ni aun se ocupan del dueño de cuya voluntad y capricho dependen su bienestar y su vida. ¡Como si apreciáramos esta, y la libertad, y la dignidad del hombre, en razon directa del trabajo que cuesta sostenerla y conservarla!

Esta influencia del estudio de la Geologia ha crecido en la actualidad en razon del estado social de la Europa, puesto que siendo una ciencia de observacion, y debiendo estudiarse al aire libre y en las montañas y terrenos, la tendencia del siglo XIX la favorece en extremo.

Por todas partes y en todas las naciones se han abierto nuevos y multiplicados medios de comunicacion, y el vapor con su fuerza poderosa ha enlazado á los diferentes pueblos del universo. Los viages y el estudio de los idiomas se han hecho de moda, y todo cuanto nos rodea demuestra el carácter de la época en que vivimos, que nos lleva á convertir el globo en una vasta familia ligada por mútuas relaciones sociales, y en continuas comunicaciones de saber, de intereses y de bienestar recíproco.

Tal es el cuadro magnífico que se presenta á la vista, y que se desenvuelve ante el hombre dedicado al estudio de la Geologia; y tales son los resultados inmensos á que puede conducir su conocimiento.

Si hubo un tiempo en que se miraban con disgusto, y aun con cierto horror religioso, las ciencias útiles al género humano; si lo hubo en que se reputaba como impío el estudio de la Geologia, estos tiempos pasaron afortunadamente; y si estas miserias, y las producidas por las pasiones mezquinas, rebajan al hombre hasta confundirle con las clases mas despreciables de la organizacion, al menos el alma crece y se ensancha al considerar de lo que ha sido capaz el entendimiento del hombre, y que no contento con haber sujetado á su voluntad á todos los seres creados, no satisfecho con utilizar sus servicios, se afana, busca la razon de las leyes que presiden en los fenómenos mas grandes de la naturaleza, y aun llega su arrojo á elevarse hasta la divinidad, rasgando el velo de la creacion.

Nosotros en adelante procuraremos conocer la tierra y todos aquellos fenómenos que creamos útiles al bienestar y á la felicidad de nuestro pais.



Por todas partes y en todas las naciones se han
abierto nuevos y multiplicados medios de comunicación
y el saber con su fuerza poderosa ha enlazado a los di-
ferentes puntos del universo. Los viajes y el comercio
de las naciones han hecho de todo un mundo una
cosa y todos demuestran el carácter de la época en que vi-
vimos que nos lleva a convertir el globo en una gran
familia ligada por vínculos de fraternidad y en con-
tinuas comunicaciones de saber, de intereses y de bien-
estar recíproco.

Las ciencias han avanzado en gran medida y la
ta. y que se han multiplicado los conocimientos y el
estudio de la Geología y otras ciencias naturales
nos a que puede contribuir su conocimiento.

Si hubo un tiempo en que se disputaba con dispa-
y aun con odio entre los filósofos, las ciencias y las
géneros humanos, el espíritu de la época se ha
impio el estudio de la filosofía, estos tiempos parecen
algunas de ellas y a las ciencias y las artes
por las ciencias, se han multiplicado los conocimientos
contradicta con las clases más despreciadas de la so-
nación, el amor al saber crece y se multiplica y se
siderante lo que ha sido capaz el entendimiento del
hombres, y que no se contenta con haber seguido a su
voluntad a todos los que se crean, no se satisface con
utilizar sus servicios, se otorgan, durante la vida de las
yes que presiden en los gobiernos que grandes de la
nacionales, y aun llega en algunos países hasta la
vinidad, llegando al grado de creación.

Por eso en adelante procuraremos concertar la tierra
y todos aquellos fenómenos que creemos útiles al bien-
estar y a la felicidad de nuestro país.

SEGUNDA LECCION.

En la leccion anterior, al hablar de la importancia de la Geologia, y de la manera de comenzar su estudio con utilidad y aprovechamiento, reconocimos la necesidad de agrupar ciertos y determinados fenómenos, clasificando de este modo el conjunto que nos presenta el globo en todas sus relaciones con los demás cuerpos que le rodean y entre las partes que lo componen. Asi dijimos, y es bueno recordar hoy, que para poder apreciar bien y cual conviene los fenómenos geológicos, consideraríamos á la tierra bajo tres grandes secciones:

1.^a Astronómica.

2.^a Exterior, ó camisa de la tierra.

3.^a Tierra propiamente dicha.

Estos grupos encierran cada uno de por sí gran número de detalles, que deberíamos desenvolver á su vez; pero es facil conocer que lo serán mas ó menos cumplidamente cada uno, segun el carácter ó las aplicaciones que deban darse en el curso de Geologia que convenga esplicar. En uno dedicado á llenar las necesidades de aplicacion á las minas, será mas ne-

cesaria aquella parte que tenga relacion con el conocimiento de las diferentes formaciones del globo, con el estudio de los filones metálicos, con sus perturbaciones, &c. Otro que tenga por objeto la agricultura, deberá conocer especialmente el sistema hidrográfico, tambien la influencia de los terrenos en el desenvolvimiento de las plantas, las relaciones mútuas de las diversas formaciones enlazadas con la posicion, latitud, elevacion sobre el nivel del mar, &c.; y en fin, con la naturaleza y costumbres vitales de los mismos vegetales: pero debiendo ser el presente uno que abrace los conocimientos generales de la ciencia para despertar el amor y la aficion á su estudio, deberemos estendernos al menos al conocimiento de las divisiones principales de terrenos, rocas que los componen, &c., &c.; y procuraremos ademas dar algunos detalles de las dos partes primera y segunda en que hemos dividido el total de la tierra, indispensable ya su conocimiento á todo hombre que pertenezca á un pais civilizado.

Mas para apreciar las relaciones que tienen entre sí y la importancia de las masas minerales del globo, es de necesidad conocerlas y saber la Mineralogia, ciencia que se ocupa de distinguir por sus caracteres los cuerpos que forman la masa de la tierra, que es el alfabeto de la Geologia, y el primer paso que debe darse en la larga carrera abierta ante el hombre que por primera vez entra en el estudio de la tierra.

Por otra parte, las especies minerales no son las mismas que las de la Geologia: ésta tiene su mineralogia particular, y hay cuerpos que son de mas interés en Geologia que en Mineralogia. El carbonato de cal, formado por el ácido carbónico y el óxido de calcio ó cal, interesa en Mineralogia por las infinitas variedades que presenta, como el espato calizo ó romboédrico, el equiaxio, el aragonito, el floss-ferri, la pisolita, &c; pero siempre es un carbonato de cal, y en Geologia es muy

diferente. Hay, pues, mirando geológicamente este mineral, muchas especies de carbonato de cal, no en su composición, que es la misma ya dicha de ácido carbónico y cal, sino en el papel que hace en la formación del globo y en la edad relativa de su posición: así el calizo de trilobites marca la época geológica llamada de *transición*, del mismo modo que la creta señala el grupo cretáceo y el límite de los terrenos secundarios. La arenisca vieja roja y la nueva son dos rocas de agregación, formadas por la reunión de granos de arena, y sin embargo la primera determina la posición y el principio del grupo carbonífero, y la segunda el punto de partida del grupo oolítico; de consiguiente nos es forzoso conocer estas masas que marcan las diferentes porciones del globo que se llaman *rocas*, y que son en Geología lo que los minerales en la Mineralogía.

Llamaremos, pues, minerales á los elementos que forman con su reunión la masa terrestre.

Las rocas se componen de minerales simples, y presentan igual fisonomía en todas partes. El granito es el mismo en España, en Inglaterra, en Siberia y en los Estados-Unidos de América.

Las rocas se asocian y forman los terrenos, y en consecuencia podemos decir:

- 1.º Mineral es el elemento mas simple en Geología.
- 2.º Rocas son cuerpos compuestos de dos ó mas minerales, y que entran en mayor escala en la formación de la tierra.
- 3.º Terrenos los constituye la reunión de rocas, formando ya los pedazos de la costra terrestre.

PARTE ASTRONÓMICA.

La tierra forma parte del sistema solar, puesto que ligada á este astro por la atraccion, y bajo leyes conocidas, tiene dos movimientos: 1.º De rotacion alrededor de su eje en veinte y cuatro horas, que determina la division del dia y la noche, ó la iluminacion y ocultacion del sol. 2.º De traslacion, en cuya virtud tarda 365 dias y algunos segundos en volver al punto del espacio de donde salió, describiendo una órbita elíptica tal que el sol ocupa uno de sus focos. Ultimamente, la inclinacion de la eclíptica sobre el plano del ecuador determina las estaciones; pero la tierra no es el solo cuerpo que, satélite del sol, se mueve en su alrededor: con ella ruedan en el espacio otros describiendo elipses mas ó menos abiertas, tales como Mercurio, Venus, Marte, Vesta, Juno, Ceres, Palas, Júpiter, Saturno y Urano; debiendo notarse la circunstancia, que todos se hallan en la zona ecuatorial del sol, y que tienen á su vez tantos mas satélites cuanto mayor es su distancia del astro que los ilumina. La tierra tiene un satélite, Júpiter cuatro, Saturno siete, Urano seis; y ademas la masa de todos los cuerpos que forman el sistema solar es $\frac{1}{213797}$ próximamente del sol.

Mas para comprender mejor y ponernos en el caso de apreciar las relaciones y accion del sol sobre nuestro planeta, es de absoluta necesidad descender á la tierra, y proceder por el orden natural de las cosas de lo conocido á lo desconocido, y consideraremos:

- 1.º Densidad de la tierra.
- 2.º Figura de la tierra.
- 3.º Su temperatura.

Segun D'Aubisson y otros autores la tierra es cinco veces mas densa que el agua ; pero si tomamos el término medio entre el agua , el calizo , cuarzo y el feldspato , se puede admitir que la densidad de la tierra es mas que doble que la del agua, y que aumenta y crece á medida que profundizamos en la costra terrestre.

Todas las observaciones astronómicas y geodésicas han conducido á demostrar que la figura de la tierra es la que tomaria una masa fluida que se moviera en el espacio con un movimiento de rotacion al rededor de su eje , y en la cual la fuerza centrífuga acumularia la masa en su ecuador á espensas de los polos , y tomaria la figura de un esferoide aplastado en sus polos , y tal es la figura de la tierra ; de modo que el eje ecuatorial está en el polar en la razon de 305 : 304 , ó bien la diferencia de diámetros es $\frac{1}{305}$.

Conocida esta verdad , y que ha habido un tiempo en que la tierra ha estado fluida , natural es que indagemos si esta fluidez ha sido por la via ácuea ó por la ígnea ; cuestion en la cual entra por mucho la temperatura de la tierra.

A esta cuestion están ligados muchos *hechos* y casi los principales fenómenos del globo , y para resolverla debemos examinar.

- 1.º Si la tierra tiene una temperatura que le es propia.
- 2.º Si ha sido constante esta temperatura , ó ha variado.
- 3.º Cuáles son los focos de esta temperatura.

Todos sentimos y percibimos el calor del verano y el frio del invierno ; pero la relacion entre estos dos tipos no es la misma en todos los paises , y la temperatura varía de manera , que la esperiencia demuestra que forma en el globo una progresion decrescente desde el ecuador á los polos.

Pero no basta haber conocido esta verdad; debemos indagar si la distribución de esta temperatura ó su ley en la tierra ha sido siempre la misma que la que observamos actualmente. Desde luego notamos en la distribución de los seres vivientes en su superficie la circunstancia que cada país tiene sus especies particulares; y por mas que el hombre, en esto como en otras muchas cosas, quiera vencer el mandato de la naturaleza, solo con artificio puede modificar alguna vez y por corto tiempo sus leyes, y la cadena que ata el reino orgánico á la superficie del globo por la ley de los grados de calórico que le son propios; y jamás vemos el elefante, el leon y la pantera en la Noruega ni en la Laponia, asi como tampoco se halla el reno ni el oso blanco en el ecuador ó en el Egipto.

Pero si de los animales vivos que circulan sobre la superficie del globo penetramos en los diferentes depósitos en que se hallan los restos de los animales, veremos el hecho notable que los de los que hoy viven y habitan en la zona tórrida se hallan en los países de que han desaparecido, y en los que es imposible la vida de sus especies; hecho probado por el elefante encontrado en los hielos de la Siberia á fines del siglo último, y que conservaba su piel y aun el pelo, al paso que jamás se hallan los restos de los animales del norte en los depósitos del ecuador; de modo que hallándose los de esta zona en los climas helados de los polos hasta donde el hombre ha podido penetrar, y jamás los de aquella en los climas de la tórrida, parece que la población de la tierra empezó en los polos, y ha sido arrojada por el frio que ha invadido estos países: en una palabra, estos hechos demuestran hasta la evidencia que ha existido una época en la que los terrenos de la zona polar, cubiertos hoy de hielos perpétuos, han gozado de una temperatura igual á la que hoy tiene el ecuador.

¿Pero cuál puede ser la causa ó el foco de esta temperatura?

A la vista no conocemos otro agente calorífico que el sol: y la esperiencia demuestra que no es la causa de aquel fenómeno, puesto que actualmente los polos son inhabitables por el frio; y aun en la zona templada, si no mata adormece al menos la naturaleza durante el invierno.

Podria creerse que tal vez la tierra haya cambiado el eje de su rotacion, y ser en aquella época geológica el ecuador el círculo máximo que pasa por los polos; pero esta suposicion la contradice la figura de la tierra, puesto que en tal caso, lejos de estar aplanados los polos, este aplanamiento estaria en el ecuador; lo que desmiente la esperiencia.

Sea lo que quiera, el hecho es que hay una temperatura exterior debida al sol, pero que no ha sido la causa de los fenómenos á que nos hemos referido.

Esta temperatura varía con las estaciones y aun con las latitudes, y se aprecia por el termómetro, situándolo á dos ó tres metros de la superficie de la tierra, y de noche.

Mas debe notarse que la temperatura no varía igualmente con la distancia al ecuador, lo que sucederia si la tierra fuese una esfera uniforme en su composición y perfectamente esférica en la superficie, sin asperezas: por otra parte, las observaciones demuestran lo contrario, y que jamás á igual latitud hay la misma temperatura, y que las líneas isothermas ó de temperaturas iguales, lejos de coincidir con los paralelos al ecuador, forman sinuosidades ó curvas mas ó menos irregulares, en cuya ecuacion entran como variables:

- 1.º La elevacion del pais sobre el nivel del mar.
- 2.º Exposicion á los vientos.
- 3.º Proximidad al mar.
- 4.º Civilizacion del pais.

La elevacion sobre el nivel del mar disminuye la temperatura, de modo que todos sabemos que las nieves se conservan y aun se perpetúan en las altas montañas. La temperatura de Nápoles es tal, que jamás puede cuajar la nieve, como se dice vulgarmente; y en el Etna y en el Vesubio se verifica este fenómeno. Lo mismo sucede en los Alpes, en el Chimborazo, en la sierra de Granada; por manera que la línea de las nieves perpétuas es una curva de la especie de las logarítmicas, cuyo vértice se halla en el nivel del mar en la zona polar, y el ramo ascendente va á 4800 metros sobre dicho nivel en el ecuador.

Los vientos contribuyen notablemente á modificar la temperatura de un pais: los que se hallan espuestos á las corrientes atmosféricas periódicas sufrirán cambios en su temperatura: los de Guadarrama en Madrid, los de Sierra-Nevada en Granada son siempre frios, y en Sevilla y en Nápoles el Levante y el Siroco por el contrario relajan la fibra y aumentan la temperatura de un modo pernicioso á la salud.

El mar con sus brisas de la mañana y tarde, y con el agua que evapora, mantiene la temperatura en un medio, y la modifica, haciendo templado un pais que no lo sería sin estas circunstancias.

La civilizacion entra tambien por mucho en esta cuestion: con ella se sanean los paises pantanosos, los bosques desaparecen, la circulacion, el movimiento modifica la temperatura: y baste decir que cada individuo es un horno cuyo foco calorífico está en los pulmones. La Alemania, la Francia y la Inglaterra de hoy no son ciertamente las que describió Tácito y Julio César.

Los Estados-Unidos de América están á la misma altura que la Francia, la Alemania y las islas británicas, y aun tienen con estos paises muchos caracteres de semejanza, tal como se hallaban cuando estendió por

la Europa su vuelo el águila romana, y sin embargo es mas frio aquel continente; pero si los Estados-Unidos continúan la rápida carrera de mejoras que llevan, y sus terrenos se pueblan y cultivan, la temperatura cambiará.

Mas á pesar de estas modificaciones (todas exteriores) del globo, por lo dicho anteriormente respecto á la distribucion de los seres orgánicos, es un hecho probado que la temperatura producida por el calor solar no es bastante para esplicar los fenómenos que notamos, y que otra causa mas poderosa debe influir, y es la clave de todos ellos.

Segun las observaciones de Sausure, la accion del sol no pasa de 30 pies de la superficie de la tierra: esto es, la influencia de la temperatura exterior tiene un límite que no puede pasar en el espesor de las capas de la tierra.

Es un hecho probado por todos los mineros, que la temperatura aumenta á medida que se baja en las minas, y por consiguiente que hay un aumento de temperatura profundizando en la costra terrestre.

Mr. Cordier observó este fenómeno, y ha reunido los resultados de mas de trescientas esperiencias hechas en Cornwall, en Sajonia, y en minas desde 127 pies á 1700 de profundidad.

Las esperiencias se hicieron en el aire, en el agua y en las rocas de las minas.

Las del aire no son exactas, porque afluye el exterior y da una temperatura ficticia.

Las del agua tampoco lo son, á causa que en la superficie siempre tiene mas temperatura; asi quedan en último resultado las hechas en las rocas.

Estas lo fueron con toda escrupulosidad, encerrando el termómetro en una caja abierta en la roca, cerrándola con un cristal, y haciendo la rectificacion del termómetro para tomar en cuenta la contraccion de la bola.

Asimismo entró tambien en el cálculo : 1.º Que un minero eleva tres centígrados una masa de aire de 140 metros cúbicos; y 2.º Que una lámpara equivale á tres mineros.

De estas observaciones dedujo las leyes siguientes:

1.ª Existe un calor interno que es propio del globo terrestre, que no se debe á la acción de los rayos del sol, y que crece con la profundidad.

2.ª Este aumento del calor subterráneo no sigue la misma ley en toda la tierra, y puede ser dos y aun tres veces mayor en un país que en otro.

3.ª Estas diferencias no están en razón constante con la latitud ni longitud.

4.ª El aumento es tan rápido en algunas latitudes, que llega á un centígrado por 27 pies.

Segun las observaciones hechas en el Observatorio astronómico de París, la espresion numérica de la ley de este aumento será de 51 pies de profundidad por un centígrado: de donde se sigue que la temperatura del agua hirviendo debe estar bajo la ciudad de París á la profundidad de 8212 pies, ó cerca de media legua.

Si el calor interior de la tierra crece en la proporción media de un grado del termómetro centígrado por cada 46 pies, á los 3000 metros habrá el calor bastante para fundir el azufre, á 6500 estará fundido el plomo, y la temperatura del centro de la tierra será de 3500 grados del pirómetro, y á la profundidad de veinte leguas próximamente bastará la temperatura para fundir todas las rocas conocidas: y Mr. Cordier opina, fundándose en muchos hechos geológicos, que á menos de veinte leguas de profundidad existe este calor, y que el globo está compuesto de dos partes, una fluida por el calórico, y otra que es una capa ó costra de veinte leguas de espesor, ó de $\frac{1}{75}$ del radio del globo terrestre.

Tal suposición la prueban mas de 200 volcanes

en ignición, y muchos mas apagados, y el hecho probado por la esperiencia de crecer la temperatura hasta 1700 pies: y si su aumento sigue á esta profundidad, ¿por qué no ha de pasar mas adelante?

Las observaciones hechas en las aguas termales conducen al mismo resultado: y de todos se deduce con Mr. Cordier y otros muchos geólogos, que el globo ha estado en fusión y ha perdido gradualmente su calórico por la radiacion de este fluido en los espacios celestes, añadiendo de este modo nuevas capas primitivas á la superficie interior de la costra solidificada, entre tanto que sobre la exterior se formaban otras por otro procedimiento; y en fin, que la tierra ha estado fundida y tiene un calor que le es propio, y el cual ha concurrido con la pesantez y la rotacion á la generacion del globo terrestre.

Con estas premisas podremos considerar, que los planetas que forman el sistema solar, y que suman $\frac{1}{275793}$ de la masa del sol, han sido porciones destacadas de su masa fluida y escapadas por la tangente en virtud de un exceso de fuerza centrífuga, y luego que esta fue igual á la centrípeta han continuado en rodar en el espacio y á su alrededor, describiendo elipses mas ó menos alargadas á diferentes distancias, segun la fuerza impelente con que fueron arrojados, y todos en la zona ecuatorial del sol, en la que es mayor dicha fuerza centrífuga.

En esta primera época de la tierra toda su masa estaba fluida y rodeada además por una atmósfera gaseosa muy densa, puesto que en ella debian encontrarse muchos cuerpos que el resfrío posterior ha permitido pasar al estado sólido ó líquido, como el azufre, el mercurio, el agua, &c.

Consiguiente al movimiento de rotacion de la tierra y á su estado de fluidez, la fuerza centrífuga acumularia la masa en el ecuador á espensas de los polos,

y tomaria la figura de un esferoide achatado en sus polos, que es la que realmente presenta, y en el ecuador ó en su zona están las montañas mas elevadas, &c.

De este modo continuaria perdiendo calórico por la radiacion hasta el punto en que se solidificó la primera capa terrestre, que estaria compuesta de los cuerpos menos fusibles; y en efecto, las rocas primitivas son las mas infusibles.

Llegó una época en que el resfrío fue tal, que el agua pudo precipitarse de la atmósfera: caeria, y convertida de nuevo en vapor, agitada además la costra solidificada por los esfuerzos de la parte interior, y presentando poca resistencia por su corto espesor, estaria esta capa en convulsiones y movimientos continuos, tanto mas frecuentes cuanto mayores eran los esfuerzos de los agentes exteriores é interiores.

Mas llegó el tiempo en el que las aguas pudieron permanecer sobre la tierra, y se abrió una nueva era para el globo terrestre.

La accion erosiva de las aguas caidas á torrentes empezó á gastar las rocas ya solidificadas; sus despojos, arrastrados por las mismas aguas, ocuparon los bajos, y empezó la época de la formacion de las rocas de agregacion mecánica.

En el entretanto la costra solidificada se contraia por la ley de los enfriamientos, comprimia la parte líquida interior con una fuerza que, segun Mr. Cordier, puede llegar á 28000 atmósferas, y no cabiendo en el interior la masa fluida atormentaba á la capa sólida, buscaba una salida, hasta que al fin lograba abrirse paso por un punto débil, y empezó la vida de los volcanes, que debieron ser numerosísimos en esta primera edad del mundo, y por ellos escapaba la parte que atormentaba á la capa exterior.

Estos periodos de agitacion alternarian con otros de reposo, unos se sucederian á los otros; y los terremotos

tos actuales y los volcanes existentes son una prueba evidente y segura que aún el interior del globo trabaja sobre la capa solidificada, y que estamos muy lejos del reposo absoluto de la tierra.

Así ha continuado solidificándose esta y agrupando capas solidificadas al interior, y otras secundarias al exterior, atravesadas á veces por los volcanes, y mezcladas con las materias arrojadas por estas y que han variado en las diferentes edades del globo.

Si con estos datos aplicamos las leyes físicas de los enfriamientos:

1.º La solidificación exige la ley de emplear tiempos proporcionales á los cubos de materia.

2.º Los enfriamientos están en razón inversa de los diámetros.

Teniendo 3000 leguas ó 16.200.000 metros el diámetro de la tierra, y concediendo con Mr. Cordier que cada volcan arroja un kilómetro ó 100 metros cúbicos de materia en cada erupción; suponiendo además que hay 200 volcanes en ignición, y que la solidificación interior es proporcional á la masa de materia arrojada, habrá tardado en solidificarse la costra exterior de veinte leguas de grueso 17 billones de años, y toda la tierra tardará en estarlo completamente 2216 billones.

Solidificada la capa exterior del globo, y precipitados de la atmósfera los cuerpos menos capaces para el calórico, se despejó, y el sol empezó á iluminar la tierra; y sus influencias con el agua y el calor central, y con los terrenos determinaron el desenvolvimiento de la vida, los seres orgánicos aparecieron, y por orden sucesivo, hasta que el hombre se presentó sobre la tierra.

Y al notar este orden, y considerar el que siguen las fuerzas orgánicas, no puede desconocerse que estas fuerzas pudieron ser en el principio tan enérgicas como

lo son actualmente, y que trabajaron sobre tipos cortos en número y sencillos, produciendo la infinita variedad de seres que pueblan el universo, con modificaciones debidas á las causas concomitantes que han permitido su desarrollo, segun se han encontrado en las diferentes edades de la tierra.

Reconocido este orden de cosas, se presenta la idea y el deseo de saber si el mundo, bajo las condiciones de que plugo dotarle al Supremo Hacedor en su origen, de calor, humedad, electricidad, rotacion, traslacion, &c., ha producido ya el ser mas perfecto de que es capaz, ó si aún vendrá otro que sea superior al hombre.

Esta cuestion es de difícil y aun peligrosa resolucion, y la cual lo hacen afirmativamente algunos filósofos atendiendo á la creencia de *otra mejor vida*, admitida por los diferentes pueblos y religiones que pueblan el universo, y á la tendencia de todos los hombres á subir y elevarse á seres superiores, y hasta la divinidad: y si esta inclinacion no es una prueba, al menos enseña un camino y muestra una necesidad imperiosa en la naturaleza humana.

Estos son los principios de la *geogenia* del universo, admitidos por muchos geólogos y filósofos eminentes, con las reservas y probabilidades necesarias en materias tan oscuras y difíciles por sí: y al hacerlo nosotros es preciso advertir que respetamos como el que mas los principios y las creencias religiosas en que hemos nacido y queremos morir, pero al propio tiempo estamos persuadidos que la mayor ofrenda y adoracion que podemos ofrecer al Dios de nuestros padres, y que nos dió la existencia, es emplear las facultades mentales con que nos distinguió de los brutos, y nos hizo á su imagen y semejanza, en conocer sus obras y el inmenso y grandioso portento del universo.

Tal es el compendio de la historia del mundo desde

su creacion hasta la aparicion de los hombres, ó hasta la tradicion histórica de los pueblos; y bajo este aspecto la Geologia es la introduccion á los recuerdos históricos escritos de los hombres, y establece en fin un lazo entre las ciencias naturales, las morales y las políticas.

TERCERA LECCION.



Las observaciones que hicimos en la seccion anterior, y los diferentes aspectos que consideramos á la tierra, dieron lugar á deducir ciertos y determinados principios, que forman la base de la Geologia.

Admitimos con Mr. Cardot las leyes derivadas de sus experimentos, y con él y con la mayoria de los geólogos modernos demostramos que la tierra tiene dos temperaturas: 1.^a Exterior, debida á la accion calorifica del sol, 2.^a Interior, procedente del estado primitivo del globo.

Las acciones reciprocas de estos dos agentes sobre la corteza de nuestro planeta han debido variar en sus diferentes edades, y constantemente es muy fácil demostrar una verdad que salta á la vista, y que está escrita con caracteres indelebiles en sus capas que constituyen la corteza terrestre: así pues admitiremos como base de nuestro sistema el origen igneo de la tierra, y con solo este dato podremos explicar, y de un modo plausible y á posteriori, todos los fenómenos del globo.

Con efecto, la temperatura de que estaba dotada en su infancia impidió necesariamente el desenvolvimiento

su creación hasta la aparición de los hombres, & hasta la tradición histórica de los pueblos; y bajo este aspecto la Geología es la introducción a los recuerdos históricos escritos de los hombres, y establece en fin un lazo entre las ciencias naturales, las morales y las políticas.



Este libro es el resultado de un trabajo que he emprendido desde el año 1845, y que he publicado en tres tomos. El primero contiene la historia general de la Geología, y el segundo y tercero la historia particular de España y de Portugal. Este libro es el resultado de un trabajo que he emprendido desde el año 1845, y que he publicado en tres tomos. El primero contiene la historia general de la Geología, y el segundo y tercero la historia particular de España y de Portugal.

TERCERA LECCION.

Las observaciones que hicimos en la leccion anterior, y los diferentes aspectos bajo que consideramos á la tierra, dieron lugar á deducir ciertos y determinados principios, que forman la base de la Geologia.

Admitimos con Mr. Cordier las leyes derivadas de sus esperimentos, y con él y con la mayoría de los geólogos modernos demostramos que la tierra tiene dos temperaturas: 1.^a Exterior, debida á la accion calorífica del sol. 2.^a Interior, procedente del estado primitivo del globo.

Las acciones recíprocas de estos dos agentes sobre la vida de nuestro planeta han debido variar en sus diferentes edades, y ciertamente es muy facil demostrar una verdad que salta á la vista, y que está escrita con caracteres indelebles en las capas que constituyen la corteza terrestre: asi pues admitiremos como base de nuestro sistema el origen ígneo de la tierra, y con solo este dato podremos explicar, y de un modo plausible y á *posteriori*, todos los fenómenos del globo.

Con efecto, la temperatura de que estaba dotado en su infancia impidió necesariamente el desenvolvimiento

de los seres orgánicos, y esta conclusion lógica está demostrada por las rocas primitivas, en las que nunca se han encontrado restos orgánicos.

Tan pronto como el agua pudo precipitarse de la atmósfera, hubo terrenos cubiertos por este líquido, que serian los mas bajos, y terrenos descubiertos; y desde luego se abrió una era nueva para la tierra. El reino orgánico empezó; los mares y los lagos se poblaron de zoófitos y de moluscos de las especies de los acéfalos y braquiopodes; el reino vegetal comenzó á desenvolverse, y ocupó los continentes y las islas de aquella época.

Llegó el caso de empezar el influjo y la accion del sol sobre la tierra, y desde luego los cambios de las estaciones y la variacion de temperaturas permitieron las modificaciones del reino orgánico.

Entretanto la costra solidificada del globo sufría las contracciones consiguientes á sus enfriamientos, comprimiendo la masa fluida; ésta buscaba una salida, y al fin derramaba la parte escedente: serie de fenómenos que esplica de un modo natural y sencillo el origen y causa de los terremotos y volcanes, cuyos efectos son en suma puramente thermométricos, y debidos á la accion de la parte sólida sobre la fluida de la tierra; y en fin, los volcanes no son otra cosa sino las bálbulas de seguridad del globo.

Con igual facilidad esplica el calor central las inclinaciones y trastornos de las capas de la tierra, y la elevacion y constitucion de las montañas, pues es evidente que la costra terrestre ha sufrido variaciones, y tambien hundimientos y levantamientos locales.

Tambien se comprende sin dificultad la irregularidad de las líneas isothermas, y cuya causa es sin duda el diferente espesor de la capa solidificada de la tierra.

En fin, la disminucion de la longitud de los dias se concibe facilmente considerando que al solidificarse la tierra disminuye de volumen, y por consecuencia au-

menta de velocidad, y cuya disminucion segun Laplace ha sido en veinte siglos 0,05 de segundo.

Pero el calor central determinó y determina aún el estado de gas en algunos cuerpos; la tierra se vió envuelta en una capa gaseosa; y su accion é influencia sobre todos los fenómenos terrestres habrá variado segun su constitucion y elementos componentes: debemos, pues, estudiarlos y conocerlos.

DE LA ATMÓSFERA.

La tierra está envuelta en una capa ó camisa compuesta de varios cuerpos en estado de gas, y que constituye lo que llamamos atmósfera; cuerpo de la mayor influencia en los fenómenos terrestres.

Mas para estudiar esta influencia debemos atender:

- 1.º A su composicion.
- 2.º Si ha variado ó no.
- 3.º Su temperatura.
- 4.º Electricidad.
- 5.º Movimientos.
- 6.º Accion sobre la vida de la tierra.

Desde luego debemos tener presente que el análisis químico ha demostrado que componen la atmósfera el oxígeno, azoe, ácido carbónico y agua en vapor. Estos cuerpos se hallan mezclados y en tales proporciones, que son posibles las funciones á que está ligada la vida de los vegetales y animales, y además se hallan dotados de mucha movilidad mecánica y de grande estabilidad química.

El principio motor de la vida en los animales es la respiracion: por ella el órgano pulmonar aspira el aire atmosférico, y el oxígeno se combina con el carbono de

la sangre, estableciendo el foco del calor natural desenvuelto á espensas del oxígeno, y la circulacion de la sangre para la nutricion.

La respiracion será mas ó menos activa segun la cantidad de oxígeno que entre á escitar los pulmones en un tiempo dado; la ordinaria del hombre es conocida, y siempre que por cualquiera causa se altera este tipo, la circulacion se aumenta ó disminuye, y la máquina padece.

El efecto ó accion del azoe es solo atemperar la del oxígeno, es un efecto puramente negativo y combinado, de modo que la vida y sus funciones son posibles. Cuando por una causa cualquiera, como los licores espirituosos, el café en demasía, el opio y el protóxido de azoe aumenta la circulacion de velocidad, las funciones de la vida reviven, hay un goce agradable; pero bien pronto se paga este lujo vital, y la atonía sucede con rapidez.

En las plantas las hojas tienen las papilas ó pulmones destinados á la respiracion; y aun cuando absorven oxígeno, descomponen con la accion del sol el ácido carbónico asimilando el carbono, y espiran ó arrojan el oxígeno, regenerando asi con esta admirable compensacion el inutilizado por los animales.

Este hecho prueba debe existir una proporcion determinada entre el desenvolvimiento del reino vegetal y el animal, para que sus productos de asimilacion y espiracion se compensen. La idea reconocida por los hombres, que los árboles purifican la atmósfera, es una verdad palpable; pero cuando la proporcion se rompe, aumentando en un espacio determinado seres vegetales ó animales, es de rigor que varíe tambien la composicion atmosférica en el sentido que sea este aumento, ó de lo contrario bien pronto las enfermedades y epidemias acuden á reparar un error incompatible con las leyes de la naturaleza.

Pero además del oxígeno, del azoe y del ácido carbónico, existe tambien en la atmósfera el agua en vapor y en cantidad variable, segun las estaciones y aun las horas del dia.

Su oficio es dulcificar el contacto de aquellos gases con órganos tan sensibles como los respiratorios, mantener la piel con cierta pastosidad, ó mas bien, es el aceite que hace, si no agradable al menos inocente el contacto del oxígeno y azoe y ácido carbónico; y aun pudiéramos decir que esta necesidad del agua en la atmósfera es un recuerdo de haber empezado el reino orgánico animal en este líquido, y que fue con el calórico y la electricidad causa concomitante de su origen y desenvolvimientos sucesivos.

En el estado actual de la ciencia está probada la existencia de las lluvias de cenizas, las llamadas de sangre, y de los aerolitos ó piedras caidas de la atmósfera, por las observaciones hechas en diferentes épocas y naciones; y la identidad de su composicion demuestra que es una misma causa la que los produce.

En la China consta cayó un aerolito 64 años antes de la era cristiana y 115 desde el siglo VII. En Europa 54 desde 1801 á 1814, y se han reproducido las llamadas lluvias de sangre 55 veces desde el de 472 hasta 1824; y hechos tan repetidos han puesto fuera de toda duda la caída de cuerpos sólidos y compuestos de metales de la masa atmosférica.

Pero si está admitido el hecho, son muy diferentes las opiniones de los físicos acerca de su origen: quién opina son cuerpos arrojados por los volcanes de la luna, que habiendo salido de la esfera de atraccion de este astro, han penetrado en la de la tierra; otros los miran como restos de cometas despedazados en el espacio, y que caen en los planetas que hallan en su marcha; y aun no ha faltado quien niegue su existencia para ahorrar el trabajo de explicar el fenómeno.

Mas si atendemos á la circunstancia de que siempre caen durante grandes conmociones eléctricas en la atmósfera; si llevamos el pensamiento á la idea que comienza á estenderse entre los químicos, que los metales, lejos de ser cuerpos simples, son verdaderos compuestos atómicos de hidrógeno y un radical desconocido, podremos aventurar casi la suposición, que los principios constituyentes de los aerolitos se hallan en la atmósfera, y que su formación tiene lugar tan luego como sus proporciones atómicas pueden llegar á formularse con la electricidad y calórico conveniente, y por consecuencia que tal vez la atmósfera contenga, además del azoe, oxígeno, ácido carbónico y agua en vapor, los elementos de dichos cuerpos.

Pero la atmósfera no es la misma que fue en las épocas anteriores de la tierra, y aun puede añadirse que será diferente en lo sucesivo.

Las observaciones que hemos hecho al hablar del calor central, prueban que en los primeros tiempos de la vida de la tierra debió existir una atmósfera muy densa, y en la cual estaria el agua que ahora llena los mares, lagos y rios, y otras sustancias, como el azufre, el mercurio, &c., y sería imposible la vida orgánica.

Cedió despues, y tan pronto como hubo mares y tierras debió desenvolverse una vegetacion vigorosísima y gigante, como lo prueban los depósitos de carbon; y tambien que en aquella época debia contener inmensas cantidades de ácido carbónico.

Desapareció esta, y ya fue posible otro orden de cosas y el desenvolvimiento de los animales y vegetales mas perfectos, de manera que tenemos en el aparato respiratorio de los animales y plantas un instrumento con el cual podremos apreciar las variaciones que ha sufrido la composición de la masa atmosférica. A medida que esta se ha purificado, aquel aparato se ha perfeccionado y hecho mas sensible; y tal vez esté reservado á la ana-

tomía comparada la resolución del problema, y el conocimiento de cuál ha sido la atmósfera en las diferentes edades de la tierra, puesto que la densidad y composición atmosférica es una de las leyes más influyentes en el orden, formas y situación vital de todos los seres, y que sin ella toda el agua de los mares y ríos pasaría al estado de vapor.

A la densidad del aire y á su presión se debe que los líquidos contenidos en el sistema vascular permanezcan en su estado y no se descompongan, produciendo la desorganización; y bastaría que el barómetro bajase unas pocas pulgadas para que la sangre saltase de nuestros poros y la sávia de los de las plantas.

Es un hecho constante que la temperatura disminuye á medida que nos elevamos en la atmósfera; y de aquí la conservación de las nieves en las montañas de latitudes en que no es posible este fenómeno; pero la experiencia es la que puede únicamente guiarnos en su determinación, y con ella, y los experimentos repetidos en Europa, Asia y América, se ha confirmado que sigue una ley muy irregular, y cuyo término medio puede adoptarse de disminuir un centígrado por cada 165 metros.

Las causas que motivan esta disminución son:

1.^a El aire atmosférico se calienta con lentitud y se enfria con rapidez.

2.^a El aire se eleva por su ligereza específica y en virtud de las diferencias de su densidad.

3.^a El aire adquiere al enfriarse mucha capacidad para el calórico.

El aire eleva su temperatura por su contacto con la tierra, y las capas inferiores suben á la parte superior como menos densas, estableciendo corrientes ascendentes, del mismo modo que lo verifica el agua en un vaso espuesto á una emisión calorífica; pero con la diferencia que el agua conserva la misma capacidad

para el calórico, al paso que en el aire aumenta rápidamente esta capacidad con la dilatación.

Mas si queremos conocer mejor la razón de la notable disminución de la temperatura del aire atmosférico á medida que se aleja de la superficie de la tierra, bastará analizar cuál es el origen de esta temperatura, y cuáles son los medios de adquirirla.

Los focos de la temperatura de la atmósfera son :

1.º La temperatura de la tierra.

2.º La producida por el sol.

La primera causa debe influir necesariamente, y lo habrá hecho con mayor energía en las primeras edades de la tierra, y habrá cedido en razón y á medida que nos hemos alejado de aquella época; y puede decirse que al principio de la vida del globo terrestre era el todo en este fenómeno el calor central, y absolutamente nada el solar: al paso que ha cedido aquel, éste ha integrado su acción calorífica, y actualmente sus efectos son mayores y los que determinan las variaciones orgánicas de la tierra, y en consecuencia examinaremos la del calor solar sobre la temperatura de nuestro planeta.

La luz blanca emitida por el sol se compone, según el análisis del espectro, de tres especies de rayos diferentes:

1.º Colorados, que son rojo, naranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta.

2.º Calóricos.

3.º Rayos oxidantes.

Los cuerpos diáfanos ó buenos conductores de la luz la permiten el paso al través de sus moléculas sin descomponerla, como se verifica en el cristal; pero los opacos la descomponen mas ó menos según su naturaleza, rompen la fuerza que ligaba estos elementos absorbiendo todos los colores, escepto uno que es reflejado, y determina el color del cuerpo, y los rayos calóricos quedan en libertad, ejercen su acción sobre el ther-

mómetro y sobre los cuerpos inmediatos por la radiación. Estos hechos probados en la Física, esplican por qué el color negro al sol calienta mas, puesto que en realidad no es color, y sí solo la ausencia y absorcion de todos los colores, y pone por consiguiente en libertad toda la cantidad del calórico de la luz; en estricta ciencia la iluminacion es una descomposicion de la luz, ésta forma con los cuerpos verdaderos *luminatos*, y produce desprendimiento de calor.

Aplicando estos principios notaremos, que siendo diáfanos el oxígeno, el azoe y el ácido carbónico, es evidente que la luz atravesará las capas atmosféricas sin descomponerse, y sufriendo únicamente la refraccion consiguiente al paso del vacío, que suponemos en los espacios celestes, á la atmósfera, y por lo tanto la temperatura de las capas del aire no sufrirá ninguna alteracion; pero tan luego como los rayos de la luz llegan á la superficie de la tierra; se descomponen, y su calórico queda en libertad y en aptitud de elevar la temperatura de las capas inferiores de la atmósfera; enrarecidas éstas suben, y sucediéndose unas á otras, determinan el movimiento ascendente de que hablamos antes.

Hasta aqui suponemos que la atmósfera está constituida únicamente por el oxígeno, azoe y ácido carbónico, y en tal caso la emision calorífica que actúa en la masa del aire lo verifica en su contacto con la tierra; pero desde que haya agua en vapor y constituya las nubes, sus vapores descomponen á su vez la luz, y los fenómenos se complican. Por esta razon en verano el calor es sofocante cuando está cargada la atmósfera, y por tal causa se verifica la calorificacion de la atmósfera, siguiendo una progresion ó ley decreciente desde la superficie de la tierra á las regiones mas elevadas, en cuyo término general entrarán como variables:

1.º Si es mar ó continente el punto de la observacion.

2.º La elevacion sobre el nivel del mar.

3.º Las demás causas que hemos anunciado.

La atmósfera tiene tambien electricidad y en grandes cantidades en su masa, y en ciertas épocas del año. Se conoce la de las tempestades; en su seno se forman: la masa atmosférica entra en agitacion, y el rayo rasga el firmamento con los fenómenos que son conocidos.

El conocimiento y la demostracion que la electricidad es el origen y causa del rayo es muy moderna, y la naturaleza tardó hasta el año de 1752 en producir á Franklin, que la arrancó este secreto; y en esta ocasion el genio del hombre venció los obstáculos y á la misma naturaleza.

Desde aquella época es una verdad reconocida, que la electricidad es el rayo igual en un todo á la producida en los gabinetes de Física.

¿Pero cuál puede ser la causa de la electricidad atmosférica? Los físicos creen (y han sido conducidos á este resultado por la esperiencia) que la vegetacion y la evaporacion del agua son dos focos continuos de electricidad; y realmente, sabido ya que la combinacion y descomposicion de los cuerpos no es otra cosa que cambios en sus relaciones eléctricas, es evidente que habrá á cada paso en la tierra desprendimientos y neutralizacion de los fluidos eléctricos.

Sin embargo, otro es en nuestro entender el taller poderoso en que se fabrican las cantidades inmensas de fluido eléctrico que circulan en la atmósfera y en la tierra; y en esto, como en los demás fenómenos esplicados anteriormente, encontramos que la teoría del calor central esplica asimismo el de la electricidad.

Con efecto, compuesta la tierra de dos partes, una sólida, que es la capa exterior, y otra fluida, la interior, se verá ésta actuada por la fuerza centrífuga en su movimiento de rotacion, y frotará continua y constantemente contra la superficie interior de la costra terrestre, y

tal frotamiento determinará un desarrollo continuo de electricidad, y podrá mirarse la tierra como una máquina eléctrica, en cuya superficie se acumula el fluido eléctrico desenvuelto en su interior.

Añádase á esta masa de electricidad, desenvuelta por el frotamiento, la que lo será por el calor central en la costra solidificada, compuesta de rocas y terrenos de diferente naturaleza, y que se trasformará en una pila thermo-eléctrica; y una y otra, acumuladas en la superficie de la tierra, procurarán por su tension estenderse y penetrar en las capas atmosféricas, y lo harán según ésta sea mas ó menos conductora del fluido eléctrico.

En invierno el aire se carga de humedad y se hace buen conductor de dicho fluido, y podrá escaparse á los espacios celestes con una marcha natural, y sin aparatos ni fenómenos visibles.

En el verano el calor solar seca el aire, y éste se hace mal conductor del fluido eléctrico; las cantidades desenvueltas no podrán escaparse á los espacios celestes, y los choques son fáciles y posibles, y con ellos las tormentas, que hacen patente en la atmósfera un vértigo y un esfuerzo para volver á su estado habitual sacudiendo un peso que la fatiga.

En la zona tórrida estos fenómenos son mas frecuentes y en mayor escala, como es facil concebir, porque la fuerza centrífuga hará que el frotamiento sea mayor en esta zona, y el calor del sol es tambien mas intenso, y por consecuencia menos la conductibilidad del aire, reuniéndose las circunstancias mas favorables para dar lugar á grandes choques eléctricos: 1.º Mayor desprendimiento en una superficie dada. 2.º Menos conductibilidad en el aire atmosférico.

El desprendimiento del fluido eléctrico seguirá una progresion decreciente del ecuador á los polos, al paso que la conductibilidad de la masa atmosférica lo hará

en otra creciente; por consecuencia los fenómenos eléctricos en la atmósfera disminuirán en número é intensidad del ecuador á los polos, y en estos serán nulos, como demuestra la esperiencia.

De todas estas reflexiones concluiremos:

1.º Hay electricidad en la atmósfera.

2.º Su origen probable es la vegetacion, la evaporacion y la rotacion de la tierra enlazada con el calor central.

Pero no solo esplica la teoría del calor central el origen de la electricidad atmosférica: lo hace asimismo, y con facilidad, en el caso de otros fenómenos, tales como la gravedad, el magnetismo, la atraccion solar, las auroras boreales, &c.

Los esplicamos comunmente admitiendo la existencia de otras tantas fuerzas que determinan estos efectos; pero esta esplicacion no lo es en realidad: y al decir que *la gravedad es la fuerza en virtud de la cual descienden los cuerpos á la tierra*, y que *el magnetismo es la que determina la direccion de los polos de la aguja á los de la tierra*, no hacemos otra cosa que esplicar el fenómeno con el mismo fenómeno, y decir: *la gravedad es la gravedad, el magnetismo es el magnetismo*. Otro resultado obtenemos si aplicamos el estado del globo terrestre á la esplicacion de los mismos fenómenos.

Asi pues, mirada la tierra como una gran máquina eléctrica en cuya superficie se acumulan continuamente grandes cantidades de electricidad, obliga ésta á los cuerpos que circulamos sobre su superficie á permanecer pegados á la tierra; no de otro modo que las bolas de sauco, los pedazos de papel y demas cuerpos ligeros lo están igualmente al cilindro cargado de una máquina eléctrica.

La rotacion de la tierra al rededor de su eje determinará dos corrientes de fluido eléctrico en direccion de los polos; corrientes debidas al desenvuelto por el calor en la costra solidificada como pila thermo-eléctrica,

y que esplican el magnetismo y la causa de dirigirse la aguja á los mismos polos. Sus declinaciones tendrán por origen en este sistema la descomposicion de las corrientes en las sinuosidades y cavernas que formará la superficie interior de la tierra , pues solo sería uniforme y constante esta direccion cuando la tierra tuviese tersa y unida la superficie interior; y tal vez con el tiempo, asi como ahora la aguja nos guia en la soledad del Océano, lo haga igualmente para conducir nuestro entendimiento en la determinacion del verdadero espesor de la costra terrestre.

La atraccion solar, en virtud de la cual ruedan en el espacio los planetas que forman su sistema, se esplica sin repugnancia por el mismo principio. El sol tiene un movimiento de rotacion al rededor de su eje, y este debe desenvolver cantidades inmensas de electricidad, sea por el calor, sea por el frotamiento de líquidos de diferente densidad; y aun con las manchas de su superficie, que pueden mirarse como otros tantos principios de la solidificacion que empieza ya en este astro.

Ademas de los fenómenos anteriores, la atmósfera presenta otros no menos importantes y debidos á sus movimientos.

Porque su masa no permanece en reposo, y siempre está en agitacion, y adquiere movimientos fijos ó variables en intensidad y direccion, dando lugar á toda clase de corrientes ó vientos, desde la brisa apenas sensible cuando corre una milla por hora, á los huracanes capaces de arrancar los árboles y edificios, que corren 100 millas en el mismo tiempo.

Aún no se conoce con exactitud la causa determinante de los vientos; mas sin embargo, hay algunas que pueden admitirse como seguras.

Enrarecida la masa atmosférica en la zona ecuatorial, se promueven dos corrientes en direccion de los polos; y combinadas con el movimiento de oriente á

occidente de la misma atmósfera por el de rotacion de la tierra, toma la diagonal, y los vientos N. E., S. E., llamados *alisios*, se verifican.

Otra de las causas de los vientos es la precipitacion del agua que está en la masa atmosférica. Suponiendo que caiga una pulgada de agua en un espacio de 10 leguas de lado ó 100 cuadradas, si el vapor de agua que la produjo estuviera á 10 centígrados, ocuparia un espacio 100000 veces mayor que líquida, ó de 100 leguas cuadradas y 1000 de altura, y dejará al caer un vacío en el cual se precipitará la masa del aire; y de aqui los fuertes vientos y huracanes de los trópicos.

La direccion de las montañas, sus cordilleras y valles, y la distribucion de los mares y continentes, contribuyen á modificar la direccion é intensidad de las corrientes del aire establecidas en la atmósfera.

Estos vientos pueden ser por impulsión en aquellos cuya direccion es la misma que la de la fuerza impelente, ó por aspiracion en los que ésta la tiene inversa á la del viento.

Finalmente, si del conocimiento de estos hechos pasamos al uso y á la influencia de la masa de la atmósfera en la vida del globo terrestre, son muchas las consideraciones á que puede dar lugar.

La atmósfera es el vehículo del movimiento del agua y de la vegetacion, y de la vida consiguiente á estas circulaciones.

En ella vivimos todos los seres orgánicos, y su accion es indispensable para la existencia.

En el sonido lo es tambien; y el aire, servidor fiel al paso que amigo celoso, trasmite íntegros nuestros pensamientos, y ahora lleva á VV. mis concepciones y poco saber, tal como lo concibe mi entendimiento y como lo pronuncian mis labios.

En las gratas comunicaciones de la amistad, las mas caras al corazon, y las relaciones de los hombres, el

aire es el lazo que las ata, y sin su auxilio el mundo sería sordo-mudo de nacimiento, y perdería el encanto y la armonía de los idiomas, de la música, &c.

Hubo un día en que la densidad, el peso y la naturaleza de la atmósfera hacían imposible la vida orgánica; llegará también otro en el que la falta del calor central determinará la condensación de todos sus principios, y el sol alumbrará á un mundo envejecido, sin atmósfera ni seres vivientes de ninguna especie, tales como lo comprendemos al presente: y aun cuando el periodo es largo, la naturaleza ni se gasta ni se cansa; tiene á su disposición la eternidad, y llegará el momento de una catástrofe anunciada á los hombres, y consignada en todas las religiones del universo.

Nosotros en tanto llenaremos el destino que nos ha señalado el Autor de todo lo creado, y en el corto periodo de nuestro paso sobre la tierra, procuraremos conocerla del mejor modo posible, y cual reclama ya nuestra situación en todos sentidos.



nire es el laxo que las ata, y sin su auxilio el mundo
 seria sordo-mudo de nacimiento, y perderia el encanto
 y la armonia de las idiomas, de la musica, &c.
 Todo un dia en que la verdad, el peso y la va-
 riabilidad de la armonia fueran imposibles la vida orga-
 nica; llegar a tal punto oyo en el que la falta del calor
 central determinaria la congelacion de todas sus prin-
 cipios, y el sol alumbra a un mundo ciego, sin
 armonia ni vida, y sin el calor de ninguna especie, tales
 como lo comprendemos al presente, y aun cuando el
 periodo es largo, la naturaleza ni se gasta ni se cansa;
 tiene a su disposicion la eternidad, y llega al momen-
 to de una catastrofe anunciada a los hombres, y con-
 signada en todas las religiones del universo.
 Nocturno en tanto lastimosos el destino que nos ha
 señalado el Autor de todo lo creado, y en el corto pe-
 riodo de nuestro paso sobre la tierra, presentarnos co-
 nocida del mejor modo posible, y que recibamos su bue-
 na situacion en todos sentidos.

CUARTA LECCION.

Siguiendo el camino que nos hemos propuesto desde el principio de esta enseñanza, tratamos en la última leccion del conocimiento de la atmósfera, y la consideramos bajo todas sus relaciones con la tierra.

El resultado de este examen, y los que veremos en lo sucesivo, demuestran la verdad inconcusa, que la abundancia de los cuerpos es proporcionada á su utilidad; y el aire atmosférico, cuya presencia es indispensable para la vida de los seres organizados, existe en todas partes, y su tendencia á ocupar todos los vacíos hace que nos envuelva y rodee en donde quiera que nos hallemos. La capa gaseosa que llamamos atmósfera es mas bien un mar, cuyas costas son los espacios celestes, en el cual las plantas son los zoófitos que viven pegados á su fondo, nosotros los reptiles que nos arrastramos sobre este mismo suelo, y las aves los peces que giran en su medio; y aun puede considerarse á la masa atmosférica como el humor traspirable de nuestro planeta, y en el cual vivimos todos los seres organizados como animales parásitos del mismo planeta.

Pero antes de llegar á la tierra encontramos otro cuerpo intermedio, que si bien no se halla en estado de gas está en el de liquidez, y es además susceptible de pasar al mismo gaseoso; el agua, en fin, se ofrece á nuestras observaciones, y para conocerla debemos estudiar:

- 1.º Su cantidad.
- 2.º Composicion.
- 3.º Temperatura.
- 4.º Fosforescencia.
- 5.º Nivel.
- 6.º Movimientos.
- 7.º Accion sobre la vida de la tierra.
- 8.º Distribucion.

La superficie de la tierra está compuesta de dos partes muy diferentes, y dividida con desigualdad entre el agua y la tierra, constituyendo los mares, lagos y rios, y las islas y continentes, de manera que el agua ocupa dos terceras partes de la superficie del globo y una tercera la tierra.

Se llaman mares aquellas masas de agua que son continuas y rodean en todos sentidos á los continentes: y bajo esta definicion quedan escluidos el Caspio y el Muerto, que en realidad son verdaderos lagos.

Lagos son, pues, aquellas masas de agua mas ó menos grandes y que están encerradas en los continentes; son unas islas fluidas.

Ultimamente, rios son corrientes mas ó menos grandes de agua, en virtud de las que el mar avanza sus brazos y su influencia hasta el interior de los continentes.

Pero no solo separan estas condiciones de existencia á los mares de los lagos y á estos de los rios; otros accidentes se agrupan tambien para establecer una division marcada entre ellos, como veremos en la composicion de las aguas.

La masa de las del mar, propiamente dicho, es inmensa, cubre mas de dos tercios de la superficie del globo terrestre, y su profundidad, tomando el término medio entre varias observaciones, es de 2000 metros; de modo que si suponemos por un momento que desaparecen las desigualdades de la tierra, cuya elevacion es en término medio de 2000 metros con corta diferencia, se podrá cubrir toda la estension de la misma superficie con una capa de agua de mas de 2000 pies de espesor.

El agua es un compuesto de hidrógeno y oxígeno, formando el cuerpo conocido en química por óxido hídrico, y en cuya fórmula atómica entran dos volúmenes de aquel gas y uno de oxígeno.

Esta composicion está probada por el análisis y la síntesis mas rigurosa, y en este caso el saber del hombre ha llegado á igualar á la naturaleza.

Sus propiedades físicas y químicas hacen al agua importantísima en la economía vital de la tierra, moja y disuelve los cuerpos, y sobre todo goza la propiedad de pasar por los tres estados, sólido, líquido y gaseoso, que afectan los cuerpos entre límites no muy distantes de temperatura.

La que necesita hacer latente para fundirse y pasar del estado sólido al líquido es de 75 calorías, y por esta razon baja tanto la temperatura en el deshielo.

Pero el agua no se encuentra en la naturaleza en el estado puro que podemos obtenerla en los laboratorios, esto es, destilada y compuesta únicamente de hidrógeno y oxígeno; por el contrario, todas las aguas que circulan en la tierra, las que caen de la atmósfera y las que llenan los mares, lagos y rios, tienen otros cuerpos en disolucion.

La que se precipita de las nubes arrastra consigo y disuelve alguna porcion de oxígeno, de azoe, y aun ácido carbónico; circunstancia que las hace sápidas y agradables al paladar, y útiles y precisas para la digestion.

La destilada es insípida, y tambien dañosa su accion sobre la economía animal.

La de las fuentes y rios varía en su composicion: las hay puras como las procedentes de los terrenos primitivos y de las neveras, al paso que otras tienen en disolucion hidrógeno sulfurado, azufre, ácido carbónico y otras sales, como sulfatos y carbonatos de potasa, sosa, magnesia y cal, constituyendo las que se conocen vulgarmente por aguas minerales. Las aguas de Carlsbad arrastran anualmente en disolucion 746.884 libras de carbonato sódico, y 1.132.923 de sulfato sódico: todas en general llevan consigo alguna porcion de sales, y puede decirse con verdad que ninguna está á prueba del nitrato argéntico.

Igual diversidad se encuentra en las de los rios: los hay cuyas aguas tienen disuelto el ácido sulfúrico, como el rio Vinagre en América; otras el sulfato de cobre, el rio Tinto en España, y todas tienen algunas sales disueltas en mayor ó menor cantidad.

Las aguas del mar son saladas, y tienen en disolucion tres ó cuatro por ciento de materias salinas, cuya mayor parte es el cloruro sódico ó sal comun, acompañado de cloruro cálcico y de magnesia, un poco de amoniacó, y aun una pequeña porcion de bromo y de yodo en estado de yoduro y bromuro con el sodio y magnesio.

Pero la disolucion no es uniforme en toda la masa del mar, y en los polos está el agua menos salada en razon del casco esférico de hielo que cubre estas regiones. Las del fondo del mar son mas saladas; y en fin, en la desembocadura de los grandes rios, como el Misisipí y las Amazonas, la mezcla de sus aguas disminuye la intensidad de la disolucion.

El procedimiento para conocer la composicion del agua del mar ha sido recoger agua á diferentes profundidades, valiéndose de botellas en que se hubiese hecho antes el vacío, haciéndolas descender con pesos. El aná-

lisis químico ha demostrado lo que ya hemos dicho, esto es, que el agua del mar está mas salada en el fondo que en la superficie, y lo está menos en los polos y en las embocaduras de los grandes rios.

Conocido este hecho, debemos indagar la razon y la causa de la salobridad de las aguas del mar.

La sal comun es un compuesto de cloro y sodio, formando el cloruro sódico, y el cual disuelto en el agua pasa á hidrociorato. El ácido hidrociorico es susceptible de vaporizarse, como se verifica al formarse, poniendo en contacto el cloro y el hidrógeno, pero es asimismo muy soluble en el agua; de donde puede deducirse que tal vez gran parte de la sal comun que vemos jugar en la costra de la tierra, proviene de deyecciones escapadas del centro de nuestro planeta.

Otros opinan que entran á resolver esta cuestion las descomposiciones químicas, fundándose en el hecho que el lago Moeris no era salado en tiempo de los Faraones y lo es en la actualidad; pero sea de un modo ó de otro, no cabe duda en que el cloro ha formado parte de los elementos que han determinado la formacion de la costra terrestre, puesto que se hallan compuestos de este cuerpo y de varios metales, como de plata, cobre, plomo, &c.

Pero si atendemos á la manera de presentarse las grandes masas salinas, que forman parte de la costra terrestre, unas en capas alternando con otras de calizos, ó bien en masas incrustadas en los terrenos, parece puede creerse que el laboratorio interior de la tierra ha generado las primeras masas de cloruro sódico.

Sentadas estas premisas, es evidente que al caer el agua de la atmósfera y al arrastrarse por la tierra, llevará en disolucion las pequeñas porciones de cloruro que pueda disolver á su paso, y la cual será conducida de este modo al depósito del mar; y como al salir el agua en vapor lo hace solo de su compuesto de hidrógeno y oxí-

geno, es evidente que se acumulará continuamente mayor cantidad de sal en el mar, cuyas aguas se convertirán en una disolución que tendrá aquella proporción de sal comun que esté en fórmula atómica con la masa del agua, temperatura y presión atmosférica; en una palabra, el mar es un alambique en el cual se establece una evaporación continua, y en cuyas aguas madres se reunirán las sales que acarrea el agua entrante en disolución.

Luego que la acumulada según sus condiciones pasa de la fórmula atómica en la disolución, se precipita y forma depósitos en el fondo del mar, mas ó menos extensos, de sal comun, y que alternarán con otros de la época á que se refieran.

En estos fenómenos tiene mucha influencia la temperatura, y debemos conocer la de las aguas que circulan sobre la tierra.

La temperatura de las fuentes es muy variable, y comprende toda la escala termométrica desde 0° al agua hirviendo: en Suecia la comun es de 7 centígrados, París 12,4, Aix-la-Chapelle 70 á 90, Solan de Cabras 11, y en Auvergne, en Francia, de 100.

Las fuentes que no pasan de 12 ó 15 centígrados son comunes; las que presentan la circunstancia de tener sus aguas á temperaturas elevadas se llaman thermales, y la primera idea que se presenta es la de averiguar cuál es la causa de esta temperatura.

Pero si notamos la circunstancia de hallarse siempre en terrenos cuyas capas están trastornadas y con señales de conmociones debidas á fuerzas interiores; si además se observa que todas generalmente ocupan un lugar en las zonas volcánicas, ya de volcanes apagados ya en ignición, como en Auvergne, y en Islandia los Geyslers, cuyas aguas están á 100 centígrados; y si recordamos lo que hemos dicho del calor central, se conocerá que las fuentes thermales son á la vez el producto del des-

envolvimiento de la acción subterránea del globo, y una de las pruebas mas seguras del origen ígneo de la tierra.

La temperatura de los rios es generalmente la resultante de la latitud del pais, de la calidad del terreno que corren, y de su origen.

Para conocer la del mar ocurren dificultades de mucha consideracion, y entre otras es de necesidad descender el thermómetro hasta la capa cuya temperatura deba examinarse, y luego elevarlo al aire libre.

Pero cuando la profundidad es bastante, puede concebirse facilmente cuánta influencia deberán tener las capas por donde atraviesa el thermómetro al extraerlo, y cuánto modificarán la temperatura marcada en el fondo.

Sin embargo, se han hecho esperiencias prolijas en los lagos y en el mar, y todas prueban que aumenta la temperatura desde el fondo á la superficie, y que está comprendida entre $3^{\circ},88$ á $4^{\circ},44$ centígrados para el máximo del fondo.

A primera vista parece que contradice este hecho lo que hemos dicho acerca de la temperatura interior de la tierra; pero si nos paramos un poco desaparece la anomalia; y por el contrario, es la mayor prueba del calor central.

Con efecto, los mares y lagos pueden considerarse como vasos evaporatorios, espuestos á una emision calorífica, en los cuales el líquido mas denso ocupa el fondo, y el mas ligero y caliente la superficie, en virtud de la doble corriente que sabemos se establece cuando sometemos un líquido á la acción del calórico.

Otro de los fenómenos que presentan las aguas del mar es el conocido por fosforescencia, y que consiste en desprender ráfagas de luz dichas aguas en ciertas y determinadas épocas y localidades, cuando se agitan ó las surcan en su marcha los buques.

Está admitido generalmente en la física como origen de este hecho: 1.º El fósforo desprendido por los animales que viven en el mar. 2.º El que igualmente producen las sustancias que puede haber en putrefacción.

Mas si recordamos lo que dijimos respecto al origen de la electricidad atmosférica, y tenemos presente que estos desprendimientos de luz coinciden siempre con tiempos serenos y calientes, y con mayor acción en la zona intertropical, es fácil sospechar que no sean otra cosa que choques eléctricos debidos á la acumulacion en las aguas del mar, y que se manifiesta cuando un cuerpo roza su superficie.

Las observaciones de todos los tiempos conducen al resultado que el nivel del mar está sujeto á variaciones mas ó menos notables, y además que tampoco tienen todos los mares el mismo nivel. El Mediterráneo está 32 pies mas bajo que el mar Rojo, y el Caspio 300, inferior al Mediterráneo, de modo que ocupa una depresion de la superficie de la tierra que es la mas profunda que se conoce; y la ciudad de Astracan, situada á las orillas del mar Caspio, es la habitación del hombre mas inmediata al centro del globo terrestre.

Pero prescindiendo de este hecho, el nivel del mar es el mismo hoy que fue en otras edades de la tierra? Debemos, pues, indagar:

1.º Si el nivel del mar ha cambiado.
2.º Si ha sido el mar ó la tierra quien ha cambiado este nivel.

Es un hecho que el mar se retira de ciertas costas, al paso que ataca otras y con furor: las de levante de la península se hallan en este caso. En Valencia el agua del mar bañaba sus murallas en tiempo del Cid, y ahora sus límites se han retirado mas de un cuarto de legua. Aguas-Muertas, Frejus, Damietta están en igual caso; el mar ha huido de sus orillas, y los puertos en

que anclaban escuadras han sido trasformados en continentes.

En Alejandría los baños de Cleopatra se hallan aún á la altura necesaria para bañarse, y en Cadiz se ven en la baja mar y en el camino de Sancti Petri las ruinas del templo de Hércules. En Rábena el piso de la catedral está un pie debajo del nivel del mar, y en Dalmacia se ve una fuente con su escalera bajo el mismo nivel.

Los restos de conchas marinas del Jura están reunidos en familias, y en el mismo sitio y local en que vivieron: así parece probado por todos estos hechos, que el mar ha cambiado su nivel antes y despues de los tiempos históricos, y que aún continúa mudando sus límites.

Pero el ejemplo mas concluyente de estas variaciones del nivel del mar lo presentan las ruinas del templo de Serapis en la Toscana. Se nota en él:

1.º Un piso á 42 pies debajo del piso del templo.
2.º En tres columnas que aún restan en pie, y á 16 pies sobre el actual nivel del mar, se ven los agujeros hechos por los phollades.

3.º El nivel del mar se halla actualmente 16 pies mas bajo que estos agujeros; y de todos estos hechos se deduce: 1.º Que el nivel del mar cuando menos estuvo al del piso que hoy se encuentra, 42 pies mas bajo que el del templo. 2.º Despues hubo una variacion que elevó el nivel del mar al mismo ó superior al del templo. 3.º Otro movimiento hizo subir las olas del mar hasta la altura en que se hallan los agujeros de los phollades, y permaneció en este nivel el bastante tiempo para que estos moluscos atacasen las columnas, que son de mármol brecha africano blanco y verde. 4.º Finalmente, otro cambio ha hecho descender el nivel del mar 16 pies.

Y á la verdad, tantos cambios repetidos en esta localidad no deben sorprender, sobre todo al notar el

pais en que se verifican, en la Italia, tan trabajada por las convulsiones de los fuegos subterráneos del Etna y del Vesubio.

Estos fenómenos, la sumersion del Callao, la aparicion de la isla Julia en el Mediterráneo en 1830, y otros en diferentes partes del globo terrestre, prueban:

1.º Que el nivel del mar ha cambiado.

2.º Que tambien la tierra ha levantado y bajado su superficie.

3.º Que las causas de estos cambios son respectivamente: 1.º Los depósitos que el mar arranca de ciertas costas y trasporta á otras. Y 2.º Los movimientos y convulsiones que ha sufrido la costra terrestre.

Las aguas esparcidas sobre la superficie de la tierra están sujetas á movimientos, que pueden ser:

1.º Continuos.

2.º Periódicos.

3.º Variables.

Los rios y los arroyos gozan de las tres clases de movimientos, pero debidos á la inclinacion de los terrenos que recorren y al origen de donde provienen sus aguas, y trataremos de ellos al hacerlo del movimiento del agua y de su accion sobre la vida de la tierra.

Las aguas del mar están sujetas tambien á los indicados movimientos, jamás están en reposo total y absoluto, y sus perturbaciones pueden considerarse:

1.º Movimientos periódicos: mareas.

2.º Continuos: corrientes.

3.º Variables: agitaciones locales.

Se llaman mareas los movimientos periódicos que elevan y bajan alternativamente el nivel del mar respecto á sus costas, empleando seis horas en subir y seis en bajar, constituyendo el flujo y el reflujo.

Este fenómeno depende de la accion del sol y de la luna sobre la masa de las aguas del mar, y en cuyo resultado entran como variables las situaciones angulares

respectivas de los tres cuerpos, la tierra, el sol y la luna, sus distancias y conjunciones.

La atracción del sol eleva y baja dos veces al día las aguas del mar, y el flujo y reflujo se verifica también dos veces cada veinte y cuatro horas ó durante el día solar. La atracción de la luna determina un flujo y reflujo dos veces cada día lunar; y cuando coinciden estos dos movimientos, el de las aguas es el máximo, puesto que es la suma de las dos fuerzas parciales, y que se verifica en la luna nueva, y en la llena ó en los sizigeos. Cuando la mayor marea lunar coincide con el mayor reflujo del sol, la marea está en su mínimo, porque es la diferencia de los dos, y tiene lugar este fenómeno en los cuartos.

Debe conocerse que serán variables, no solo las épocas sino asimismo la intensidad de las mareas, y que dependiendo estas de las posiciones astronómicas de los tres cuerpos, la tierra, el sol y la luna, y conociéndose estas posiciones del modo mas exacto, podremos conocer también y anunciar la época de las mareas y su intensidad.

Por estas causas podremos decir que el problema del conocimiento de las mareas es astronómico en todo rigor, y con sus fórmulas y cálculos se establecen tablas que marcan las correspondientes á cada localidad, según los elementos antes enunciados, y puede decirse:

1.º Las mayores mareas se verifican en las lunas nueva y llena.

2.º Son tanto mayores cuanto mas cerca están el sol y la luna de la tierra y del plano del ecuador.

3.º Las menores se verifican en los cuartos.

En fin, en Geología nos basta saber:

1.º Que existe un movimiento en la masa de las aguas del mar llamado mareas.

2.º Que se debe á la acción del sol y de la luna sobre dichas aguas.



3.º Que su intensidad es proporcional á la magnitud de los mares, y en los interiores es casi nulo, como sucede en el Mediterráneo.

Llamamos corrientes á los movimientos de las aguas del mar cuando son regulares y en una direccion dada.

En el Océano existe una gran corriente llamada ecuatorial ó equinoccial, que corre de oriente á occidente; y un espacio de 4000 leguas en tres años, y modificando continuamente su direccion por la de los continentes que encuentra á su paso.

Si partimos del mar Pacífico, notaremos debe descomponerse en muchas corrientes derivadas del archipiélago de las Filipinas, pasará lamiendo el Cabo de Buena-Esperanza, correrá en seguida por el Océano hasta que la barrera del continente americano le impida su marcha, continuará subiendo al golfo de Méjico, y por el canal de Bahama á las costas de los Estados-Unidos, volviendo al oriente, y determinando la corriente del Océano al Mediterráneo, ayudada por la evaporacion de este mar, que no está en armonía con las aguas que recibe.

El origen de la corriente ecuatorial es los vientos alisios; y como es facil conocer, influirá en el trasporte de los acarreos de los rios que encuentre á su paso. Los del de las Amazonas y del Misisipí estarán mas al norte de la situacion en que debieran hallarse, y aun el banco de Terranova debe su formacion á los acarreos de la gran corriente ecuatorial. Los árboles que animaron á los compañeros de Colon los llevaba sin duda esta corriente. Finalmente, si se cortara el istmo de Panamá variaria enteramente la direccion y la localidad de los depósitos formados por los acarreos del Misisipí, y los llevaria consigo la corriente al mar Pacífico, se depositarian en el seno Mejicano, al paso que ahora quedan á lo largo de las costas de los Estados-Unidos.

Las corrientes locales dependen de la situacion de

las costas; la del Mediterráneo se debe: 1.º A la descomposicion de la ecuatorial por el continente americano. 2.º A la evaporacion de este mar, que es mayor que la cantidad de agua que recibe por las refluyentes de sus costas.

Algunas de estas corrientes son peligrosísimas, como la *Mal-Stroem*, que existe en la costa de Suecia, tan rápida y tan impetuosa que sumerge los buques que pasan á muchos centenares de toesas: la de Scila y Caribdis, &c.

Estas corrientes, y muchas mas que deben existir en los grupos de islas que forman el archipiélago de la India, tienen por causa determinante la descomposicion de la gran corriente ecuatorial, al chocar con los continentes y con las islas que se oponen á su paso; y por consecuencia á su vez influirá notablemente en la direccion y en los efectos de las corrientes del mar la distribucion de las aguas y de las tierras en la superficie de nuestro planeta.

Notaremos desde luego que hay mares y tierras, y en tal proporcion que ocupa el agua dos terceras partes de la superficie del globo terrestre, y una tercera la tierra.

Pero la distribucion de estos dos elementos no es ni regular ni uniforme, y se observará que está acumulada la tierra en dos grandes masas: 1.ª El continente de la Europa, el Asia y el Africa, y sus islas. 2.ª El continente americano, y los descubrimientos de la Nueva-Holanda y de la tierra Van-Diemen han hecho conocer que en la parte austral de la India debe haber grandes estensiones de tierra, y estos continentes se hallan acumulados de modo que la mayor parte ocupa las regiones del norte, y tanto que pueden reputarse las dos terceras partes del total de la tierra.

El estudio de la distribucion de los mares y tierras es de la mayor importancia, pues que sin ir mas lejos

modifica las corrientes del mar, las de los vientos, y la temperatura ó las líneas isothermas; y todos estos datos, reunidos á la elevacion sobre el nivel del mar, influyen en el desenvolvimiento del reino orgánico, y en la perfeccion de la razon humana en ciertas y determinadas localidades. El Africa está poblada por especies particulares de animales, y aun la raza humana indígena de su suelo es inferior en organizacion á las demas. En la Europa el hombre ha llegado á la mayor altura en su inteligencia y la perfeccion de las artes y la industria, como si la naturaleza hubiera acumulado las fuerzas intelectuales de la misma manera que lo ha hecho con los terrenos.

Es tambien digno de observarse, que todos los continentes dirigen sus puntos ó cabos al sur, la América, el Africa, el Indostan, la California, &c.; lo que prueba que la fuerza origen de su forma física se ha dirigido en el sentido de los meridianos, y que la rotacion ha tenido mucha parte en la configuracion de los continentes, como la tuvo en los primeros trazos del universo.

Pero los continentes están mas ó menos elevados sobre el nivel del mar: el Himalaya 7821 metros, los Alpes 4810, el Chimborazo 6530; y si tomamos el término medio entre estos extremos y las menores alturas, obtendremos el límite 2000 metros. Las observaciones relativas á la profundidad del mar han demostrado que esta profundidad es en sus límites de 3200 á 4800 metros; y todos estos datos demuestran que es posible cubrir toda la superficie del globo terrestre con la masa de agua existente, y por consecuencia que son tambien posibles todas las combinaciones entre la tierra y el mar en las diferentes zonas, y con la variedad de que es susceptible la vida orgánica; conclusion que se liga con la teoría de los levantamientos y hundimientos de la corteza terrestre.

Con efecto, las observaciones mas recientes prueban que terrenos vivificados hoy por los rayos del sol han estado debajo de las olas del mar, al paso que otros han desaparecido en sus profundidades: la Atlántida de Platon, la isla de Santorin, elevada del seno de las aguas en tiempo de Séneca, la Julia en 1830 en el Mediterraneo; y estos hechos prueban: 1.º Que la distribucion de los mares y continentes ha variado. 2.º Que terrenos ahora descubiertos se han formado en el fondo del mar; y en fin, que podemos decir con el poeta:

Vidi factas ex æquore terras,
Et procul à pelago conchæ jactatæ marinæ.

Pero no solo deben ocuparnos estas consideraciones; la distribucion de los mares y continentes es de la mayor importancia en la vida del globo terrestre, y determina quizás la felicidad, la gloria y el porvenir de las naciones.

Porque si estudiamos la separacion de las porciones de terreno que llamamos continentes, y los nudos ó lazos que las atan, veremos marcados en su distribucion los puntos de partida en que debe apoyarse el hombre de estado para determinar los límites y la forma física de las agregaciones de tierras que constituyen los diferentes pueblos del mundo civilizado.

Mas por desgracia no ha sido así: los límites geográfico-geológicos no siempre coinciden con los *políticos* de las naciones; los mas son artificiales, debidos á las convenciones de los hombres, y sujetos á error, y base de disgustos y de guerras interminables. Y ciertamente, si los consejeros de Felipe IV hubieran sabido Geología, á falta de amor patrio y de corazon español, habrian preferido mil veces la muerte á la mengua de firmar la separacion del Portugal.

Y por estas consideraciones, y por muchas mas fáciles de deducir, puede venirse en conocimiento, y comprenderse las importantísimas aplicaciones de la Geología y la utilidad de su estudio, siempre importante, á todos necesario, y que lo es aún para los hombres encargados de la direccion y del porvenir de las naciones.



QUINTA LECCION.

En la leccion anterior nos ocupamos detenidamente de varios fenómenos del agua, y con especialidad de sus relaciones consigo misma y con los demas agentes esteriore.

Bajo este concepto vimos su composicion, que lo es atómica en todo rigor y en proporciones definidas, su temperatura, cantidad, nivel, electricidad, movimientos, y su distribucion en la superficie de nuestro planeta.

Y esta última consideracion nos llevó á estudiar y comprender el verdadero y mas sólido fundamento del porvenir y de la viabilidad de las naciones.

Con efecto, es evidente que las porciones de la superficie de la tierra, separadas por los grandes accidentes geológicos de mares, cadenas de montañas, lagos, rios, &c., deben tener y estar dotadas de ciertas condiciones que, no solo aseguren una forma física y estension proporcionada, sino que ademas tengan los elementos de vida que puedan y sean susceptibles de todas las consecuencias exigidas hoy por el estado del mundo social.

Y estas condiciones son tan de rigor, que para

lograr porcion de territorio en sí misma el porvenir de una nacion poderosa, debe ser, si no invulnerable defendible al menos; tambien tener los elementos de las artes en los reinos vegetal y mineral, poseer medios naturales de esportacion, y estar poblada de una raza de hombres capaces de utilizar todos estos elementos; por decirlo de una vez, las naciones, como los individuos, necesitan medios de subsistencia, inteligencia que sepa utilizar estos medios, y corazon en el pecho para defenderlos.

Cartago pudo y debió en determinadas circunstancias estender su poder y su comercio por todo el litoral del Mediterráneo, sujetar á su dominio á la Sicilia y á parte de la España, y aun llevar sus estandartes á la vista de Roma; pero desde que este pueblo, mas viable por sus costumbres y por la forma física y geológica de su suelo, se presentó en la arena á disputarle los títulos con que dominaba á los pueblos y á los mares, le fue imposible sostenerse, y cayó en Zama para no levantarse jamás, porque no tiene puertos, ni carbon de piedra, ni ninguno de los elementos del poder natural de las naciones.

La Grecia, cuna de las artes y de las ciencias, célebre por sus virtudes y aun por sus vicios, tiene en la forma y situacion de sus terrenos, en el fraccionamiento de sus islas, en el genio de sus habitantes, el motor fecundo de la civilizacion y del poder humano; y á pesar de trescientos años del despotismo mas brutal, aún viven y germinan en los griegos modernos las virtudes de los antiguos atenienses y espartanos; y ciertamente, las sombras de los defensores de Maraton y de las Termópilas no se desdeñarán de hombrear con las de los defensores de Misolongi.

Roma misma, contenida en los límites de la Italia hasta la toma de Veyes, salió como un torrente, y rebosó é inundó el mundo conocido; pero tanto peso

era demasiado para el cimiento, y fue superior al poder humano ligar el Eufrates con el Támesis, el Danubio con el Tajo, y tamaño absurdo geológico se hizo pedazos al soplo de los bárbaros del norte. Mas sin embargo, la Italia tiene elementos de vida: sus hijos emplean actualmente en las artes y en la música el mismo genio que llevaba á los Scipiones y á los Gracos al foro y al frente de las legiones, y el lazo que ata aún á las naciones al soberano temporal de Roma, es acaso un eslabon de la cadena impuesta por el pueblo rey.

El genio del oriente despues, como si hubiera querido vengarse del occidente, nació en la Meca y en Medina, y sujetó todo el litoral del Mediterráneo, saltó despues el estrecho de Gibraltar, y quiso envolver su dominacion por el Ródano y el Danubio á Bizancio.

La España misma en su locura llevó el pendon de Castilla á Méjico y el Perú, y ligó á su poder un mundo, que rompió su atadura tan pronto cuanto pudo pronunciar el nombre de *patria*.

En la Europa moderna vemos á la Prusia formar una nacion sin límites ni contornos naturales; la Alemania fraccionada en pequeñas porciones; la Francia privada de su verdadera frontera; las dos penínsulas, la Italia y la España, divididas y rota su forma en contra del voto y del mandato de la naturaleza.

Esta reseña demuestra que por desgracia del mundo los límites de las naciones son puramente convencionales, y que lejos de coincidir con los que la Geologia determina, están fundados en la astucia, en el capricho y en la fuerza; y de aqui la inquietud y las guerras que desde tiempo inmemorial agitan al género humano, y necesarias, buscando una situacion aplo- mada, segura y que siente la existencia de las naciones sobre límites naturales y geológicos.

Y nosotros, por ejemplo, invulnerables, rodeados de

mares y con los baluartes de los Pirineos, con todas las riquezas minerales, vegetales y animales en la constitucion geológica de nuestro suelo, con puertos magníficos, con genio en la cabeza y corazon en el pecho, ¡qué no seríamos sin los errores y los desaciertos con que se ha dirigido esta nacion desgraciada desde el reinado de los reyes Católicos!

La casa de Austria llevó nuestro poder y gastó nuestra sangre en el Rhin y en la Italia en cuestiones ajenas al principio vital de la península; y al acabar en punta como pirámide con Carlos II, nos hizo pasar por la mengua de salir en Europa á pública subasta el trono de Isabel de Castilla; y aún mas, el espectáculo de la guerra de sucesion, en que los españoles derramaron su sangre á torrentes, no por mejorar sus leyes ni por recuperar las que cayeron con las cabezas de Padi-lla y de Lanuza, sino para decidir si se habia de llamar Carlos ó Felipe el señor de sus vidas y de sus haciendas.

Y aun con estas desgracias, con la guerra de la Independencia, y con la que acaba de terminarse, aún tenemos nacionalidad y los medios de sostenerla, porque nuestra posicion geográfica y nuestros límites geológicos la garantizan, y la estructura y naturaleza de nuestro suelo encierra todos los productos minerales, y tenemos carbon y hierro en abundancia, y maderas de construccion, y puertos, y marinos escelentes, y solo falta que la Península española sea lo que la naturaleza la hizo, una sola, y que sus límites políticos coincidan con los geológicos. ¡Y á pesar de estas verdades, existen españoles, y los hay que desean y sostienen el contrasentido de ver traspasados y rotos nuestros límites comerciales, y que permitan á la Inglaterra y la Francia saltar los suyos, y llegar la Francia y la Inglaterra comercial al Ebro y al riñon de Castilla!

La Inglaterra debe su poder, su riqueza y los ade-

lantos en todos los ramos del saber humano á la fortuna de ser la sola nacion del mundo cuyos límites políticos, geográficos y geológicos se confunden, y á su posicion invulnerable, y á la riqueza mineral de su suelo; y nosotros podemos aspirar á una posicion semejante, y ser una nacion marina y poderosa, como lo reclama nuestra situacion geológica, que nos ha hecho el muelle de la Europa y dominando el Mediterráneo y el Océano.

Todas estas consideraciones, y muchas mas á que pudiera dar lugar la Geologia aplicada á la situacion y porvenir de las naciones, hacen ver con cuán poco criterio está hecho el fraccionamiento de la Europa, y que, sin ir mas lejos, no podrá estar sentado su aplomo sobre bases sólidas y duraderas, ínterin no tengan las dos penínsulas, la itálica y la española, los límites y las formas geológicas determinadas por la naturaleza.

Pero si bien comprendimos, y con cierta latitud, en la leccion anterior muchos de los fenómenos del agua, quedan otros no menos importantes y que reclaman nuestra atencion, y son:

- 1.^a Accion del agua sobre la vida de la tierra.
- 2.^a Accion del agua como agente de las degradaciones de la superficie de la tierra y de la formacion de los terrenos.

Nos ocuparemos de la primera, y de la segunda lo haremos al hablar de las causas de los cambios de la costra terrestre.

Todos los cuerpos de la naturaleza se presentan y admiten los tres estados de sólidos, líquidos y gaseosos, debidos á las relaciones existentes en ellos entre la fuerza que une sus moléculas constitutivas, la del calórico que trabaja por separarlas, y la presion atmosférica que las mantiene en su estado, que bien considerado es el término general de una ecuacion entre los tres elementos dichos, que pueden considerarse como las variables.

Si analizamos los elementos que entran á componer los cuerpos líquidos, vemos que dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno constituyen el agua.

En los aceites la proporción del hidrógeno con el oxígeno es mayor que para formar el agua: en el espíritu de vino crece esta proporción, y en los étheres se aumenta mas la misma proporción atómica.

El hidrógeno entra tambien en la composición de los vegetales y animales, pero su proporción atómica es inferior á la del agua.

Esto supuesto, notamos que los vegetales ó animales son en su mayor parte sólidos á la temperatura ordinaria; y cuando se aumenta el poder de uno de los elementos variables que determinan su estado (el calórico), el cuerpo se quema, pero no se funde.

El agua está fundida á la temperatura y presión ordinarias, y aunque se volatiliza en vapor, para verificarlo necesita cien calorías.

El espíritu de vino y los étheres están líquidos bajo las mismas condiciones, pero el menor aumento de temperatura promueve su tránsito al estado de vapor, de donde se deduce el principio que el hidrógeno lo es de la fluidez y del estado de gas, último á que aspira como el cuerpo menos pesado de la naturaleza, y que la fluidez de los cuerpos está ligada á las proporciones atómicas del mismo hidrógeno.

Y llevando esta conclusión por analogía á mayor estension, podremos sospechar que el potasio, el sodio, stróncio y demas metales alcalinos y térreos sumamente combustibles, que se funden, y mas ligeros que el agua, puedan tener algo de hidrógeno; y que el fósforo, el azufre y aun todos los metales que se funden y no se queman sean, como ya hemos dicho, cuerpos compuestos de hidrógeno y un radical desconocido.

Estas consideraciones nos hacen mirar al agua como el tipo de la liquidez perfecta; propiedad física indispen-

sable para las importantes funciones que desempeña en la economía vital del universo.

Pero el agua goza del poder de pasar los tres estados de sólido, líquido y de gas entre los límites cercanos de temperatura, y á esta facultad se debe el todo de su acción sobre los cuerpos de la tierra.

Que el agua se solidifica es un hecho repetido todos los años, y debido á la disminucion de la temperatura hasta 0° del thermómetro centígrado; pero esta solidificación no se verifica irregularmente, al contrario, lo hace bajo las leyes mas severas de la cristalografía, y en agujas bajo ángulos de 60 á 120 grados, y afectando las formas secundarias de prismas exagonales y poliedros triangulares que fijan su forma en el sistema romboédrico.

Este paso al estado sólido se hace bajo las condiciones necesarias á toda cristalización, de espacio, tiempo y reposo, y ademas es de rigor que el agua esté pura, pues los cuerpos en disolucion la retardan; y esta es la razon por que el agua del mar resiste mas los enfriamientos.

Al pasar al estado sólido aumenta de volumen, y da lugar á una fuerza que origina en las rocas y en las capas de la tierra hendiduras y degradaciones proporcionadas.

Para pasar el agua del estado sólido al líquido absorbe 75 calorías, ó hace latente esta cantidad de calórico, y ya fluida recibe el calórico libre y reconocible al thermómetro, hasta el momento que llegando á 100 calorías pasa al de vapor con mas ó menos rapidez, segun la temperatura y la presión atmosférica: en el vacío se lanza con la velocidad de la bala de cañon.

El agua conserva el estado de gas á todas las temperaturas superiores en el aire libre, y cuando no está comprimida, y su volumen aumenta con la temperatura como todos los gases; y en esta propiedad está

fundada la construcción de las máquinas de vapor.

El gas acuoso es trasparente, incoloro, y no tiene sabor; y cuando su temperatura disminuye, se condensa y pasa al estado líquido. Cuando este resfrío se verifica en el aire libre, toma la forma vesicular y se forman las nubes, que no son otra cosa que un conjunto de pequeños glóbulos de vapor de agua, llenos de aire, que los hace opacos. Si el resfrío se hace sobre un cuerpo sólido ó líquido frío, el agua pasa al estado de liquidez.

Esta propiedad de pasar el agua al estado de gas se llama evaporacion; y cuando se abandona una porcion de agua al aire libre, disminuye de peso y de volúmen, y termina por desaparecer ó evaporarse, con tanta mas rapidez cuanta mayor sea la superficie, la temperatura y la renovacion del aire.

Es cuestionable si el agua es disuelta por el aire, ó si solo se mezcla con él como otro cualquier gas; y el hecho de vaporizarse el agua en el vacío con mayor intensidad que en el aire atmosférico, confirma esta opinion: y ciertamente, la tierra tendria una atmósfera acuosa aun en el caso de no existir el aire atmosférico, y en cantidad invariable á cada temperatura diferente.

De este modo, y afortunadamente, el aire es un obstáculo á la evaporacion, y produce con su mezcla los fenómenos de que nos vamos á ocupar.

El vapor de agua tiene diferente tension á diferentes temperaturas, y sus mezclas no guardan la ley derivada de las tensiones y temperaturas diferentes. Si se mezcla aire á 5° y á 7 milímetros de tension con otro á 15° que tiene 13, la temperatura será 10°, y su tension deberá ser 10 milímetros; pero es 9, y por consecuencia todo el exceso de vapor hasta 10 se precipita en forma de glóbulos vesiculares.

La evaporacion del agua se retarda con los cuerpos

que tenga en disolucion, puesto que esta es una verdadera combinacion química. Saturada de cloruro sódico, empieza á vaporizarse á 109° , y puede llegar su tension á 0 cuando esté combinada en virtud de grandes fuerzas en compuestos enérgicos, como con los ácidos fuertes.

Y tambien puede variar la cantidad de su vapor contenido en el aire atmosférico: es mayor esta cantidad en las orillas del mar y de los lagos, y menor en los continentes cuando ha pasado mucho tiempo sin llover. Tambien hacen variar sus proporciones las exhalaciones animales y vegetales, y la calidad de los terrenos. En fin, la cantidad que existe en la atmósfera se aprecia por el higrómetro.

Pero la masa atmosférica jamás está en reposo, y agitada por las corrientes que ya conocemos, arrastran el vapor acuoso producido en los mares, lagos y rios, y lo llevan por su menor gravedad específica á las regiones elevadas de la atmósfera. En estas la disminucion de temperatura hace que se precipite en forma vesicular, flota en la masa atmosférica, y se presentan las nubes.

Tan luego como éstas se condensan lo bastante, descienden por su peso cerca de la superficie de la tierra, las capas de la atmósfera entre ésta y las nubes se saturan de humedad, y el agua pasa á la forma líquida, produciendo los fenómenos de la lluvia, nieve, escarcha, rocío, granizo, segun las circunstancias.

Es fina la lluvia cuando las nubes están muy próximas á la tierra, y fuerte y sus gotas gruesas cuando el fenómeno se verifica en regiones mas ó menos elevadas: asi en las zonas templadas y en la tórrida cae á torrentes, y en los climas frios del norte son mas débiles y continuas.

Para verificarse el fenómeno de la nieve es preciso que afluya aire húmedo ó saturado de agua en vapor á

una capa atmosférica cuya temperatura haya descendido á 0° ; el agua cristaliza y se precipita en forma de copos blancos, que lo son por el aire interpuesto.

Pero el agua al elevarse en forma de vapor en las capas de la atmósfera, y al caer luego, no lo hace en las mismas localidades de donde procede, cae en los continentes y sobre la superficie de la tierra, y es mas ó menos abundante en las diferentes estaciones segun su posicion relativa respecto al ecuador y los polos, y á los mares y lagos.

La inclinacion de la tierra sobre el plano de su órbita determina dos estaciones, una caliente, el *estío*, otra fria, el *invierno*, y la primavera y el otoño son los periodos de transicion á estos dos tipos. En verano los mares, lagos, rios y la humedad de la tierra se evapora, y pasa á la atmósfera por el movimiento de circulacion general que hemos dicho: y esta es la razon de la sequedad del verano y de las lluvias mas ó menos abundantes de la primavera, del otoño y del invierno.

Las que caen en las altas montañas lo hacen en forma de nieve, y se acumula, formando los inmensos depósitos de agua sólida, que se funden en el verano y alimentan las mayores corrientes de agua. La magnitud de estas masas de agua solidificada depende: 1.º De la latitud. 2.º De la elevacion sobre el nivel del mar. 3.º De la cantidad caida al año. 4.º La que se funde en el mismo periodo.

Los ventisqueros bajan mas que las nieves, y se forman en los valles abrigados por la concurrencia de los contrafuertes ó por otros valles escarpados. De estas masas de hielo se desprenden en mayo á los deshielos grandes trozos llamados avalanchas, y que arrastran consigo pedazos de rocas llamados *moraines*, que son un verdadero aluvion producido por los hielos, cuyos límites ó costas se opina por algunos geólogos avanzan con el resfrío de la tierra.

El agua se evapora, especialmente en verano, de los depósitos de los mares, lagos y rios; sube á la atmósfera por su menor gravedad específica, y cae en forma de lluvia ó nieve; corre gran parte por los arroyos, riberas, lagos y rios al mar, estableciendo un movimiento de circulacion, que proporciona al paso el elemento de humedad necesario para el desenvolvimiento y para la vida de los seres orgánicos, imposible sin esta circunstancia.

Podemos decir que el agua en vapor forma parte de la masa atmosférica en cantidades muy variables, y que está en razon de la temperatura y de las estaciones.

En los trópicos forma 0,030 del volumen de la atmósfera, en nuestras latitudes en verano 15, 16 ó 17 milésimas, y 5, 6 ó 7 en invierno, y disminuye con la elevacion; en el Monte Blanco en los Alpes, segun Saussure, es de 2 milésimas; en las cordilleras de los Andes, segun Humboldt, 2 á 3; y segun Gay-Lussac una milésima á 7000 metros de elevacion.

La cantidad evaporada varía conforme la temperatura, agitacion y presion atmosférica, disminuye del ecuador al polo, y en París es de $32\frac{1}{2}$ pulgadas al año, y equivale á una capa de un metro de espesor.

La que se precipita de la atmósfera varía tambien segun las circunstancias locales de temperatura, proximidad al mar, &c. En los climas cálidos cae mayor cantidad que en los templados, y en estos aún mas que en los helados del norte. Segun las esperiencias hechas en el Observatorio astronómico de París, caen en esta ciudad anualmente término medio 20 pulgadas, y con la circunstancia de caer una quinta parte menos á los 28 metros de elevacion, debido sin duda á que arrastra consigo el vapor de agua contenida en esta capa antes de llegar á la tierra.

La producida por el rocío varía asimismo segun las

localidades: en Londres es de 3 pulgadas, y en Manchester sube á 5.

Las aguas mas puras son las que caen de la atmósfera y las de las nieves, y las últimas mas aún que las primeras.

Las montañas y los bosques tienen influencia en la lluvia, y determinan una especie de atracción, y en igualdad de circunstancias cae mas agua en las montañas que en los valles. En la isla de Santo Tomás no llueve jamás, pero en su centro tiene una gran montaña cubierta de bosques, rodeada continuamente de nubes, y que produce multitud de arroyos que fertilizan el pais.

Caidas las aguas sobre la superficie de la tierra, unas se filtran por las capas y otras se arrastran por la superficie, descendiendo segun la inclinacion de los terrenos, y dando lugar á corrientes mas ó menos intensas; y estas circunstancias dividen las aguas en dos secciones:

1.^a Interiores.

2.^a Exteriores.

La que penetra en las capas de la tierra continúa filtrándose, siguiendo las inclinaciones de los terrenos, hasta el punto en que halla una capa impermeable que la detiene, y en ella se acumula. Si existe sobre esta capa otra de arena, ó cascajo, ó tufo, ú otra formacion porosa, las aguas la ocupan; si hay cavernas se establecen, y si permiten el paso se forman corrientes mas ó menos rápidas é intensas, segun la inclinacion de la capa impermeable, hasta llegar á las vertientes de las montañas ó de los valles, que forman fuentes de mayor ó menor riqueza de agua segun la de las capas que los alimenten.

De este modo el agua interior forma:

1.^o Capas de agua que alternan con las de la tierra.

2.^o Corrientes ó rios.

3.º Masas mas ó menos estensas ó lagos subterráneos, y constituyendo todas el sistema hidrográfico subterráneo.

Estas aguas buscan por su peso una salida, y forman las fuentes, que son:

1.º Contínuas.

2.º Intermitentes.

Las primeras se deben á filtraciones contínuas. Las intermitentes se verifican en el caso de haber depósitos de agua en cavernas formadas de capas impermeables hasta cierta altura, y otras permeables. Cuando el agua se acumula en invierno comprime al aire, y éste obliga á salir el agua por las capas permeables, y cesa cuando disminuye la elasticidad del aire, y con ella la presión. A estas fuentes acompañan muchas veces fuertes desprendimientos de aire, y en general todas las que los tienen son intermitentes, y suelen algunas desprender hidrógeno sulfurado ó ácido carbónico. En el Jura, inmediato á Chatagne, hay una hendidura en la roca, de la cual se lanza en invierno un chorro de agua de cuatro metros de altura: en el verano cesa y produce un viento muy fuerte.

Todas las fuentes y saltos de agua de los valles se deben á la que se filtra de terrenos superiores, y aun existen algunas fuentes en los mas elevados de una localidad, debidas á las aguas procedentes de otros mas elevados, y que á veces están á distancias muy considerables. En la isla de Santa Elena hay una fuente en el punto mas elevado de su terreno, y en Fegollas, en la cima del monte Ventoux, á 1800 metros, y las dos abundantes y de nivel constante.

Asimismo, el agua ocupa depresiones y huecos que forman los pozos naturales llamados simas, calderas, cubas, &c., y que son de mucha utilidad para perderse en ellos natural ó artificialmente las aguas sobrantes del invierno que perjudicarían á la agricultura, y se llaman *bebederos*.

Las cavernas son en algunos casos muy estensas, y pueden dar capacidad para perderse en ellas enteramente arroyos y riberas, los que vuelven á salir y aparecer de nuevo á mayor ó menor distancia formando otros arroyos y riberas.

Los rios subterráneos son corrientes de agua filtradas por las capas de la tierra, ó mas bien rios exteriores que se pierden y sumergen bajo de la superficie de la tierra. Plinio y Séneca hablan ya de este fenómeno, repetido siempre que una corriente de agua atraviesa un terreno poroso y permeable. En el primer caso se pierde y reaparece á distancia mas ó menos considerable, y en el segundo desaparece de todo punto. El Guadiana en la Mancha es un ejemplo del primero, y que Cervantes ha inmortalizado en su Quijote. Los dos rios Drome y Aube, reunidos en el departamento de Calvados, desaparecen enteramente al pie de una colina de calizo compuesto de terebrátulos á un miriámetro de la mar; el Ródano se hunde tambien en la Esclusa, donde corta la cadena del Jura, y aparece á cierta distancia; y el Rock-bridge en Virginia es una bóveda natural que reúne dos montañas escarpadas, separadas por una hendidura de noventa metros, en la cual desaparece el rio Ceder-creck.

Existen tambien lagos subterráneos, y los hay á poca profundidad y cubiertos de una capa turbosa; otros están á mayores profundidades y ocupan grandes cavernas, y los hay poblados de peces, y aun de palmípedas.

Las aguas exteriores forman en la superficie de la tierra arroyos, riberas, rios, lagos y mares, y el sistema hidrográfico de cada pais consiguiente al de montañas, configuracion del terreno, elevacion sobre el nivel del mar, y aun variará segun lo haga la costra terrestre con levantamientos y hundimientos.

Al caer las aguas de la atmósfera no lo hacen sobre

superficies planas, sino que corren en terrenos accidentados por desigualdades, y sus corrientes son tanto mas grandes y rápidas cuanto mayor estension afluye á una salida general, y mayor es la diferencia de nivel desde su punto de partida á las orillas del mar.

En este supuesto, los grandes rios de Europa, Asia, América y Africa tienen su origen en las montañas mas elevadas, y estas corrientes son rápidas ó lentas segun el flanco que corren, pues que las montañas tienen uno rápido y otro menos inclinado. El Rhin tiene de inclinacion un metro por milla, las Amazonas una línea por legua, y aun varía la rapidez de la corriente en el espesor de las aguas de los rios. El agua de las orillas lleva menos velocidad por el rozamiento, y las capas inferiores del centro sufren una especie de estancacion.

La forma física de la Península, debida al levantamiento que hizo salir del fondo del mar nuestras grandes cuencas ó valles, rompiendo el lazo que la ataba al Africa y uniéndola á la Europa, ha dado lugar á un grande desnivel desde su meseta central á las costas. El nacimiento del Tajo, del Guadiana, del Duero, está á 608 metros sobre el nivel del mar, y su curso es de 80 á 100 leguas, lo que significa que el plano de inclinacion de sus corrientes es de 6 metros por legua, y se deduce que nuestros grandes rios son torrentes y deben conservar poco fondo en el verano, y por consecuencia que debe ser muy difícil la navegacion fluvial en nuestro pais.

Cuando es uniforme la inclinacion del terreno que recorren los rios, el movimiento de sus aguas lo es tambien; pero muchos rios pasan por paises desiguales, y forman *cascadas* en los rios y riberas, y *cataratas* en los saltos de los grandes rios. Estos accidentes, si son pequeños dificultan la navegacion, y si grandes la imposibilitan de todo punto. El Rhin, cerca de Schaffhouse,

se precipita de 95 pies de altura, y el San Lorenzo en Niagara de 150.

Por lo comun las cataratas se deben á cambios bruscos del nivel del terreno, ó bien á un dique ú obstáculo que cierra un valle: la de Niagara la produce un escalon de 150 pies de terreno de sedimento; el agua socaba el pie de este corte vertical, y luego cae el borde, y continuará hasta que faltando de todo punto la barrera que contiene el agua del lago, se precipite éste por su peso, y desaguado corra el rio tranquilamente por su centro, como se ve al Rhin en Coblenza. En esta localidad se nota que en Andernach debió estar cerrado el paso al Rhin, y formaba un lago que se estendia y cubria todos los terrenos comprendidos entre los Vosges y la Selva Negra. Llegó el caso de producirse los trastornos volcánicos que indica el terreno comprendido desde Andernach á Bon, se fracturó el terreno, el Rhin rompió el dique que cerraba el paso, y se desaguaron los terrenos cubiertos por sus aguas.

Las aguas de los rios al encontrar las del mar y mezclarse con ellas sufren un movimiento de retroceso llamado barras, á veces de poco efecto, pero otras terrible, y que causa infinitas desgracias. Tal es la de Portugaleta en la ria de Bilbao, la de Bayona, y sobre todas la de Dordogne en Francia, que arrastra en su reflujo los buques y aun las casas que encuentra en su descenso.

Pero parte del agua que se precipita de la atmósfera, como ya hemos dicho, se filtra y forma capas, lagos y aun rios subterráneos, y el hombre ha procurado buscar muchas veces estos depósitos para fertilizar un pais, y aun con el fin de hacerlo habitable; y tal ha sido el origen de los pozos comunes y el de los artesianos.

Si suponemos un terreno formado de capas y en

un valle ó cuenca de modo que se prolonguen hasta la cima de las alturas que lo limiten, y que estas capas son unas permeables, de arenisca, cal, cascajo, y otras impermeables, de arcilla, y abrimos en la parte superior de las alturas un pozo, es evidente que éste recogerá únicamente el agua que caiga en aquel local; pero si el taladro ó pozo se hace en el punto mas bajo del valle, ó en cualquiera de sus pendientes, el agua filtrada de las alturas que se acumulará en las capas permeables, saltará y subirá en el pozo hasta equilibrarse con el peso de la columna de los dos flancos por la ley de los tubos comunicantes. Este simple hecho es el fundamento de los pozos artesianos, en los que es de rigor:

1.º Buscar, según el terreno, un depósito de agua procedente de valles superiores, y que corra en una capa permeable y entre dos impermeables.

2.º Dar á estas aguas la posibilidad de elevarse á la altura de que proceden por medio de un taladro.

3.º Revestir las paredes interiores del taladro para que no se pierdan las aguas en su movimiento ascendente.

El arte del fontanero tiene ya algunos siglos de antigüedad, y es una sencilla aplicación del de buscar las vetas metálicas por medio de la sonda; y sin embargo, Agrícola, el metalurgista alemán, ni la menciona siquiera.

Los ingleses, los alemanes y franceses se disputan la prioridad de invención, y los chinos lo usan también hace muchos años en su país. La primera noticia de la sonda en Europa es la publicada en 1691 por Bernardo Ramuzios, profesor de Módena; pero el hecho es que al presente se halla en uso en Inglaterra, Francia, Países Bajos, Alemania, y aun en la China, y que hay pozos artesianos que llegan en Europa á 600 pies y en la China á 2000.

Compuestos los terrenos primitivos de rocas crista-

linas poco porosas y sin estratificación pronunciada, serán muy difíciles las filtraciones, y poco estensos los depósitos interiores de agua; y por esta razón tienen muchas fuentes, de buenas aguas, pero muy poco abundantes.

Los secundarios están formados de capas permeables é impermeables, alternadas y estratificadas, que dan lugar como los calizos y sal gema y arenisca á cavernas, y deberán contener depósitos de agua que afluirán á los valles, produciendo fuentes abundantes, como demuestra la experiencia.

Los terciarios, constituidos por capas de arcillas, calizos, cascajo, &c., encierran capas y depósitos de agua, y en ellos y en los secundarios son posibles los pozos artesianos.

El procedimiento para obtenerlos está reducido á taladrar la tierra hasta encontrar la capa de agua que se busca, y se divide en dos: 1.º Método europeo. 2.º Método chino.

Consiste el primero en abrir un taladro de 18 á 20 pulgadas de diámetro, empleando la sonda ó barrena, y con el movimiento de rotación, hasta encontrar la capa de agua, y revestir el taladro con un tubo de hierro de igual diámetro, impidiendo de este modo la pérdida del agua ascendente por las capas permeables que atraviesa.

Para verificarlo se usa de la barrena ó sonda, compuesta de tres partes: 1.ª Cabeza. 2.ª Escoplo ó barrena. 3.ª Intermedia: *alargaderas*.

La cabeza debe ser de hierro de la mejor calidad, y tener un anillo para introducir la palanca que facilita el movimiento de rotación, y el escoplo es una barra acerada en el corte de diferentes formas, según la calidad de las rocas que deba cortar.

La unión de las alargaderas se hace de dos modos: 1.º A tornillo. 2.º Por superposición.

En el primer caso pueden ser los filetes triangulares ó cuadrados, y se añade un anillo de hierro, que se atornilla en sentido inverso al de la union.

La superposicion tiene la ventaja de no destornillarse, pero es embarazoso y requiere mucho tiempo si se ha de hacer con esmero; finalmente, en ambos requiere la union: 1.º Seguridad. 2.º Hacerse pronto y bien. 3.º Rodar en todos sentidos sin destornillarse. 4.º Recomponerse con facilidad.

El método chino consiste en aplicar la percusion al mismo propósito, suspendiendo el puntero de una cuerda sujeta á una palanca, y se da el movimiento saltando el obrero de un tablado al suelo. En los dos sistemas, si se ha de obtener resultados, es de necesidad: 1.º Estudiar la constitucion y naturaleza del terreno relativamente á las montañas que lo dominan, á los valles que lo corten, y á las fuentes que se presentan en estos valles. 2.º Elegir un buen maestro sondero; y en fin, estar dotado de voluntad y perseverancia.

Aplicados los pozos en Francia, y estudiados los hechos que han puesto patentes, resulta: 1.º Que en el terreno de París existen grandes capas de agua á diferentes profundidades. 2.º Que estas capas se hallan por lo comun en el lecho de superposicion de las diferentes formaciones, y siempre entre capas impermeables. 3.º La profundidad á que se hallan varía con la inclinacion ó el declivio del plano de union del terreno permeable en que se establece el agua. 4.º Para ser ascendentes deben provenir de depósitos mas elevados, y sobre todo que las formaciones de los terrenos se hallen en el estado en que se depositaron, y no estén cortadas por trastornos, roturas ni grandes valles por donde pueda el agua escaparse. 5.º Y que será en vano buscar las ascendentes en terrenos cortados por anchos

y profundos valles, y en los que se muestran en la superficie cortaduras á pico.

Ademas de este uso tienen los pozos artesianos la de aplicarse para perder aguas sucias ó sanear terrenos pantanosos, abriendo taladros que penetran hasta una capa porosa ó permeable en la que se pierden las aguas nocivas. La teoría es la misma, el procedimiento igual, y solo se aplica en sentido inverso. Empleándolo convenientemente se han hecho fértiles terrenos pantanosos imposibles de cultivo, como la llanura de Paluns, inmediata á Marsella, que era un lagunazo sin desagüe, y la que saneó el buen rey René abriendo pozos hasta encontrar una capa cavernosa, en la cual se pierde el agua. Los pozos tienen brocales de piedra seca, y los conocen en el pais con el nombre de *embuys*; y tal pudiera haberse hecho en la laguna de la Nava de Palencia, con infinitas ventajas y economía de tiempo, capitales, y aun de disgustos consiguientes al estado en que se halla su saneamiento.

En fin, por lo visto en lo que llevamos dicho respecto al agua, podremos venir en conocimiento de su importancia y de su valor en la estructura del globo terrestre, y hasta qué punto determina, sostiene y modifica el desenvolvimiento de la vida orgánica.

Agente general de esta vida en los tres reinos, promueve y es el vehículo de las formas geométricas por la cristalización, y de las demás por la combinación y asimilación como sustancia alimenticia. En movimiento continuo circula de los mares, lagos y rios á la atmósfera, y de ésta á los mismos depósitos, dando lugar á una especie de movimiento sanguíneo, cuyo aparato respiratorio es la masa atmosférica.

Y si de estas consideraciones geogénicas descendemos á otras físicas no menos importantes, veremos al agua ser el disolvente general de la naturaleza, y el lazo que ata á los continentes, sirviéndoles de camino

movible sin recomposiciones ni gastos, y su vapor, multiplicando las fuerzas del hombre, crear un orden de cosas y una civilización desconocida en los tiempos antiguos; y las artes, la industria y el entendimiento humano ha tomado un vuelo que ni aun la imaginación sospechaba siquiera.

Y la naturaleza, siempre previsora, acumula sobre la superficie de la tierra grandes depósitos de agua, ya sólida ó líquida, que pueden mirarse como los almacenes adonde acuden todos los seres creados á buscar un elemento tan necesario á su modo de ser, y el hombre el agente de su pureza, de su comodidad, y de su fuerza y existencia en la civilización actual.



-movible sin recompensar ni gastos y su valor real-
 tiplicando las fuerzas del hombre, crear un orden de re-
 -civilización desconocida en los tiempos anti-
 -guos y las artes, la industria y el emprendimiento hu-
 -mano ha tomado un vuelo que en sus imaginaciones
 -esperanza alguna vez se veía. Pero el hombre no
 -de la naturaleza, siempre previene, acumula sobre
 -la superficie de la tierra grandes depósitos de agua, ya
 -sólida o líquida, que pueden retirarse como los almar-
 -nes donde quedan todos los ríos, ríos y lagos, un
 -elemento tan necesario a su modo de ser, y el hombre
 -el agente de su fuerza, de su comodidad, y de su fuer-
 -za y existencia en la civilización actual.



SESTA LECCION.

Examinamos en la leccion anterior la influencia de la estructura geológica de los paises sobre su estabilidad, y comprendimos el verdadero fundamento de la viabilidad de las naciones, resultado á que nos llevó el estudio de la distribucion del agua en la superficie de la tierra.

Pero no solo importa estudiar el agua bajo este punto de vista, puesto que su accion sobre la vida del globo nos hizo conocer las importantes funciones y lo que vale en la economía vital del universo. Y si bien hemos terminado al concluir el examen del agua el estudio de la parte exterior de nuestro planeta, resta, antes de entrar á conocer la costra terrestre, una parte que se halla sobre ella, que vive de la misma tierra, y que presenta además caracteres del mayor interés.

Será facil conocer por estas observaciones que hablamos de los seres que viven en todo el globo terrestre, no solo los que conocemos como animales, sino asimismo los vegetales: en suma, el objeto de nuestras investigaciones será examinar el conjunto de los seres

que, como dicen los geólogos, forman la *película orgánica de la tierra*.

Mas no se crea por esto que pensamos entrar en todos los detalles de un curso de zoología y de botánica; semejante proceder sería hasta inútil para el fin que nos proponemos, reducido á indagar las relaciones de los seres orgánicos con el globo terrestre, y las funciones geogénicas cuyos accesos han formulado su desenvolvimiento, y la vida tal como la comprendemos en la actualidad.

Y no solo encontramos seres organizados sobre la superficie de la tierra; además de los que viven, y cuyas superficies conocemos, existen en las capas de la tierra restos de seres tambien organizados, y que son una prueba evidente de la existencia de otra poblacion en épocas pasadas de la vida de la tierra, y debemos examinar estas dos clases de seres:

- 1.º El reino mineral.
- 2.º El reino orgánico existente. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Animal.} \\ \text{Vegetal.} \end{array} \right.$
- 3.º Reino orgánico fosil. . . . $\left\{ \begin{array}{l} \text{Animal.} \\ \text{Vegetal.} \end{array} \right.$
- 4.º Relacion de los tres, ó anatomía comparada de los tres reinos.
- 5.º Influencia de los terrenos, elementos geológicos, y de los accidentes locales sobre el desenvolvimiento del reino orgánico.

Sabemos que todos los cuerpos que constituyen el globo terrestre se dividen en dos grandes grupos:

- 1.º Inorgánico.
- 2.º Orgánico.

El primero lo forman todos los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos que constituyen la costra terrestre; pero si bien carecen de las cualidades esenciales á la vida, tal como la comprendemos, esto es, de movilidad y de la facultad de nutrirse y reproducirse, sin

embargo, los minerales son susceptibles de adquirir formas geométricas determinadas, crecen y se destruyen cuando llegan al contacto de agentes á propósito, y sus formas tienen dos tipos: 1.º Geométricas regulares. 2.º Derivadas de estas.

Las primeras son muy variadas, mas por la division mecánica se llega á ciertos núcleos imposibles de modificar, y que se conocen por formas primitivas: las de que proceden se llaman secundarias. Las primitivas son tetraedro, paralelepípedo, octaedro, prisma exaedro, dodecaedro romboidal, y dodecaedro triangular; y la ley de los decrementos es: 1.º Paralela á las aristas. 2.º A las diagonales. 3.º Intermedias. 4.º Mistas.

Se admitia en cristalografía que á cada composicion correspondia una forma determinada; mas los experimentos de Meserlich y otros han demostrado que los cuerpos se sustituyen en las combinaciones cuando sus átomos son iguales en número y forma, y por consecuencia afectan la misma los cristales. A estos cuerpos se llama isómorfos, y determinan la fórmula atómica.

Y no basta la naturaleza, ni el número, ni aun la figura de los átomos de los cuerpos para generar su figura y la vida que les es propia; otros agentes entran á resolver este problema: y se sabe ya del modo mas concluyente que el calórico, y sobre todo el estado de dos cuerpos, no solo determina el principio de la formacion de los minerales, sino que tambien modifica sus formas.

Porque es un hecho que todos los minerales la tienen mas ó menos pronunciada; las rocas se fracturan en tipos geométricos; los calizos y las cuarcitas en prismas romboidales; los basaltos y todas las rocas ígneas en prismas de 4, 6 y 8 lados con tendencia al cilindro; y aun las arcillas mismas por la evaporacion del agua se contraen y fracturan el terreno en formas exa-

gonales. En fin, si coinciden espacio, tiempo y reposo, los cristales toman las formas netas que les son propias.

Debemos deducir de estos hechos, que en el reino inorgánico existe una tendencia y un amor, simples, pero que á su vez indican una organizacion que le es propia en su caso.

El reino orgánico aparece con otros caracteres, y sobre todo se distingue del anterior en la circunstancia de no estar compuestos sus individuos de sólidos, líquidos ó gases únicamente como los inorgánicos; por el contrario, están formados de sólidos y líquidos, y aun de gases á la vez, en ciertas proporciones y bajo fórmulas que constituyen la organizacion; de modo que la accion recíproca de estos agentes determina cierta actividad y da lugar al fenómeno de la vida.

Esta funcion trae consigo el uso del cuerpo organizado y el gasto consiguiente de su masa vital; por manera que el individuo necesita:

- 1.º Dar estension al impulso vital.
- 2.º Mantener esta fuerza vital.

Con tal fin los seres organizados procuran apropiarse sustancias exteriores, asimilando parte de ellas y arrojando lo inútil; fenómeno vital que constituye la nutricion. Un crocodilo, un pino, provienen de un huevo y de un piñon, y su desenvolvimiento se debe á las materias que asimilan.

Pero todo lo que se usa se gasta, y tanto mas pronto cuanto mayor es su actividad, y los animales y vegetales que se forman pronto perecen pronto tambien. El trigo y la mariposa nacen, procrean y mueren en un año; la ballena y la encina, que tardan mucho en desenvolverse, duran siglos.

Esta alteracion de los cuerpos organizados, y que se repara con la nutricion, trae al fin el caso de la máquina á punto que sea ineficaz para reponer las pér-

didadas, y cesa su movimiento, la vida se estingue y el cuerpo muere; así la muerte es consecuencia natural de la vida, ó mas bien, estamos muriendo desde que nacemos; los encantos de la niñez ceden su lugar á las ilusiones de la juventud; desaparecen éstas con las pasiones de la edad madura, y á la vejez el aplanamiento de la vida de relacion reduce la del hombre á unas cuantas funciones de conservacion propia.

Esta ley general y destructora se compensa con otra, en virtud de la cual los seres se propagan; mas para ejercer estas dos funciones vitales, la nutricion y la reproduccion de los cuerpos, necesitan órganos á propósito; y por esta circunstancia se llaman organizados, y tienen las propiedades: 1.^a Organizacion. 2.^a Nutricion. 3.^a Reproduccion. 4.^a Mueren.

Varios son los órganos que entran á componer la vida en los seres organizados; pero aun cuando algunas clases y especies, como los cuadrúpedos y el hombre, los tengan acumulados, basta uno solo, el tejido celular, para determinar y sostener la vida. Este tejido es una sustancia esponjosa y elástica que permite el paso á los líquidos orgánicos para la nutricion y reparacion.

En otros cuerpos acompañan á este tejido algunas glándulas ó especie de filtros, en los que los fluidos orgánicos cambian su naturaleza, la sangre se convierte en la boca en saliva, en leche en las mamas y en bilis en el hígado, y sus vasos son los canales para conducir los líquidos ya elaborados, y con ellos la nutricion adonde sea necesaria.

La naturaleza ha combinado los órganos de manera, que los seres dotados de sensibilidad y de la facultad locomotriz, y por consecuencia con el poder de acercarse ó de huir de los objetos segun les esciten sentimientos agradables ó de disgusto, tienen un almacen en que depositan las sustancias asimilantes: y con esta prevision es posible su traslacion á distancias mas ó menos

considerables, llevando en el estómago los alimentos como en reserva para reponer sus fuerzas.

Otros, privados de moverse y fijos constantemente en el mismo local, se alimentan de los cuerpos que los rodean, y carecen de estómago; condiciones que separan el reino orgánico en dos secciones: vegetal, animal.

Sujetos los vegetales á la superficie de la tierra, carecen de órganos para apreciar las sensaciones, y de los locomotores, esto es, de nervios, músculos y canal digestivo, y reciben ya elaboradas las sustancias nutritivas que necesitan en su desenvolvimiento y multiplicacion; y por esta razon los vegetales tienen por base de su forma un tejido celular simple en algunos casos, y transformado en glándulas y vasos en la mayor parte.

Su forma está compuesta de partes que se refieren á las dos grandes funciones de su vida, nutricion y reproduccion, y se componen de raiz, tronco, hojas, flor y fruto.

La raiz á su vez la forman dos partes: 1.^a Cuerpo, prolongacion del tronco que fija el vegetal en la tierra, 2.^a Cabellera fibrosa, que absorve las sustancias nutritivas y repele las inútiles; y puede ser pivotante, fibrosa, tuberosa, bulbosa, &c., y anual, bianual, &c.

El tronco sigue una inclinacion opuesta á la raiz, se eleva sobre la tierra y busca la luz y el aire, venciendo cuantos obstáculos se le oponen. Lo forman dos partes: 1.^a La corteza, que es la piel del vegetal. 2.^a El cuerpo, que está compuesto de tráqueas ó vasos respiratorios, y canales de estraccion destinados á espeler ciertos productos, como la goma, &c.

El tronco varía en su forma, consistencia, estructura, direccion, superficie, dando lugar á las clases de yerbas, arbustos, árboles, &c., y los accidentes de cilíndrico, anguloso, &c.

Los botones son el embrión de las hojas ó de las flores, y pueden ser *floríferos* ó *folíferos*, y *mistos*; y

su estudio es utilísimo por su aplicación á los engertos.

Las hojas son unas expansiones membranosas, generalmente verdes, que nacen en el tronco ó en sus brazos, y se componen del limbo ó disco, y del pecíolo ó cola, y se clasifican por su forma, disposición, superficie, circunferencia, consistencia, duración, &c., y pueden ser opuestas, alternas, planas, convexas, lucentes, enteras, dentadas, caducas, persistentes, &c. Su uso en la economía vegetal es absorber y exhalar las sustancias, ó mas bien son los órganos respiratorios, y tambien gozan cierto movimiento, puesto que si se ponen en sentido inverso y de modo que el sol bañe la superficie inferior, se vuelven hasta tener la posición natural.

La nutrición tiene lugar en los vegetales por medio de la savia, licor que es la sangre de las plantas, y en virtud de la absorción, elaboración, asimilación, respiración y traspiración.

La absorción se hace en los poros que cubren toda la superficie de la planta, y la fuerza absorbente varía de intensidad en las raíces, en el tronco y en las ramas. La absorción se produce en la savia, que goza de un movimiento de circulación y en el cual cambia su naturaleza; la *ascendente* está imperfecta, y es la venosa; y la *descendente*, cargada ya de los elementos nutritivos, es la arterial, y su movimiento depende de las estaciones; es nulo en el invierno, activo en la primavera, en el estío se detiene, crece un poco en el otoño, y el calor y la electricidad son la causa eficiente de estos movimientos.

La asimilación se verifica en la descendente, y la respiración por medio de traquias situadas en la superficie inferior de las hojas, y en las que el aire atmosférico se pone en contacto con la savia, y la cambia de venosa en arterial; pero esta función se compone de dos muy

diferentes : 1.º La planta aspira el oxígeno. 2.º El ácido carbónico, espirando el oxígeno y asimilando el carbono, manteniendo de este modo respirable la atmósfera por su compensacion con los productos de la respiracion animal. La traspiracion tiene efecto por toda la superficie de la planta, y con ella se desembaraza de las sustancias innecesarias, produciendo las secreciones, que pueden ser líquidas, pastosas, y aun en estado de gas, como los olores.

Mas la principal, y aquella á que están subordinadas las demas, es la reproduccion; acto que la naturaleza no ha querido confiar á un solo camino, y en las plantas puede ser :

- 1.º Boton.
- 2.º Division.
- 3.º Flororacion.

En el primero el boton lleva el germen de otro individuo; el segundo está fundado en la circunstancia de tener los vegetales repartida la vida en toda su masa, y ser tal la simplicidad de su composicion, que basta una porcion de su ser para contener el germen de la especie y de todas las funciones vitales del individuo; pero el mas importante es el de la flororacion.

La flor encierra en sí misma los órganos de la generacion de la planta, y los sexos se hallan reunidos ó separados, y la naturaleza ha dotado esta parte de los vegetales con todo el lujo y la hermosura de que ha sido capaz; las formas elegantes, los colores vivos y los perfumes mas agradables, todos los accidentes los ha reunido y acumulado en esta funcion vital, como si hubiera querido interesar todos nuestros sentidos, y hacernos sentir su importancia en la cadena de la vida.

Los órganos principales son : 1.º Pistilos, femenino. 2.º Estambres, masculino; y son unisexuales cuando están separados en plantas diferentes; bisexuales ó hermafroditas si están reunidos en una sola, y se ha-

llan en ambos casos comprendidos en el receptáculo sostenido por el pedúnculo.

El acto de la reproducción se compone: 1.º Diescencia. 2.º Fecundación. 3.º Fructificación. 4.º Germinación.

La diescencia es el desenvolvimiento de la flor, que se verifica en la primavera, cuando el calórico y la electricidad se aumentan en la atmósfera; la época y la hora varía en las diferentes plantas, y el calendario y el reló de flores es muy variable; la primera cambia en los meses; la hora es por lo comun al salir el sol. Llegado el acto, el estambre arroja su pollen al pistilo, se forma el germen; y terminado el trabajo de la naturaleza, la flor perece. El nuevo germen cae sobre la tierra, y recibido en el seno de la madre comun de todos los seres y espuesto á la acción simultánea del agua y de un calor de 10 á 15°, germina y nace otro ser semejante.

Mas para estudiar las plantas es necesario clasificarlas. Tournefort fue el primero, tomando por base de su sistema la naturaleza del tronco y la forma y ausencia de la corola.

Linneo, con mas filosofía, tomó por la suya los órganos sexuales; y en fin, Jussier adoptó tomar en cuenta todas las partes de las plantas, y nosotros adoptaremos su clasificación como está admitida en los últimos trabajos geológicos, y dividiremos el reino vegetal:

1.º Agamas.

2.º Criptogamas.

3.º Gimnospermas fanerogamas.

4.º Phanerogamas monocotiledones.

5.º Phanerogamas dicotiledones.

Agamas son las plantas que carecen de órganos sexuales, de dos palabras griegas, *a* sin, *gamos* matrimonio. Criptogamas las que tienen órganos escondidos, de criptos, *ocultos*. Gimnospermas fanerogamas tienen

sus órganos manifiestos y semillas desnudas, de *gymnos* desnudo, *spermas* semilla, y *phaneros* manifiesto, evidente. Monocotiledones aquellas cuya semilla es de un glóbulo, de *mono* un, y *cotiledon* glóbulo. Y las dicotiledones, de *di*, dos glóbulos, y son las plantas mas perfectas, gozan de circulacion, y se componen de canal ó médula, capas leñosas y corteza, y sus crecimientos se verifican por capas concéntricas, y crece el tronco formando conos tambien concéntricos.

Las monocotiledones están formadas de un tejido entrelazado, afectan la figura cilíndrica, y la médula está repartida en toda la masa vegetal, dureza exterior, y sus movimientos desenvolviendo el centro.

Las demas, agamas, criptogamas, &c., carecen de flores, y aun algunas de hojas, no tienen ni vasos ni glándulas, y sí solo un tejido celular casi homogéneo, sin órganos de nutrición ni de reproducción, y con tal extremo, que su analogía es perfecta con los zoófitos.

El reino animal ofrece tambien diferencias muy notables comparado con los dos anteriores, y sus funciones son: 1.º Nutrición. 2.º Reproducción. 3.º Relación.

El agente de la nutrición es la sangre, en la cual están acumulados los elementos de todos los órganos, pasando por el corazón, arterias y venas, y dividiendo la sangre en venosa ó arterial, segun haya ó no servido á la nutrición.

En el primer caso se repara por la respiración, acto que la pone en contacto con el aire, y para el cual necesita un órgano especial y á propósito, los pedúnculos en unos animales y las agallas en otros.

Pero no basta que la sangre se rejuvenezca en la respiración; necesita además reponer la materia nutritiva, y lo hace el animal por la digestión, apropiándose sustancias alimenticias análogas á su manera de ser, y que se modifican en diferentes órganos, hasta quedar elaboradas y en disposición de asimilarse. El estómago

y los intestinos ejercen esta accion, alterando los alimentos por su combinacion con la saliva, el jugo gástrico, bilis, pancreas, &c., dando lugar á la formacion del quimo, el quilo y las materias fecales.

Los animales tienen los sexos separados, y su reproduccion se hace:

- 1.º Por division.
- 2.º Por huevos: ovípara.
- 3.º Vivípara.

En general esta facultad reproductriz está en razon inversa de la magnitud: la ballena, el elefante, el hombre solo producen un ser, cuando los insectos miles en un año; sin embargo, es de notar que estos parece tienen acumulado en este periodo todo el vigor prolífico de una vida de mas duracion.

En contacto los animales con los demas y con todos los cuerpos de la naturaleza, y con necesidad de apreciar las sensaciones exteriores, tienen órganos determinados á este propósito, y gozan de la vida de relacion; ésta se halla confiada á órganos especiales, que son: 1.º Un sensitivo destinado á recibir estas sensaciones: el cerebro y sistema nervioso. 2.º Otros que ejecuten la voluntad de este, y es el muscular.

El primero recibe las sensaciones por conducto de los sentidos, que son cinco en el hombre y en los mamíferos, pero no todos son necesarios; el tacto basta para la vida.

La locomocion se hace con los músculos, y apoyada en las palancas sólidas de los huesos, de tal modo combinados que cada uno está provisto de un músculo flexor, otro estensor ó antagonista, &c.

Además de esta facultad, algunos animales poseen la de formar sonidos; en algunos por la frotacion de algunas partes duras, como el grillo. En el hombre y en los demas que articulan sonidos se deben estos á las modificaciones del aire en un canal á propósito.

Todos estos elementos constituyen la vida animal; sin embargo, no puede ser continua, y el reposo les es tan necesario como su nutrición, y el sueño particular ó general de los órganos repara las fuerzas gastadas: algunos como la respiración no descansan hasta la muerte.

Los de relación duermen, pero no todos á la vez, y lo verifican por un orden en armonía con su importancia en el juego de la vida; el oído es el último que se duerme y el primero que despierta. Con estos datos, y con los que ofrece la organización de los animales, se dividen en

Vertebrados.

Moluscos.

Articulados.

Radiarios.

Los primeros tienen una columna vertebral ó tronco, á cuyo extremo se halla la expansión cerebral ó cabeza; en el mismo tronco se reúnen las cavidades torácica, intestinal y generatriz, y los miembros locomotores se articulan con la misma columna vertebral; tienen cinco sentidos, cuatro miembros, pulmones, sangre roja, generación ovípara ó vivípara, y los sexos separados.

Los moluscos carecen de esqueleto; sus órganos están protegidos por un manto carnososo ó con una capa caliza; el sistema nervioso lo forman ganglios; no reúnen cinco sentidos; carecen de miembros articulados; respiran por agallas, ó tienen fracción de respiración; sangre incolora; generación ovípara; sexos casi siempre reunidos.

Los articulados están compuestos de anillos separados y movibles, formando un esqueleto exterior; ganglios por sistema nervioso; miembros articulados á pares; los sentidos más desenvueltos que los moluscos; sangre blanca y fría; carecen de corazón, y respiran por toda la superficie de su cuerpo.

Están formados los radiarios al rededor de un punto; carecen de órganos sensitivos y de miembros articulados; pasan su vida fijos en un punto, y su generacion es escisípara.

Estas grandes secciones se subdividen en otras, y forman las de pájaros, reptiles, pescados; y las de pájaros, por ejemplo, en los de rapiña, perezosos, saltadores, gallináceas, palmípedas, &c., clasificándose en clases, órdenes, géneros, especies y familias, &c.

Si de los vegetales y animales vivos pasamos á examinar los restos que se hallan en las capas de la tierra, veremos en ellos restos de organizacion, y con la circunstancia de pertenecer á los dos reinos vegetal y animal, y que lejos de estar confundidos y mezclados guardan un orden en su distribucion.

Se llama fósil todo resto orgánico encerrado en las capas de la tierra, sea cualquiera su estado, y ya pertenezca al reino vegetal ó animal; y se presentan en diferente estado de conservacion y naturaleza. Los hay: 1.º Que conservan su materia componente. 2.º Que la han cambiado conservando la forma, sustituida aquella por la sílice, la cal, el hierro piritoso, y aun el óxido de hierro hidratado.

Sea cualquiera el medio, es de rigor la solidificacion de la materia que los envuelve. La cal y la arcilla son los mejores; las arenas no son tan á propósito; y para verificarse la fosibilidad deben concurrir al mismo fin las circunstancias accidentales que la acompañan.

Hay partes duras y poco accesibles á los agentes exteriores, como el pelo, las uñas, los huesos; al paso que las blandas, las carnes, desaparecen con prontitud.

Los animales que perecen sobre la tierra se descomponen con facilidad, y son muy difíciles de conservar; y como las condiciones de la descomposicion son la coincidencia del calor, la humedad y el aire, las de

conservacion serán envolver los cuerpos al abrigo del aire y del agua.

Hay, pues, fósiles vegetales y animales, y son ó se llaman *idénticos* los semejantes á los que viven en las especies, *análogos* los que entran en los géneros, y *perdidos* los diferentes de los que viven actualmente.

Los encontrados en las capas de la tierra en las diferentes formaciones componen dos grandes secciones:

1.ª MARINOS.

2.ª TERRESTRES.

Conchas.

Conchas de agua dulce.

Corales y esponjas.

Conchas terrestres.

Radiados.

Cuadrúpedos.

Reptiles.

Reptiles.

Pescados.

Pájaros.

Cetáceos.

Insectos.

Crustáceos.

Troncos de árboles.

Plantas.

Plantas y hojas.

Todas las plantas fósiles pertenecen respectivamente á las agamas, criptogamas vasculares y celulares, y phanerogamas, mono y dicotiledones; y el tiempo trascurrido desde el depósito de los terrenos mas antiguos de la costra terrestre á los formados últimamente, se divide en cuatro grandes periodos botánico-geológicos de duracion desigual, y en los que la vegetacion ha exhibido un carácter comun.

Cada uno de estos periodos está calificado por clases particulares de plantas, ó por una flora especial, y cada periodo abraza cierto número de las séries de las rocas estratificadas que forman la costra terrestre. No hay especies comunes en los periodos sucesivos, y en estos los cambios han sido graduales.

El primer periodo comprende la formacion carbonífera, y las capas inferiores que contienen restos orgáni-

cos; el segundo el periodo llamado de arenisca nueva roja; el tercero desde esta á la creta, y el cuarto todos los terrenos posteriores á la misma formacion cretácea.

Debemos notar que los periodos están separados por estratos, si no privados absolutamente de plantas terrestres, al menos que contienen muy pocas. Las plantas aparecen en los primeros estratos en que se hallan restos animales, y las primeras son marinas, y algunas materias carbonosas sin impresiones distintas.

En la formacion carbonífera se presenta con profusion, y ofreciéndose el rasgo de ser la mayor parte de la tercera clase ó criptogamas vasculares, que hacen las cinco sextas partes de la flora de aquella época, mientras que las que viven actualmente de esta clase son en pequeño número y disminuidas en su magnitud.

En este periodo la flora pertenece en su mayor parte á plantas que solo viven en las zonas ecuatoriales de dimensiones análogas; y de cuyo hecho se deduce que el clima debió ser análogo tambien en las zonas del norte en Europa y América.

En el segundo periodo es muy diminuta la flora comparada con los restos de animales. En la parte inferior pertenecen á las criptogamas vasculares, semejantes á las del periodo anterior, y en la superior corresponden á las coníferas monocotiledones.

El tercer periodo lo forman casi exclusivamente la tercera y cuarta clase, casi en proporciones iguales, y con la particularidad de carecer de las mono y dicotiledones.

En el cuarto, en fin, descubrimos ya el carácter de semejanza con las especies existentes; esta proporción crece de las capas inferiores á las superiores, y hasta el punto que la flora de los últimos depósitos terciarios se diferencia muy poco en carácter de la actual en los mismos paises.

Segun Mr. Brogniard, de 50.000 plantas existentes

y vivas hoy, solo 500 hay fósiles; pero debemos considerar que estas investigaciones están en la infancia, no solamente respecto al número de plantas, sino también á las leyes que habrán concurrido para su determinación. El siguiente estado de Mr. Brogniard manifiesta el número y clases de las plantas en los cuatro diferentes periodos á que hemos aludido:

	PERIODOS.				VIVAS ACTUALES.
	1.º	2.º	3.º	4.º	
Agamas.	4	7	3	13	7000
Criptogamas celulares.	»	»	»	2	1500
Criptogamas vasculares.	220	8	31	7	1700
Gimnospermas phanerogamas.	»	5	35	17	150
Phanerogamas monocotiledones.	16	5	3	25	8000
Idem dicotiledones.	»	»	»	100	32000
	<u>240</u>	<u>25</u>	<u>72</u>	<u>164</u>	<u>50350</u>

Si de los vegetales pasamos á los animales, notaremos que la existencia del reino orgánico en la primera época exigía para la vegetación un calor tropical y mayor cantidad de ácido carbónico: y justamente, los restos de los animales que aparecen por primera vez en las capas de la tierra, prueban que las fuerzas geogénicas animales coincidían con estas mismas causas. En el primer periodo encontramos un gran número de zoófitos de los géneros intertropicales y pescados de los sauroides. El paso del primero al segundo está marcado por la aparición de enormes reptiles que participan de la forma de peces y de aves, conocidos y llamados ichtosauros, plesiosauros, megalosauros. En la época segunda aumentan los insectos, y aparecen los mamíferos didelfos. La tercera la caracterizan mares habitados por cetáceos, y continentes por mamíferos pertenecientes á géneros estinguidos, como phaloterium, anaploterium, mastodontes, y confundidos los restos de animales pertenecientes á climas cálidos y templados. En fin, durante la

época aluvial antigua, los géneros estinguidos desaparecen poco á poco, y los animales de la creacion actual se apoderan del globo terrestre, dividido ya en zonas y climas segun las latitudes, las longitudes y alturas absolutas.

Ahora bien; si procedemos á estudiar y desenvolver los puntos de contacto de los tres reinos entre sí, y á verificar su anatomía comparada, veremos, que aun cuando decimos por lo comun que existen solo animales y plantas fósiles, no podemos desconocer que el reino mineral ó inorgánico ha contribuido en mayor cantidad á fosilizar la tierra, y que no solo nos presenta sus restos por donde quiera que observemos la costra terrestre, sino que sin ellos no habrian podido existir los demas.

Con efecto, tan luego como los agentes exteriores tuvieron accion sobre las primeras masas consolidadas de la tierra, las atacaron y descompusieron, arrastraron sus restos, y dieron lugar á la formacion de las capas y terrenos, que constituyen hoy la parte de agregacion mecánica.

Los minerales necesitaron además condiciones fijas para su formacion, fuerzas eléctricas, espacio, tiempo y reposo como las plantas y los animales. Cuando han concurrido estos elementos, se presentan bajo la forma de hermosos cristales, como el topacio, el diamante, la esmeralda, y muestran cuál es la organizacion que les es propia; y en el caso de faltar aquellos, han dado lugar á diferentes cristales informes, especie de abortos, como en los otros reinos.

Estas reflexiones, las de Mr. Fox sobre la formacion de los filones metálicos por las corrientes eléctricas, y los estudios de Meserlich y de Bequerell en la cristalización y electricidad por contacto, nos llevan á la conclusion, que el reino mineral tiene su organizacion que le es propia, que vive hasta el caso de ser destruido

por agentes exteriores, y que asociado á otros seres los busca y se goza en su compañía. Jamás el estaño estará en su criadero con el zinc ó con el mercurio, y sí con la axinita, el berilo y la esmeralda, á menos que despues de mutilado y arrancado de su criadero no sea arrastrado á depósitos, que son los cementerios del reino mineral en las diferentes épocas de la vida de la tierra. Hay por consiguiente minerales fósiles, y lo son todos los que han sido arrancados de su origen primitivo, ya se hallen solos, ya formando otros terrenos.

Pero es de notar además, que estas acumulaciones de los restos descompuestos de la parte material del globo terrestre varían en carácter y naturaleza, á medida que se apartan de los primeros tiempos; y lo que es mas todavía, que con ellos cambian tambien sucesivamente los depósitos de los restos orgánicos que contienen; y de tal modo se verifica este cambio, que las rocas y los terrenos modifican su color, su naturaleza y su estructura conforme subimos verticalmente en la série, al mismo compás que lo hacen los restos orgánicos; y existe una relacion determinada entre la situacion de los terrenos y el desenvolvimiento de la película orgánica, y puede representarse por una cuña cuyo vértice está en el punto mas bajo, y aumenta sucesivamente hasta ocupar toda la superficie de la tierra.

Pasando de estas consideraciones generales, ó su enlace con los depósitos fósiles de los animales y plantas, podremos considerarlos bajo sus clases, géneros, familias y especies, y notaremos que tambien las clases y géneros cambian subiendo verticalmente y las especies en direccion horizontal; analogía marcada con las rocas y terrenos.

Vemos ademas que los primeros seres orgánicos, tanto vegetales como animales, tienen la organizacion mas simple, el tejido celular, y este carácter marca á los agamas y zoófitos, y es propio del primer periodo. En

el segundo se presenta el aparato digestivo en los reptiles y con los monocotiledones; y en fin, el tercero el mamífero en todo su lujo con los dicotiledones, y podremos establecer tres grandes épocas: 1.^a De zoófitos, agamas y criptogamas en el terreno carbonífero. 2.^a El Lias con sus reptiles, calificado por estos enormes anfibios conocidos ya en la ciencia, y que son los plesiosauros, pterodáctilos, &c., y con los gimnospermas phanerogamas. La 3.^a los mamíferos y dicotiledones.

Además, los tres reinos tienen un enlace que se verifica en los minerales con los animales por los zoófitos, y con los vegetales por los musgos. Y este enlace de lo simple á lo compuesto se percibe en los animales, y de tal modo, que concurre la circunstancia especial de comprender los géneros estinguidos todas las clases superiores, al paso que los zoófitos y moluscos se conservan tal como estaban en los primeros tiempos de la vida orgánica, como parece natural, por la escala inferior de su organizacion, mas á propósito para plegarse á los cambios de los medios vitales y de resistir á las revoluciones terrestres, que los seres de una organizacion mas complicada aún que las plantas.

Estos vacíos en la escala orgánica han sido completados por la anatomía comparada y por los talentos de Mr. Cubier, cuyos trabajos, unidos á los de Lyell, Connybeare y otros, han atado los eslabones rotos de la escala vital.

Pero al notar este enlace, y á los zoófitos en el primer término de una série que acaba en el hombre, no es posible resistir al deseo de analizar y comprender cómo y por qué camino hemos llegado al estado presente de cosas; y aqui, como en todas las operaciones humanas, descubrimos una tendencia á sistemas mas ó menos fundados.

Existen, pues, tres grandes escuelas geológicas en esta gran cuestion: 1.^a La bíblica. 2.^a La que procede

de lo simple á lo compuesto. 3.^a La de Mr. Lyell, ó inglesa.

En la primera han procurado conciliar los fenómenos geológicos con las revelaciones de Moisés y con el testo de los libros sagrados: y ciertamente, es consolador y satisfactorio ver y notar que la creacion y la gran catástrofe del diluvio está probada en las capas de la tierra con caracteres que la hacen tan palpable como los hechos físicos. La base es que las fuerzas generatrices cambiaron en las seis grandes épocas ó dias del Génesis, segun cumplió á los altos juicios del Supremo Hacedor, procediendo de lo simple á lo compuesto en las diferentes épocas desde los zoófitos y moluscos al hombre.

La segunda está fundada en la marcha tambien de lo simple á lo compuesto, pero recibiendo modificaciones el primer tipo generado segun las indicaban é impulsaban las necesidades instintivas; y la organizacion ha crecido por grados, perfeccionándose sucesivamente, motivada por los esfuerzos de los animales, dirigidos á llenar los impulsos activos ó lentos de agentes exteriores é interiores. Asi, bajo este sistema la vista ó el órgano de la vision, es un resultado de la accion de la luz que habrá desenvuelto un ardor y una irritacion en un local al que acudieron las fuerzas generadoras para llenar el propósito de la indicacion: el brazo de un pájaro se habrá convertido en ala por sus repetidos esfuerzos para volar; el pie de las palmípedas en un remo con los repetidos en busca del movimiento sobre el agua. En fin, esta escuela supone que el Supremo Autor de lo creado hizo el universo y sus fuerzas geogénicas, y las dejó obrar en combinacion con las causas concomitantes.

La inglesa es de Mr. Lyell; se funda en la aplicacion de las mismas leyes de calor, humedad, fluido eléctrico, &c., que existen hoy, y esplicando el desenvolvimiento por la diferente distribucion de los mares

y tierras; circunstancia que cambiará indudablemente la calidad y efectos de los climas.

Pero si consideramos estos sistemas, no cabe duda que su discusion ofrece dificultades insuperables. El primero tiene en su apoyo fundamentos que no es lícito poner en duda; y si bien el segundo seduce hasta cierto punto, el de Mr. Lyell puede ser aplicado en ciertos fenómenos, pero no en todos: es preciso convenir que la suposicion de haber cambiado en épocas determinadas las fuerzas generatrices no está en armonía con el poder y la grandeza del Supremo Autor de lo creado; y además, las conquistas de la pantologia demuestran que los seres se mezclan en sus tránsitos de unas clases á otras, y mas de lo que se supone. Los mamíferos didelfos alcanzan al calizo jurásico, los peces al terreno de transicion, y se sospecha haya reptiles en el grupo carbonífero; y las capas de contacto ó de paso de un terreno á otro tienen asimismo géneros de tránsito: los criptogamos y los monocotiledones son ejemplo de esta verdad, y todo prueba que no se han verificado cambios bruscos y repentinos en la escala de la creacion.

Finalmente, Mr. Boue, geólogo francés, cree que las fuerzas generadoras del globo han sido y son las mismas en todos tiempos, pero se han podido ó no desenvolver los tipos generados segun lo han permitido las causas concomitantes de calor, humedad, luz, fluido eléctrico, &c.; y de aqui el resultado, que no siendo posibles ciertas clases, no han aparecido simultáneamente, y algunas solo han podido hacerlo en épocas determinadas, acomodándose á los medios cambiantes; siendo tales estas circunstancias hoy, que solo son posibles los últimos eslabones de la série, esto es, los intermedios entre los reinos vegetal y animal y ciertos infusorios.

Porque en la creacion se perciben ciertos planes ge-

nerales, sobre los cuales la naturaleza ha trabajado uniforme y simultáneamente, acomodándose á las circunstancias especiales del globo que debe alimentar estos seres, sean del reino vegetal ó del animal; teoría mas conforme con la inmensidad del Ser Supremo, cuya fuerza creatriz ilimitada por el tiempo se modifica con las circunstancias accesorias.

Parece además que el principio de la vida animal, desenvuelta mas tarde en pescados, reptiles, pájaros, mamíferos, estaba acumulada y confinada como en embrión en los sauroides, especie de peces carnívoros del Lias, y que se fraccionó despues en los grandes reptiles ichtosauros, plesiosauros, &c., que participan de los cetáceos mamíferos y de los terrestres pachidermes que han salido mas tarde de las manos de la naturaleza.

Y ciertamente, es facil conocer que la especie humana no es mas que una variacion del tipo primitivo (á parte lo espiritual); nuestro esqueleto es igual al de los mamíferos; y si podemos ejercer movimientos mas complicados, lo debemos á modificaciones bien fáciles de reconocer. La separacion del cúbito y el radio nos permite el movimiento de rotacion en la mano que no tiene el caballo, cuyo cúbito y radio están unidos y osificados juntos.

El ángulo facial es nulo en el pez, y crece por los reptiles y los mamíferos al orangutan, y en la raza humana desde el negro hotentote al blanco del Cáucaso, que es el mayor, y la inteligencia se desenvuelve en la misma proporcion; nula en el pez crece á medida que lo hace el ángulo facial, y es un hecho tan demostrado, que los escultores griegos por instinto dieron al Apolo del Belbedere, modelo de la perfeccion masculina, el ángulo de 90° , como indicando que es el mayor límite de las facultades mentales.

Pero el hombre no ha confiado sus restos á las capas de la tierra; y si bien en las cavernas inmediatas á

Lieje ha descubierto el doctor Smerling cráneos de la raza caribe con restos de carnívoros y algunos artefactos groseros de las tribus salvages, como puntas de flechas de silex y de obsidiana, son muy nuevos estos depósitos, y todo prueba que la especie humana ha llegado la última á pedir un lugar en nuestro planeta.

A tantas y tan importantes consecuencias puede dar lugar el estudio de la película orgánica, y el de su distribución en las capas de la tierra; en ella forman vastas colecciones de hechos auténticos, que revelan al hombre los trastornos y accidentes de la generacion de la tierra, y que no están sujetos como la memoria de los hombres á las alteraciones interesadas de la malicia ni á la rapiña de la ignorancia; y las momias y los gero-glíficos de Egipto no demuestran con mas verdad que en tiempos antiguos hubo en las orillas del Nilo un pueblo civilizado, que las conchas sepultadas en los Alpes y en los Pirineos atestiguan hubo un tiempo en que sus rocas se hallaban en el fondo del mar, cuya temperatura era igual ó superior á la de la zona tórrida, y que estaban pobladas por innumerables seres, de los que ni un solo descendiente goza ahora de la vida.

En fin, la pantologia está en su infancia; descubrimientos posteriores allanarán muchas dudas, rellenarán lagunas vacías al presente, y sus conocimientos actuales pueden formularse en las proposiciones siguientes: 1.^a Los reinos mineral, vegetal y animal están atados y tienen relaciones mútuas de organizacion. 2.^a Estos reinos han variado en las grandes épocas de la vida de la tierra. 3.^a Hay pasos ó tránsitos sucesivos en el orden de la creacion. 4.^a El hombre ha llegado el último á la escena de la vida, y forma el eslabon superior y el mas elevado en la generacion de los seres.

SÉPTIMA LECCION.

Fueron tan importantes y de tal naturaleza los fenómenos que nos ocuparon en la última lección, que á pesar de haber procurado reunir en ella lo mas notable y digno de observarse, podia y debia haberse estendido el examen á varias de sus secciones.

Dirigimos nuestros esfuerzos á dar una idea de los caracteres que separan los tres reinos, mineral, vegetal y animal; y analizando los seres que los forman, se nota que los animales se enlazan con los minerales por los zoófitos y con los musgos por muchos puntos de contacto de organizacion.

En los primeros animales, en los radiarios y en los moluscos, el esqueleto está en la superficie, y despues la necesidad de puntos de apoyo para la locomoción hace que se retire al interior; y algunos moluscos tienen ya una masa huesosa interior sin division alguna, que es el embrion de la columna vertebral desenvuelta en los peces, y que se prolonga por todos los seres.

Los reptiles sacan ya los órganos locomotores de la envuelta huesosa que los cubre; otros tienen dos miembros, y pasan á cuatro en los cuadrúpedos ó cuadru-

manos; y en fin, el hombre es esencialmente bimanos y bípedo.

El pez puede marchar horizontalmente y en continuo movimiento como el elemento en que vive; los anfibios, muy pesados y tardos en sus movimientos, tampoco pueden salir de la posición horizontal; los cuadrúpedos comienzan á sentarse y á levantarse sobre los miembros posteriores, como la cabra, el caballo y el perro; el mono anda con auxilio del palo, y el hombre bípedo tiene la posición vertical, y con ella, con la facilidad de revolverse en un pequeño espacio, de tocar á la tierra con solo el dedo pulgar del pie, la forma y la flexibilidad de su mano, y sobre todo la situación de su cerebro en la parte superior, y en donde como desde una ciudadela todo lo descubre y domina á su alrededor, le ha hecho el dueño y el señor del universo.

La vida de relación necesita su descanso, y los vegetales duermen durante el invierno; los reptiles descansan también en la misma época, y los demás animales y el hombre no podrían existir sin épocas alternadas de reposo y de actividad. Debe haber una proporción entre la vida de conservación y la de relación, ó mas bien esta no es mas que la parte escedente de la primera que rebosa. Los niños son muy comunicativos, la edad aminora este exceso de vida, y á la vejez se vive de recuerdos, y las esperanzas murieron.

Los vegetales se propagan por gérmenes que se destacan del individuo generador, la tierra los recibe en su seno, y luego el calor y la humedad determinan su desenvolvimiento. Los peces, los moluscos y los reptiles abandonan sus huevos, que se desenvuelven por las circunstancias accesorias de calor, humedad, &c.

Los pájaros tienen también gérmenes destacados, pero cuidan ya de sus hijos, los abrigan bajo su regazo, cuidan de su niñez, y solo los abandonan cuando tienen las facultades de buscarse por sí el sustento nece-

sario, y se separan para no conocerse jamás. Los didelfos destacan sus gérmenes vivíparos cuando no han recibido todo su desarrollo en el seno de la madre, y acaban de formarse en un aparato particular ó bolsa situada en el bajo vientre, especie de cuévano natural en el que son cuidados los hijuelos con esmero hasta terminar la gestacion.

Los cuadrúpedos nacen formados del todo, y despues la accion vital está reducida á integrar sus formas; pero como los pájaros abandonan su descendencia desde el momento que no necesitan sus cuidados, el hombre solo en la naturaleza conserva por siempre los lazos de familia, que atan al individuo generador con el generado; y esta hermosa distincion marca, honra y separa en la creacion á la especie humana.

Y no solo percibimos estos enlaces, sino que corriendo un poco mas las investigaciones veremos que, asi como la altura vertical separa las clases y géneros de los seres organizados, la horizontal lo hace con las familias y con los individuos.

La distancia al ecuador, la elevacion sobre el nivel del mar y las líneas isothermas, pronuncian diferencias en la organizacion de mucho interés. La nariz, órgano del olfato y centinela avanzada del estómago, no solo ejerce estas funciones, sino que además sirve de salida al exceso de materia traspirable que no puede escaparse por los poros; y en la zona tórrida, cuya temperatura mantiene á la piel en su completo trabajo útil, la nariz, innecesaria para el mismo fin, acorta su longitud y se retira á la frente; carácter que distingue á la raza africana. En la templada crece con la dificultad de traspirar: los gallegos, los vascos, tienen mas desenvuelto este órgano, y crece mas en los pueblos de Francia y Alemania, hasta que el exceso del frio produce el mismo efecto que el de calor, porque todos los extremos se tocan.

Los pies son pequeños, breves y descarnados en los países cálidos, como que la tierra seca y dura da mayor resistencia en menor base de sustentacion; el pie crece en los países húmedos y frios; todos los habitantes del norte de la Península, los catalanes, los tienen mayores que los andaluces, marcados por su pequeñez, y aun crece en Francia en Inglaterra; y en Holanda se aplasta, se estiende con la blandura de su suelo, y puede decirse de los holandeses que son los palmípedas de la especie humana.

Notando estas relaciones, y combinándolas con los terrenos, veremos que influyen poderosamente en el desenvolvimiento de la película orgánica, puesto que los seres tienen límites imposibles de saltar.

Comprenderemos por este medio que la distribución geográfica de los dos reinos vegetal y animal está en armonía con la division y distribución de los mares y continentes.

En el reino vegetal los árboles frutales de la Europa central dejan de madurar sus frutos á cierta latitud norte, y desaparecen á mayor altura; la vid, la higuera, el nogal, no maduran en el norte de la Inglaterra, y en Escocia desaparecen de todo punto. De 42 á 55° los bosques se pueblan de encinas, fresnos, plátanos, &c., y á los 47 desaparecen los frutos comestibles, como el castaño, el nogal, y de los 55 al 70 son reemplazados por los resinosos.

En Asia acaba el cultivo á 60°, en el Canadá á los 51, y los cereales trepan á 1600 toesas bajo el ecuador, y de 68 á 70° latitud norte no es posible su cultivo al nivel del mar.

Los animales tambien se dividen en zonas zoológicas respecto á su distribución. En el mar parece á primera vista que todo estará poblado, y no es así; y las observaciones mas concluyentes prueban que sus habitantes no penetran mas abajo de 30 brazas, y que la

película orgánica en el mar forma una capa de 30 brazas de espesor; fenómeno en el cual tiene mucha ó la mayor parte la luz para su determinacion. Entre este límite y el marcado en las montañas se distribuyen y reparten los seres que forman la película orgánica, y cada continente tiene sus especies indígenas; el caballo y el buey no habian penetrado en el Nuevo-Mundo, y las circunstancias de éste eran tan á propósito para su procreacion, que desde la conquista, rebaños numerosísimos de estos animales pueblan los desiertos del continente americano. En fin, al ver las relaciones de todos los seres organizados, al ocuparnos de su anatomía comparada, no podemos menos de reconocer que están ligados con muchos puntos de contacto, y que puede considerarse el reino orgánico en sus diferentes secciones como curvas derivadas de un centro comun, y con infinitos radios osculadores.

El estudio de la estructura de la tierra dice y explica la manera cómo se han poblado los paises, y el carácter y los caminos por donde han tenido lugar las emigraciones de los animales, y aun las rutas que ha llevado la civilizacion.

Generalmente disminuye á medida que se pasa de los terrenos primitivos, y en los mas recientes y al amor de las grandes corrientes de agua son las localidades en que la especie humana se ha multiplicado con preferencia. Las grandes capitales se hallan situadas sin escepcion en terrenos terciarios y aluviales, y á las orillas de grandes rios, Londres, París, Lisboa, Petersburgo y Roma. Constantino conoció la situacion de la capital de un gran imperio, y lo será siempre la antigua Bizancio, sea que se ostente sobre Santa Sofía la cruz ó la media luna, y Felipe II nos hizo mas daño en no haber establecido la capital de España en Lisboa, que es la natural de la Península, que con su intolerancia y despotismo.

Tantos puntos de contacto hacen patente la inmediata relacion de los seres que forman el universo y que forman una cadena, rota, es verdad, en muchos eslabones por las catástrofes del globo, pero que ha creado de nuevo los talentos de Cuvier, comprendiendo las verdaderas leyes del modo de ser y del tipo de la vida.

Con esta clave, y con el estudio de la pantologia, puede conocerse la historia cronológica de la tierra, y fijar la edad de sus terrenos.

DE LOS TERRENOS.

Cuando examinamos la parte exterior de nuestro planeta, dividimos su superficie en dos secciones:

- 1.º Mares.
- 2.º Continentes.

Pero lejos de formar los continentes una superficie unida, se hallan por el contrario atravesados en diferentes direcciones por bajos y alturas que surcan la superficie de la tierra, y determinan su aspecto ó figura exterior, constituyendo ésta la série de desigualdades que presenta, y que forman las arrugas de nuestro planeta.

Divídese, pues, la superficie de la tierra en dos partes.

- 1.ª Mas ó menos desigual: montañas.
- 2.ª Llanuras.

En toda montaña debe considerarse: 1.º Direccion. 2.º Inclinacion. 3.º Elevacion. 4.º Forma. 5.º Edad relativa. 6.º Origen. 7.º Influencia sobre la vida del globo terrestre.

Antes de ahora se llamaba direccion de una montaña la que presentaba su cresta ó parte superior, esto es,

la geográfica; pero estudiadas despues sus formas y las causas motoras de su configuracion, se llama direccion de una cadena de montañas la de la causa determinante que dió la forma y la fisonomía á la montaña, y que está en relacion con el movimiento de la costra terrestre que la produjo.

En Cornwall la direccion del monte Cambré en Redruth, ó mas bien de la península de Cornwall, es la de los islotes de granito, cuya inyeccion rompió las capas de skisto anfibólico (*killas*), y dió la configuracion que tiene actualmente.

Las montañas del centro de Estremadura, y aun la Sierra-Morena en la direccion de Almaden á Cantillana, se debe sin duda á la inyeccion de los islotes de granito que fracturaron á su aparicion las capas de skistos arcillosos y cuarcitas, y dieron á este pais la fisonomía notable que le caracteriza.

Estas direcciones deben considerarse en la superficie de una esfera, no en una que sea plana, y seguirán como es consiguiente la inclinacion de círculos, puesto que las secciones de una esfera lo son siempre.

Puede suceder que las causas generadoras de dos sistemas de montañas se corten y crucen, y entonces las direcciones son las resultantes de las dos fuerzas, notándose que en el punto de la comun seccion recrece la elevacion de la cadena como si se ayudaran las dos fuerzas mútuamente.

La inclinacion es el plano que presentan los dos costados de la montaña. Jamás es igual en los dos lados, ó bien nunca la seccion trasversal de una montaña es un triángulo isósceles, y siempre un lado es mayor que otro; el uno es escarpado, el otro se prolonga, y es mas suave en su inclinacion.

Generalmente las cadenas de montañas se hallan á la orilla ó á las inmediaciones del mar, y presentan á la costa mas próxima la inclinacion mas rápida. Los

Andes corren la costa del mar Pacífico. La cadena de la Escandinavia está mas próxima al mar del norte.

Las montañas presentan diferentes ángulos de inclinacion en sus pendientes, pero no son estos tan grandes como parece á primera vista. Por lo comun son de 3 á 4°, y la mayor 6; en grandes hundimientos jamás llega á 60, y lo comun es 36.

Pero si consideramos que la pendiente natural de la arena es de 16° y la de los cantos rodados 17, podremos deducir con Sausure que los Alpes, cuya inclinacion es muy superior á este límite, han sido levantados por fuerzas interiores; y este estudio es necesario y muy importante, porque tiene muchas aplicaciones; á la guerra por ejemplo.

En las inclinaciones de 8° pueden maniobrar y moverse las tres armas de infantería, caballería y artillería; de 8 á 13 solamente pueden hacerlo las dos de infantería y caballería; á los 13 la infantería únicamente, y á los 20 le es imposible á esta permanecer formada en orden, y solo en el abierto de tropas ligeras; en fin, á los 45° ningun arma puede mantenerse ni hacer uso de sus fuerzas. En las escaleras los tipos son de 2 y 1 ángulo de 26° para las comunes, y de 1 y 1 ángulo de 45 las de torres ó caracol, que fatigan mucho.

La inclinacion de las montañas no es la misma en ambos costados, una es siempre mas rápida; los Pirineos tienen su escarpado ó rápido del lado de España, la Escandinavia del de la Noruega, los Andes del mar Pacífico.

La elevacion varía; hay cadenas de montañas poco elevadas, al paso que otras levantan sus cimas orgullosas en la atmósfera; los Alpes, el Himalaya, los Andes, en general, las elevaciones de las montañas, están en razon de su estension; pero influye tambien su situacion respecto al ecuador en la zona tórrida: por la fuerza centrífuga debieron ser y son los mas altos; y aun se

creo que el número de satélites de un planeta lo hace asimismo en la masa y magnitud de las desigualdades de su superficie.

La altura se mide por el barómetro, y entran á resolver este problema la densidad del aire, la temperatura y aun la masa de la montaña. Para corregir estos elementos de cálculo hay fórmulas barométricas, fundadas todas en el tubo de Torricelly, y en el equilibrio de los líquidos en tubos comunicantes. El Chimborazo tiene 6630, los Alpes 4000; y estos y el Cáucaso son los mas elevados de la Europa.

Pero las desigualdades de la superficie terrestre no están acumuladas en un solo trazo; forman grupos mas ó menos estensos en longitud y anchura, y constituyen los grandes rasgos de la fisonomía de la tierra. Se dividen en: 1.º Cadenas centrales. 2.º Laterales.

Las primeras son las masas que se prolongan en bastante estension, y que determinan como el núcleo de su forma. Laterales son en realidad verdaderas ramas de las centrales, y pueden tener una direccion paralela, oblicua, y aun perpendicular á las centrales.

La longitud es el desenvolvimiento del grupo que compone la montaña; los Alpes recorren 350 leguas desde el extremo de la Italia hasta la Iliria, los Andes toda la estension del continente americano de N. á S., bajándose en el istmo de Panamá, y los Pirineos desde el cabo Creus al de Finisterre.

Anchura es el espacio comprendido entre sus dos flancos. Los Alpes tienen 30 leguas, los Andes varían de 23, 25, 80; aumentos que coinciden con los nudos ó cruceros de otros brazos de montañas. Las muy elevadas son estrechas, y las muy anchas tienen sus caracteres poco marcados.

Pero toda la superficie de la tierra no está accidentada con desigualdades; hay porciones mas ó menos

planas, y que se llaman llanuras; son de dos clases: 1.^a Bajas. 2.^a Elevadas.

Las primeras están al pie de las montañas, y son algunas inmensas, como las sábanas de América, en Buenos-Aires, en Costa-Firme, &c., la de Guadalquivir, Castilla, la de París, y pertenecen siempre á terrenos modernos.

Las elevadas se llaman *mesetas*, y las forman llanuras limitadas por escarpados en todos sentidos que bajan á otras llanuras mas inferiores. Hay muchas en las cimas de las montañas, y son de poca ó mucha estension. En Freyberg el terreno es una meseta surcada por valles; Méjico está situado en una meseta de 50 leguas de ancho y de 1660 toesas sobre el nivel del mar, separada de este por una llanura de 14 á 15 leguas, á cuyo extremo se halla Veracruz. Madrid está situado en una meseta elevada 608 metros sobre el nivel del mar, y la que se prolongaria al centro de Estremadura entre Tajo y Guadiana, y al pie de la Sierra-Morena, si se arrancasen los montes de Toledo y la cadena de Guadalupe y Miravete, puesto que los terrenos del Zujar y la Puebla de Alcocer están en la Serena á 602 metros sobre el mismo nivel.

Se llaman valles las depresiones que separan las cadenas laterales y trasversales de las montañas, y se dividen en paralelos y trasversales.

Son paralelos los que separan los ramales paralelos de las cadenas; trasversales los que fraccionan el tronco de la montaña, y lo hacen mas ó menos perpendicularmente á su direccion. Los grandes valles que separan las cadenas se llaman cuencas. El Guadalquivir corre en la gran cuenca que separa la de Granada de la Morena. El Guadiana, despues de atravesar los montes de Toledo y sus derivados en Villalta y hasta Orellana, entra en la cuenca limitada por la cadena Carpetana que corre á Portugal por Plasencia, y los ramales destaca-

dos de la Sierra Morena hasta Huelva. El Rhin, despues de salir de los Alpes, se desliza por el valle que separa la Selva-Negra de los Vosges.

Dos valles trasversales fraccionan el cuerpo de la montaña, y forman macizos que se llaman contrafuertes, y que determinan los valles de primer orden. A su vez los contrafuertes se fraccionan por otros valles perpendiculares á su direccion, y son los de segundo orden, &c.

Se llama línea de la division de las aguas aquella que determina su caida en direcciones opuestas. Los Pirineos la separan al Adour y al Ebro, ó al Océano ó Mediterráneo, y los Andes al Pacífico y al mismo Océano.

Las mesetas separan tambien las aguas: la del centro de nuestra Península obliga á las aguas y á todo su sistema hidrográfico á correr al O., y desembocar el Tajo, Guadiana, Miño, Duero, &c. en el Océano. En la meseta de Moscow 4 metros de desnivel bastan para separar las aguas al Báltico y al mar Caspio.

Dos valles opuestos en las cadenas de montañas forman una depresion en su línea de direccion y un paso que se llama puerto, coll, &c.

Los valles son: 1.º De levantamiento. 2.º De denudacion.

Los primeros no pueden comprenderse sin entrar en el análisis y en la esplicacion de los movimientos de la costra terrestre; movimientos que han determinado la fisonomía del globo y sus grandes catástrofes ó épocas vitales, y que merecen un estudio especial cuando lo hagamos del sistema de Mr. Elie Beaumont.

Los de denudacion se deben á la accion erosiva de las aguas; pero es muy raro (especialmente en los mas antiguos) el que no participe de las dos causas, y en que no entre como agente el movimiento de las capas de la tierra.

Cuenca está situada en un promontorio formado por la confluencia del Júcar y del Huecar, y sus aguas corren en valles de denudacion y levantamiento á la vez; las capas de margas, de calizos silíceos y aun de pudingas se corresponden en los escarpados de sus costados, cortados á pico, y ofrecen cortes geológicos muy importantes para el estudio de aquellos terrenos.

Y aun puede decirse que toda la region de la sierra de Cuenca está marcada por semejante carácter; y sus valles, que los habitantes distinguen de un modo muy significativo llamándoles *hoces*, forman sinuosidades muy curvas debidas al paso de grandes masas ó corrientes de agua.

El agua es la causa principal de la modificacion de los valles, y generalmente (ó mas bien siempre) todo valle supone una corriente de agua, que puede ser periódica, alternada, continua, &c., segun su origen, masa de agua, &c.

Generalmente el fondo de los valles está cubierto de cantos rodados ó cascajo de aluviones. El rio Pass corre por el fondo del valle de su nombre, y arrastra cantos rodados de gran magnitud pertenecientes al depósito del *diluvion* que ocupa la parte superior de las montañas inmediatas, y que el agua arrastra al valle y los mezcla con los verdaderos acarreos de dicho rio, y pueden inducir á error creyéndolos producidos por sus corrientes y arrancados de su criadero.

Los lagos se hallan por lo comun en los valles, y formados por la concurrencia de los flancos laterales de los mismos valles, y por un dique que se oponga al curso de las aguas. La profundidad varía en las llanuras, son poco profundas, al paso que en las altas montañas tienen mucha profundidad, como el de Génova. Varios de estos lagos forman series de valles en cascada, y cuyo dato es de sumo interés para determinar la edad de los depósitos.

Las montañas presentan formas diferentes, mas ó menos pronunciadas y características, y en las que influye mucho la naturaleza de las rocas que las constituyen, y pueden comprenderse en cuatro grandes grupos.

1.º Picos agudos y montañas muy elevadas, formadas generalmente por capas verticales y tejidos hojosos, como los Alpes, Pirineos, Estremadura.

2.º Formas redondeadas, taluz suave; Vosges Harze: se deben á terrenos de capas horizontales.

3.º Aplastadas con escarpados á pico, terrenos calizos; sierra de Cuenca, Jura.

4.º Cónicos: terrenos volcánicos.

Los nombres de las montañas están derivados de alguno de sus caracteres marcados: el Monte-Blanco en los Alpes por tener su cima cubierta de nieve; el Siegen-Gebirge, las siete montañas del Rhin, la Sierra-Morena, &c.

Pero conocida la forma y los accidentes que determinan las montañas, interesa conocer su edad ó la época en que se formaron; y si posible fuera, las que se han sucedido hasta darles el contorno y el conjunto que forman.

Que hay montañas de diferente edad geológica, ó mas bien, que unas han sido talladas con antelación á otras, lo dicen infinitos accidentes geológicos, y por ellos será, si no facil al menos seguro, conocer su diferente edad relativa.

Y no se crea que podremos fijar el año, el dia en que pudo formarse una escrescencia en la superficie de la tierra, pues que al hablar de la edad de las montañas queremos significar únicamente las épocas sucesivas que están escritas en su forma y estructura, y no haremos poco si encontramos el modo de conocer el calendario terrestre, y en él que se fijen sus grandes convulsiones ó movimientos.

o Tenemos afortunadamente para resolver este problema ciertos datos y elementos seguros, y no sujetos á la voluntad del hombre, y son exactos porque son hijos de la naturaleza y de sus fuerzas.

Y son las situaciones que presentan las capas adosadas á sus flancos. Si suponemos una montaña formada por un núcleo de granito que se manifiesta en su cima, y á cuyos flancos vemos recostadas capas mas ó menos inclinadas de calizos, y sobre estas otras arcillosas ó de cantos rodados y arenas horizontales, podemos decir sin temor de errar, que la manifestacion del granito fue posterior al depósito de las capas calizas, y anterior al de las de arcillas y demas horizontales; y por consiguiente que la edad relativa de la formacion de la montaña está entre el depósito del calizo y el de las arcillas: y podemos concluir, que la edad geológica de las montañas está ligada y se conoce por los depósitos adosados á sus flancos, y por la inclinacion y naturaleza de las capas que los constituyen. Los Pirineos tienen las capas del grupo cretáceo levantadas y muy inclinadas, y á su pie los terrenos terciarios vienen á situarse casi horizontalmente; y de consiguiente diremos que el levantamiento de dichas montañas es posterior al depósito de la creta, y anterior al de los terrenos terciarios, ó que se verificó en el intermedio de estos dos depósitos.

Y estos datos son los que pueden guiarnos en la determinacion de la edad geológica de las montañas, porque las rocas han sido depositadas unas con posterioridad á otras, formando una série vertical, y guardando el orden cronológico consiguiente á la superposicion consiguiente á su generacion.

Puede ocurrir que los trastornos de la costra terrestre hayan sido tales que se hallen invertidos ó confundidos estos eslabones; y en tal caso los restos orgánicos depositados y conservados en las diferentes capas, vie-

nen á su vez á determinar la edad geológica de los mismos depósitos; y de este modo la edad relativa de las fracturas de la costra terrestre y de la emision de las montañas, se calculan y determinan por dos condiciones: 1.^a Estado de las capas que forman la montaña, y su enlace con los terrenos adosados á sus flancos. 2.^a Fósiles de las mismas capas.

Todos estos elementos reunidos promueven la influencia de las montañas en la vida de la tierra; porque sus generaciones, crecimientos sucesivos, y su accion sobre los demas terrenos cambia la temperatura, la esposicion á los vientos, el sistema hidrográfico, y en fin, la fisonomía y aun el carácter de los terrenos.

Y no hacemos nada de mas al estender hasta estos límites la influencia de las montañas, y puede conocerse cuál será por lo que sería, si suponemosalzada una cadena en el Océano y hundidos á la par los Alpes, que pueden mirarse como la espina dorsal de la Europa, pues que estos accidentes no solo modifican y corrigen los contornos geográficos de las tierras, sino que influyen tambien en los límites de las zonas botánico-zoológicas.

Está probado que los mares son tanto mas profundos, cuanto mas sean elevadas las montañas de sus orillas: el canal de la Mancha, el estrecho del Sund son poco profundos; y el primero, segun Mr. Elie Beaumont, apenas tiene de profundidad la altura de la cúpula del Hotel de Inválidos de París, y en ciertas localidades no pasa de 8 metros, mientras que el estrecho de Gibraltar tiene 840, debido sin duda á la elevacion de las montañas de sus orillas, las columnas de Hércules.

Las montañas fraccionan los continentes, y son el esqueleto de la superficie terrestre; y no solo cambian la fisonomía de los paises, sino que influyen en el carácter, en la civilizacion y seguridad de los mismos. La

forma de los Alpes, la de los Pirineos, la de los montes de Escocia, de los Andes, Atlas, &c., introducen un nuevo factor en el carácter de la especie humana y en el de los animales que los pueblan.

El árabe es osado, generoso, ardiente como el caballo, su compañero y amigo de toda la vida. El suizo duro, fuerte, independiente como las cimas de San Bernardo y el Monte Blanco. El alemán reflexivo y contemplativo, como sus bosques y terrenos. El holandés activo, industrioso, por la necesidad que ha tenido de crearse hasta un suelo; imagen viva del castor.

Pocas leguas de mar bastan para establecer la distancia inmensa de carácter que separa al bullicioso y ardiente galo del concentrado, sistemático y calculador breton. Los dos aman con delirio á su país, corren á salvarlo á la menor sombra de peligro; pero ¿qué diferencia tan notable en sus costumbres, en su carácter, inclinaciones, y en el todo de la vida de estas dos naciones poderosas!

Sir ir mas lejos, en nuestro país el paso de un río, de una sierra, como se dice vulgarmente, y pocas leguas de distancia, establecen diferencias marcadas al extremo. El andaluz alegre, esbelto, magnífico, ¿cuán diferente del pesado, formal y reflexivo gallego! El valenciano, veloz como el viento, vivaz en sus concepciones, queriendo lanzarse al espacio con sus pies y con la imaginación, ¿podrá nunca confundirse con el grave y circunspecto castellano, con el membrudo y sesudo maragato?

Además, las montañas son los guardianes y los baluartes de las naciones; en su seno alimentan razas osadas y valientes, y sus valles y contrafuertes ofrecen posiciones militares á cuyo abrigo defienden tenazmente su libertad é independencia.

La Suiza, pobre pero feliz, debe su libertad á los Alpes, la Escocia á sus montañas, las del Atlas siem-

pre han mantenido una raza independiente, y aún resuena en sus desfiladeros el nombre de Yugurta; y en Asturias renació la monarquía española.

Pero las montañas, los rios, y estos grandes accidentes geológicos que fraccionan los continentes, engendran un principio de rivalidad y emulacion, que termina con mucha frecuencia en odios y violencias entre provincias, pueblos y familias.

Porque es condicion del mundo en que vivimos la lucha perpétua entre los elementos que lo forman; lucha que promueve y da el arranque á la vida y al modo de ser del universo.

Por este principio, los cuerpos se roban y sustituyen las combinaciones por su rango eléctrico, y este motor de conservacion propia establece un movimiento de guerra recíproca entre todos los seres creados.

Los minerales se destruyen y dan lugar á otras combinaciones; la cal hace la guerra á la potasa; en los sulfatos separa aquel matrimonio, y forma el sulfato de cal, mas viable en aquellas circunstancias.

Los animales herbívoros se alimentan de vegetales, y á su vez sirven de pasto á los carnívoros, y estos entregan despues sus despojos á otros animales que introducen la masa que los compone en el círculo de la vida; y la naturaleza no ha sido cruel al dar á los herbívoros el diente destructor que devora miles de plantas, y al tigre y al leon las uñas aceradas y un instinto carnívoro y sanguinario, puesto que al mismo tiempo dotó á las plantas de un poder reproductivo inmenso, y dió la astucia, la agilidad al débil, y el miedo como medio de conservacion propia.

El hombre mismo tiene apego á su familia, tribu, nacion, y mira con rivalidad al vecino, á la tribu inmediata, á la nacion limítrofe, porque el hombre busca un amigo al paso que un rival; y sus juegos, los placeres de sus sentidos y aun sus pasatiempos no valen

nada á sus ojos si no están sellados con la sangre propia ó con la de sus contrarios.

Y este principio de guerra y desunion es la causa de todas las virtudes creadoras del poder de las naciones; á ellas se deben las acciones heróicas y los trabajos científicos que han conducido el género humano á la altura en que se encuentra; su base es el fraccionamiento de la superficie de la tierra por los accidentes geológicos que han generado las diferencias físicas y morales que separan las distintas razas humanas.

Estudiando las montañas se reconocerá que forman los grandes rasgos de la fisonomía de la tierra, y que son uno de los elementos que mas influyen en el juego y modificación de la vida orgánica. Los terrenos montuosos retardan la civilización, ó al menos la comodidad y el bien estar en el suelo primitivo cristalino.

La misma civilización penetra y se filtra con mas facilidad en las cadenas cortadas por valles trasversales, anchos y profundos, que en aquellos poco estensos relativamente á su longitud.

Los terrenos mas espuestos al azote de la guerra son los paises de llanuras ó de grandes montañas, y sobre todo los límites centrales de un continente, como las orillas de los grandes rios.

En las enfermedades, la fiebre amarilla domina en las llanuras terciarias, y las nerviosas inflamatorias en los terrenos antiguamente levantados. En fin, los pueblos que viven en las cadenas de montañas siempre han sido libres é independientes; los de las llanuras han sufrido con mas resignación el azote del despotismo; y con estas indicaciones podrá comprenderse la importancia del estudio de las montañas, que tanto influye en el modo de ser y en el porvenir de la especie humana.

LECCION OCTAVA.



DESIGUALDADES.

Nos ocupamos en la leccion anterior de las desigualdades que presenta la superficie de la tierra, y procuramos conocer los accidentes y caractéres que determinan estas desigualdades.

Percibimos desde luego, que lejos de formar la superficie de los continentes una plana y unida, se halla por el contrario accidentada con altos y bajos, y constituyendo lo que llamamos las arrugas de nuestro planeta.

Para comprenderlos examinamos su direccion, inclinaciones, estension, anchura, forma, edad, &c.; y este estudio nos condujo á reconocer que no deben considerarse aisladamente tales elementos, pues que reunidos y de conjunto dan la fisonomía y el carácter á los grupos que llamamos cadenas ó sistemas de montañas, así como estas á su vez determinan de un modo enérgico y bien comprensible los trazos y los rasgos de la fisonomía de la tierra.

Los valles á su vez son como el contrapeso de las montañas, separan los ramales y contrafuertes, y son

la cuna y el regazo en que las aguas se reúnen para nutrir las grandes cuencas que separan las cadenas; ó mas bien, los valles forman el sistema vascular del globo terrestre, por el cual corre el agua que lo fecunda, y que con el calor genera el desenvolvimiento de todo el reino orgánico que puebla los mares y la tierra.

Pero esta no puede menos de sufrir alteraciones por la acción de varios agentes ya exteriores ó interiores, que causan trastornos y degradaciones, y debemos conocer los elementos que cambian y modifican su fisonomía, hasta el punto á veces de mudarla enteramente.

DEGRADACIONES.

La superficie de la tierra en toda su estension, ya esté bajo las olas del mar ó se levante y reciba los rayos del sol, y sea *sumergente* ó *emergente*, está espuesta á las acciones repetidas de los agentes que la rodean, y que alteran y modifican, no solo su fisonomía sino tambien su naturaleza; y estos agentes son de dos clases: 1.^a Exteriores. 2.^a Interiores.

El primer grupo comprende el aire y el agua, cada uno de por sí ó reunidos á la vez, y se llama atmosférico. El segundo se compone de la acción de la parte interior del globo sobre la exterior, ó mas bien: 1.^o De los volcanes. 2.^o De los temblores de tierra.

Hay sin embargo otros agentes que concurren con los anteriores á modificar la fisonomía de la tierra, y que son: 1.^o El calórico. 2.^o El trabajo de ciertos animales.

Pero la acción de estos agentes puede ó no ser constante; y se observará que alguna, como la del aire, obra continuamente, al paso que la del agua, volcanes y temblores de tierra ha sido y es en accesos á diferentes

épocas, que están escritas en la fisonomía del globo con grandes trazos que pueden mirarse como las cicatrices de sus padecimientos.

Todas las masas minerales que constituyen la costra terrestre están formadas de compuestos de diferentes cuerpos simples, y bajo las leyes atómicas de la composición química, y sujetos por consiguiente al poder de las mismas leyes atómicas, que determinan la forma y el modo de ser de todos los cuerpos minerales.

En estas combinaciones entra como elemento generador el rango eléctrico de los cuerpos, sean positivos ó negativos; y como las masas minerales que forman la superficie de la tierra están en contacto con el aire, con el agua en vapor ó líquida, y á temperaturas diferentes, su descomposición será una consecuencia precisa de estos elementos.

Segun Mr. Becquerell, pueden tener estos motores dos modos de ejercer su accion:

1.º Química sola.

2.º Electro-química.

Al ejercer su accion un cuerpo sobre otro, el que hace veces de ácido toma la electricidad negativa, y positiva el basico, y en este caso, el mas simple de la reunion de los cuerpos, solo hay restablecimiento de equilibrio del fluido eléctrico sin que produzca corriente eléctrica.

Pero si los dos cuerpos que suponemos en accion están en comunicacion con otro tercero bastante buen conductor de la electricidad, la corriente se establece, y con ella los efectos electro-químicos que alteran el modo de ser de los cuerpos; y para que tengan lugar estas reacciones lentas, es de rigor que al menos uno de los tres cuerpos en contacto sea líquido; y aun cuando uno de ellos sea mal conductor, la accion capilar suple con mucho la falta de conductibilidad.

Por manera, que cuando concurren estas circunstancias se forma un verdadero elemento de pila voltái-

ca, que desenvuelve masas de electricidad continúa si los cuerpos continúan en su situación eléctrica, y alterada si solo se verifica en épocas ó accesos.

Ahora bien; la masa que forma la costra terrestre se compone de cuerpos dotados de diferente rango eléctrico, se hallan mezclados, y á mayor abundamiento el aire, el agua y temperatura producida por el sol hace ejerzan sus reacciones químicas; y bien considerado, toda la masa terrestre será una gran pila eléctrica en continuo trabajo; ó mas bien, un laboratorio químico aplicado á la generacion y modificacion de la superficie de nuestro planeta, cuyos productos varían mucho, y pueden ser:

1.º En los minerales.

2.º En las rocas compuestas.

Notamos en los primeros que se forman nitratos de potasa, de cal y de magnesia; sulfatos de cal, magnesia y amoniaco y sosa, carbonato y cloruro sódico, alumbre, azufre, &c., sobre la superficie de las rocas á espensas de las sustancias componentes de las mismas rocas, y del oxígeno, azoe y ácido carbónico, del aire y de la humedad.

En los filones metálicos los mismos elementos del aire y humedad determinan la formacion de varios minerales, como el azufre, resultado de la descomposicion de los sulfuros de plomo, hierro, cobre, y tambien la de los sulfatos.

Los hidratos de hierro derivados de los carbonatos del mismo metal, el carbonato de cobre, el sulfato de cobalto, y en fin, todos los minerales estalactíticos de hierro, cobre, calamina y manganeso tienen el mismo origen.

Las rocas tambien padecen alteraciones á su vez, y la anhidrita pasa al estado de yeso combinándose con el agua. Las rocas aluminíferas se cambian en alumbre poco á poco; las cristalinas ó de agregacion, ricas en feldspato, se descomponen con mas facilidad, y las peg-

matitas, los granitos, neigs y pórfidos pasan al estado de kaoli ó al de desagregacion. Las doleritas ó basálticas al de wackas; las dioritas se hacen esteatitosas, y todas las rocas arcillosas emiten por la fricción ó el aliento un olor particular de búcaro.

El cuarzo está sujeto únicamente á la desagregacion mecánica, porque es inatacable por el oxígeno y la humedad; la mica, el anfíbol y la piroxena se descomponen porque el hierro se oxida y rompe su composición atómica: ciertas zeolitas probablemente son el producto de la descomposición de las rocas que las contienen; otras quizás sean debidas á sublimaciones.

Los skistos arcillosos pasan por la descomposición á las arcillas, y los calizos compactos modifican su testura y su color hasta tomar la de terrosa mas ó menos blanca.

Por consecuencia, el oxígeno, azoe y ácido carbónico y el agua, elementos del aire, atacan continua y constantemente la masa de la costra terrestre favorecidos por la temperatura, y procuran romper, y rompen en efecto, la fórmula atómica que determina su existencia.

Porque el conjunto de rocas que componen la masa terrestre son cristalizadas, ígneas, ó de agregacion ó sedimento. En las primeras el granito, el neigs y mica-skisto, compuestos de cuarzo, feldspato y mica en proporciones diferentes, tienen en el feldspato, la potasa y la sosa, y la mica el hierro que, ansiosos de unirse al oxígeno y á los ácidos carbónico y nítrico, forman compuestos solubles en el agua y rompen las combinaciones que determinaba su fórmula atómica.

En las rocas esteatitosas entra la magnesia, y forma ésta con los ácidos compuestos solubles tambien; y en fin, la piroxena y el anfíbol tienen hierro que es soluble al estado de sal, y rompe las combinaciones, formando con la potasa, la sosa, la cal y magnesia los

principios disolventes de las rocas, y que desatan los lazos ó matrimonios de las combinaciones químicas.

Rota de este modo la estabilidad química de los cuerpos minerales, entran los agentes exteriores, el agua y el aire, á separar los elementos ya descombinados, y por su accion química y mecánica forman una especie de apartado, produciendo diferentes fenómenos.

No siempre la desagregacion es el efecto de acciones químicas; en algunos casos lo es puramente mecánico, y debido á la introduccion del agua en los intersticios de las rocas, y á la fuerza de dilatacion producida por este líquido, y con su expansion ó congelacion repentina; pero la descomposicion es mas ó menos rápida en general, segun la humedad ó sequedad de la temperatura del pais. Los mármoles antiguos de la Grecia solo han cambiado su color blanco en amarillo bajo el cielo ardiente de la India; pero la humedad no da lugar á tan larga conservacion, y gran parte de la mutilaciones que presentan las estátuas encontradas en las ruinas de Roma y demas ciudades de aquel imperio, las de Atenas, Corinto, &c., y otros pueblos de la antigua Grecia, no son el hecho de los pueblos bárbaros que destruyeron el imperio romano; se deben á la accion del calor y de la humedad, y debemos ser justos, y no cargar á los compañeros salvages de Atila con mas que lo que realmente merezcan.

El aire altera las masas minerales químicamente, prestando sus elementos para la formacion de otros principios de nuevas composiciones; pero no es el único que produce. Sujeta su masa á movimientos mecánicos, transporta como fuerza motriz las arenas y minerales desagregados ya y reducidos á poco volumen por otros agentes, y traslada las arenas á diferentes distancias.

En Africa cambia continuamente las colinas móviles y arenosas del desierto, y carabanas enteras han sido á veces sepultadas bajo estas capas ambulantes de

arenisca movable, y las arenas de ciertas costas invaden los continentes y avanzan su esterilidad movidas por los vientos.

En Bretaña, en Francia, distritos enteros han sido sepultados bajo las arenas. En las Landas, entre Bayona y Burdeos, existe una montaña de arena de 60 pies de altura que avanza continuamente paso á paso á un pueblo inmediato; cada año esteriliza una porcion del terreno cultivable, y acabará por sepultar el pueblo entero; en fin, está probado por la esperiencia que las arenas avanzan en la Bretaña cinco á seis leguas cada 56 años.

La accion del agua se divide en dos tipos:

- 1.º Aguas dulces de la lluvia ó de los rios.
- 2.º Del mar.

La accion de la que cae de la atmósfera puede ser como la del aire: 1.º Química. 2.º Mecánica. En la primera es facil comprender ejercerá su accion como disolvente, y prestando el hidrógeno y el oxígeno para formar óxidos y ácidos, bien con el oxígeno y por el hidrógeno, y aun podrá entrar como elemento en los hidratos; y aun hará de vehículo en la formacion de las pilas y en el desenvolvimiento de la electricidad.

Como disolvente arrastrará en combinacion todas las sales solubles, sea á base de potasa, sosa, magnesia, cal, hierro, y será un auxiliar muy poderoso y eficaz en la destruccion de las rocas cristalinas y de sedimento.

Pero si bien el agua contribuye á las degradaciones de la superficie de la tierra por su accion química, lo hace con no menos poder cuando obra mecánicamente.

Al correr sobre la superficie de la tierra, obra: 1.º Reblandeciendo esta superficie por su calidad de líquido; y 2.º como fuerza motriz, chocando con su peso, y por la cantidad de movimiento, producto de la masa por la velocidad adquirida.

De aqui se sigue, que pasando el agua continuamente por la superficie de la tierra en su movimiento

de circulacion del mar á la atmósfera, reblandecerá las rocas y terrenos, llevará consigo las sales solubles, y moverá las porciones de las mismas rocas cuya magnitud esté en relacion con la cantidad de movimiento de la corriente de agua movable.

Y por este medio toda la superficie de la tierra quedará surcada mas ó menos por las caidas del agua, y formará valles conocidos por de *denudacion*, y que serán de poca ó mucha estension, y forman el sistema hidrográfico de la tierra.

Observando los efectos debidos al movimiento de las aguas, notamos que en ciertas localidades se hallan trozos destacados de rocas, cuyos criaderos están á mucha distancia, y cuya masa no se halla en armonía con el poder y la fuerza de las corrientes actuales de agua; y este hecho, justificado por la esperiencia, divide los efectos del agua en la desagregacion de la superficie terrestre en dos secciones: 1.^a Las debidas á las causas actualmente en accion. 2.^a Las debidas á otras mas poderosas y en épocas remotas de la vida del globo.

Las aguas que circulan actualmente sobre la superficie de la tierra varían de intensidad en las diferentes épocas del año, y son continuas ó alternadas: el trabajo de las primeras es lento y constante, y sus efectos son lavar y socavar la superficie de los terrenos, y llevar consigo los restos de las rocas cuya magnitud está en proporcion con su fuerza motriz. En la estacion de las lluvias aumenta su poder, crece su intensidad; y no solo estiende su esfera de accion á mayor superficie de terreno, sino que tambien son susceptibles de llevar en su compañía trozos de rocas de mayor magnitud.

De este modo las aguas de los arroyos, riberas y rios continúan desnudando la superficie de la tierra, y llevando consigo porciones de detritus que depositan despues á diferentes distancias segun las leyes del movimiento, y forman depósitos mas ó menos estensos, que

son una imagen en embrion de las capas de sedimento que vemos en la masa de la tierra, los calizos, la arenisca, los skistos aluminíferos, &c. Estos depósitos, debidos á los rios actuales, se llaman *aluviones*.

El Nilo todos los años en épocas marcadas sale de su cauce ordinario, inunda el Egipto, y fertiliza el país de tal modo, que sus habitantes han hecho un principio de culto su agradecimiento á estos beneficios en tiempos remotos, y construido depósitos de agua para completar la obra de la naturaleza, recibiendo el exceso ó suministrando la cantidad necesaria de agua hasta llevar la inundacion al punto debido.

Pero cada inundacion deposita su lecho ó capa de sedimento, y el nivel del terreno se eleva, y está calculado que lo hace cinco pulgadas por siglo; de modo que el suelo del Egipto se debe á los acarreos del Nilo.

El Po tambien ha determinado y determina la formacion del suelo de la Lombardía, que crece progresivamente; y el nivel de las aguas del Po está hoy superior á los techos de las casas de Ferrara; los canales han empezado en Europa por la Italia. El Rhin, el Mosela y el Mosa han creado el suelo de los Países-Bajos y la Holanda.

En el principio los habitantes de este último país vivian en casas de madera construidas sobre puntales, para retirarse á ellas cuando llegaban las inundaciones, y continuó de este modo añadiendo nuevas capas de sedimento hasta el momento en que pudieron encerrarse los rios y las aguas en canales, dejando algunos terrenos libres de las inundaciones.

Pero verificándose ahora los depósitos en el solo espacio de los cauces de los rios, sube continuamente su nivel; y de aqui la necesidad de recomponer tambien cada año los diques que los contienen, como sucede en la Holanda y en la Lombardía, y que el nivel de las aguas esté superior en algunas localidades al techo de los edi-

ficios; y continuará de este modo hasta el punto en que las aguas rompan los lazos que las sujetan, y nivelando las desigualdades producidas por la industria humana, abran una era nueva para aquellos países.

Los ríos forman depósitos en la desembocadura, aumentan los continentes y alejan las costas. El Ródano llena continuamente el golfo de Lion; Rabena, que estaba á la orilla del mar, hoy se halla á una legua, y el Travertino de Roma marca aún las señales y la dirección de la corriente de agua que ha formado este gran depósito ó almacén, de donde ha salido el material empleado en la construcción de Roma. El Misisipí deposita en su entrada en el mar grandes cantidades de acarreos, que algunos opinan llegan á 15 leguas por siglo.

Estos depósitos ó deltas aluviales formados en la boca de los ríos, y el taluz de los cantos acumulados al pie de los precipicios, pueden bien observados en periodos conocidos dar la clave, y enseñar con un cálculo retroactivo la longitud del periodo durante el cual están en acción las causas actuales: ó en otros términos, servir para conocer el periodo trascurrido desde la última gran convulsión que ha sufrido nuestro continente, y que determinó su forma física actual.

El Po aumenta, según todas las observaciones, 70 metros por año el continente ó terrenos de la Lombardia; y conociéndose aún los límites de la costa primitiva, puede calcularse el tiempo que ha sido necesario para producir el depósito aluvial que ha formado, debiendo notarse que este cálculo ha sido hecho, y que conviene con la época del Diluvio recordado en la Biblia; de manera, que en los deltas de los ríos tenemos, según De Luc, verdaderos cronómetros geológicos.

El mar corrige también y modifica al presente la forma de los continentes, y es una de las causas actuales de la degradación de la superficie de la tierra. Las

olas atacan ciertas costas, especialmente las espuestas á vientos fuertes y constantes, y los cabos y promontorios son minados y las costas mutiladas mas ó menos facilmente, segun la naturaleza y formas de sus capas.

En las costas que están muy inclinadas, como las de Vizcaya, el mar las combate con furor, y son peligrosas, y aun cortadas á pico. En las que presentan planos inclinados bajo ángulos cortos, su furor cede, descomponiéndose su fuerza por la ley del plano inclinado.

Pero aun en las que destroza el mar, sus trozos arrancados por las olas caen y forman barreras, en las que las olas rompen la fuerza, y disminuyen su potencia destructora. En otras localidades estos mismos trozos destacados son lanzados por el mar contra su criadero, y los baten en brecha á la manera de arietes.

Las costas del Sur de Walles, entre Bristol y Swansea en Inglaterra, están formadas por las capas del *lias*; el mar ataca este terreno, hace una especie de apartado, y redondea los trozos del calizo del *lias*, formando cantos rodados de cerca de un pie de diámetro, que despues de las borrascas acumula el mar en la costa, y de los que se hace un comercio importante para emplearlos como cal hidráulica.

De todos modos, el mar lleva sobre sus hombros los materiales arrancados por sus olas, y los deposita en otras costas; y sea como quiera su fuerza y su accion, la mas poderosa de las causas actuales de desagregacion, tiene una tendencia á limitarse á sí misma su poder, y limitándolo por un veto fundado en las mismas leyes que le impulsan.

Pero si el mar arrastra el detritus de las costas, y si los rios aumentan continuamente porcion de materiales que depositan en su fondo, parece que subsistiendo constantemente la misma cantidad de agua en el mar, deberia haber variado su nivel; y aunque en verdad hasta el presente no se perciba este aumento, sin em-

bargo, el adquirido por las mareas en ciertas localidades puede tener este origen.

Otra de las causas actualmente en acción, y que modifica la superficie de nuestro planeta, es el trabajo de los zoófitos ó pólipos litofitos, que en el mar Pacífico y en la zona ecuatorial elevan columnas de corales desde el fondo del mar á la superficie, dando lugar á la formación de bancos y aun de islas en medio de aquellos mares.

Necesitan estos animales cierta temperatura, y viven en la zona tórrida, trabajan y echan los cimientos de sus habitaciones en los bajos fondos, producidos quizá por acciones volcánicas, y en el Cabo de Buena-Esperanza hasta de 80 brazas de profundidad.

Continúan levantando sus trabajos hasta llegar á flor de agua, ó mas bien al punto de quedar en seco en la baja mar, y abandonan su empeño y descienden para levantar otra media columna de coral.

Establecido este punto de apoyo, las conchas marinas se establecen, sus restos cementan y reúnen la masa, y la elevan hasta que ya se manifiesta fuera de las aguas, presentando pequeñas islas calizas blancas en medio de las olas, ofreciendo un asilo á las semillas errantes en los mares, y las que bien pronto cubren de verde y sombrean con sus tallos, y al mismo tiempo sirven de puerto de descanso á los troncos de los árboles arrancados de otros continentes é islas, y á los insectos que viajan en estos buques naturales.

Los pájaros marinos, los trasmigradores, se establecen, sus materias fecales bonifican la calidad del terreno, la vegetación se aumenta y diversifica; y en fin, llega el hombre, construye su cabaña sobre un suelo fértil, debido á la descomposición de las hojas de los árboles, y se llama el señor y propietario de esta nueva creación.

Generalmente estas islas afectan la forma circular, la inclinación de las columnas que las sostienen es de 45°,

y presentan la figura de herradura abierta por el norte.

Al hablar de la acción del agua sobre la superficie de la tierra reconocimos un sistema de valles, cuya formación no está en armonía con las fuerzas y agentes naturales, y de consecuencia que son debidos á otras causas mas poderosas, y que han ejercido su acción en otras épocas del globo.

Las observaciones de los geólogos han puesto fuera de toda duda, que la superficie de la tierra ha sufrido diferentes veces tales mutilaciones, y aun en los primeros tiempos de la vida de la tierra, puesto que en los de transición se hallan pudingas; pero sea cualquiera el modo con que las aguas han surcado los continentes, en estos está escrito de un modo indudable, que la mas importante de estas catástrofes ha sido en un periodo mas reciente, y despues de la consolidación de las capas terciarias, producida por una gran corriente de agua que ha pasado sobre la superficie de los continentes conocidos, cubriendo con los detritus que arranca todos los valles, y dando lugar al último y grande cambio geológico que ha sufrido nuestro planeta; catástrofe en que fue destruida la película orgánica y truncada su serie, haciendo desaparecer razas y especies enteras de animales, como los anaploterium, faloterium, &c.; y estos depósitos de cantos rodados de diferentes rocas y formaciones mezclados juntos, y que cubren grandes extensiones de terreno, se llaman el *diluvian*.

El estudio de estos restos de rocas es de la mayor importancia, porque no solo nos da idea de la fuerza de la corriente por su magnitud, sino que además indican la dirección, conocido que sea el criadero y la matriz de que dependan los trozos destacados de las rocas.

Se nota además que hay en estos depósitos trozos de rocas cuyo criadero está separado á largas distancias, y

aun con grandes valles intermedios, y estos trozos de roca se llaman *cantos errantes*. En la cuenca de París y en la llanura de Grenelle, inmediato al campo de Marte, se hallan cantos errantes de rocas primitivas de los Alpes, y calizos del Jura; y el estudio de este valle ha hecho conocer fue tallado por una gran corriente, debida al desagüe de un lago que ocupaba el departamento de Cote d'Or, y que se varió en esta dirección por un levantamiento, que todo induce fue el último de los Alpes.

En el Jura se hallan cantos errantes de granito á 1900 pies sobre el fondo del valle que separa esta cadena de los Alpes en Chantron, frente á la desembocadura del Ródano.

En Inglaterra, en Silesia, en la Moravia, en Bruselas, Amberes y hasta Breda se encuentran cantos errantes pertenecientes á las rocas primitivas de la Escandinavia, separados ahora de su criadero por el mar Báltico.

Estos cantos errantes, situados en las alturas que se ha dicho, seguramente no deben su posición á los esfuerzos de Sisifo, y debemos buscar las causas naturales de semejante fenómeno.

La circunstancia de hallarse todas en una dirección marcada, y la de pertenecer á cadenas de montañas cubiertas de nieves y de hielos, ha hecho concebir que los movimientos de estos terrenos, los de Escandinavia por ejemplo, debidos á fuerzas interiores, quebrantó rocas y hielos, y estos han llevado á los trozos arrancados de aquellos, trasportándolos como en balsas á puntos mas elevados que los correspondientes á su peso. Igual fenómeno puede haberse verificado en los Alpes, y hasta el caso que los cantos errantes marcan dos épocas diferentes de levantamiento en estas montañas.

Podemos admitir como causas del fenómeno de los cantos errantes: 1.º Los trasportes verificados por gran-

des y poderosas corrientes de agua. 2.º El que se haya hecho en masas de hielo. 3.º Proyecciones de los movimientos de la costra terrestre.

Es además digno de observarse, que todos estos depósitos marcan el hecho de haber sido surcada la superficie de la Europa por una gran corriente en direccion N. E. S. O., direccion que afectan los grandes valles de Inglaterra, Francia, Alemania, España, &c.

Esta corriente ha dejado sus huellas é impresiones en la fisonomía de nuestro planeta, y numerosos grandes valles y depósitos de cantos rodados, que son otros tantos testimonios de su poder, de su fuerza, y de las convulsiones de la costra terrestre. En las orillas del Tajo existe una zona á los dos lados del puerto de Almaráz, en que se ve el depósito diluvial y de cantos rodados pertenecientes á terrenos primitivos de mas de un pie de diámetro, y que se prolonga hasta cerca de Zairaicejo.

Entre Jaca y Zarzamarcuello, los últimos contrafuertes de los Pirineos están formados tambien por estos cantos rodados: en el camino de Santander, en el valle de Pas, y en el puerto de Almansa, camino de Valencia, aparecen igualmente. En Francia ocupan grandes porciones de terreno, y en Inglaterra, en Swansea, en Gales, formados de cantos de la formacion carbonífera de la misma época que los que constituyen las colinas al rededor de Aix-la-Chapelle. Ultimamente, pasado Aranjuez y el valle de Antígola, en los cortes del camino se ve el depósito diluvial que se prolonga hasta cerca de Ocaña, y vuelve á reaparecer pasado el puerto desde donde se baja al valle de Cuenca; todo lo que prueba fue una causa poderosa la que lo produjo, y consignada en los anales del género humano con los recuerdos y creencia de un gran diluvio y trastorno producido por el agua, y recordado en la historia de los pueblos por el de Ogiges, Deucalion, Moisés, &c.

Mas si estos fenómenos contribuyen á modificar la fisonomía de la tierra, otras causas concurren tambien y con mayor accion si cabe, esto es, la de la parte fluida sobre la sólida, y la de los volcanes y rocas ígneas.

Sus efectos han tenido lugar en todas las épocas de la vida del globo, en todas la costra terrestre ha padecido modificaciones: y los trastornos de las capas que la constituyen demuestran patentemente que en las primeras edades eran muy repetidas, pero no tan poderosas como en las últimas acaecidas despues del depósito de los terrenos terciarios.

Los efectos producidos por la accion de la parte fluida sobre la sólida de la tierra son: 1.º Trastornos de la costra terrestre, levantamientos, hundimientos y terremotos. 2.º Arrojar lavas, cenizas y aluviones fangosos que cubren los valles próximos, y cambian el aspecto exterior de la tierra.

El movimiento de la costra terrestre, y los levantamientos y hundimientos que produce, son hechos consignados y tan patentes en la historia de la tierra, que actualmente pasan á nuestra vista. La isla de Santorin salió del fondo del mar en tiempo de Séneca; el Monte-Nuevo, de 600 pies de altura, se levanta en el local que ocupaba el lago *Lucino* en el año de 1538.

En el de 1759 en el reino de Méjico, y en una llanura llamada Jorullo, se hinchó un espacio de terreno de cuatro millas cuadradas, y se levantó á 524 pies, y toda esta estension se cubrió de mil conos volcánicos, y en su centro seis mayores, y de 1200 á 1695 pies de elevacion, y con la circunstancia de hallarse esta localidad 46 leguas del volcan mas próximo; y en las islas Canarias y en las Azores los fuegos subterráneos han sido la causa eficiente de su elevacion y formas físicas actuales. El temblor de tierra de la Calabria trastornó el terreno y puso los olivos oblicuos.

En la Suecia el terreno se levanta insensiblemente

en las costas, y en las de Chile se tiene por los habitantes como fuera de juicio, segun Buch, á toda persona que no dé crédito al levantamiento de sus costas.

Y todos los hechos relativos al movimiento de la costra terrestre y á sus volcanes, demuestran que hay en el globo regiones volcánicas, y una de ellas se dirige de E. á O. desde la Persia á las Azores, comprendida en el mismo trópico desde Persia, Alepo, Santorin, Canarias, y pasando por el Mediterráneo.

Jamás han obrado aisladamente los fenómenos volcánicos. En 1647 precedió temblor de tierra á la erupcion del Etna, pasada la cual cesó como si hubiera sido el precursor de este desahogo del interior de la tierra.

En 1652, 53 y 54, se estendió desde Portugal á Constantinopla; en 1655 fue el temblor de tierra de Lisboa, y comprendió desde los Alpes, el África, Bohemia, Francia, Inglaterra, las Barbadas, Lima, habiendo cesado la columna constante de humo que arroja el Vesubio, absorviéndola y arrojando sus fuerzas en otra direccion.

Tantos hechos repetidos hacen ver que la vida de relacion del globo necesita tambien de reposo, y que la série de las agitaciones de la costra terrestre y la de sus descansos, ha tenido lugar en periodos intermitentes, y puede representarse gráficamente por una curva de la especie de las parábolas.

Mas de todos los trastornos volcánicos, el que ha dejado huellas mas profundas en la memoria de los hombres ha sido el acaecido el año 99 de la era cristiana en el reinado de Tito, y con el cual fue sepultada Pompeya, y sorprendida una poblacion durante su sueño con una lluvia de cenizas, de tal modo, que despues de diez y ocho siglos ha sido descubierta por el acaso, y su desgracia es el único medio de poder apreciar el estado normal de aquel tiempo.

Porque en este mundo en que vivimos, las costum-

bres, las creencias y aun las maneras se modifican, y á la vuelta de una ó mas centurias, ni conservamos siquiera los recuerdos de aquellos tipos, cuando con la catástrofe de Pompeya nosotros, hombres del siglo XIX, con nuestro exclusivismo y sistema positivo, hemos podido ver el estado de la sociedad en la nacion mas civilizada del siglo I de la era cristiana, y las casas y los utensilios, y en las esquinas los anuncios en aquella mañana que no llegó para los espectáculos públicos, y las rodadas de los carros; y aún parece que resuena el ruido de los pasos y el de las togas de los hombres que iban al foro! Y con estos datos, no solo hemos comprendido el estado moral, religioso y social del reinado de Tito, sino tambien el sagrado del interior doméstico, desconocido quizás absolutamente para los hombres de aquella época.

Los mismos volcanes han cubierto distritos enteros de lavas, cenizas, y aun de fango en diferentes periodos. Catánea fue destruida por una corriente de lava del Etna; pero no solo producen los volcanes estos efectos, sino que detienen el curso de las aguas, y dan lugar á la formacion de lagos.

Y los terremotos alteran la situacion de las capas de la costra terrestre, y en la Península el distrito de Granada estará sin duda en relacion con el Cabo de Gata, volcánico por escelencia, y con los volcanes apagados de Cataluña, de Olot, y aun con la region volcánica de la Italia.

La intensidad del poder ígneo ha debido ser mayor en otras épocas, y aun poco despues de la última gran catástrofe que ha sufrido la superficie de la tierra, ó del diluvian, puesto que hay regiones de volcanes apagados cuyos cráteres han atravesado las capas terciarias y sus lavas las han cubierto, como en Auvergne, el Montdore, en Ungría, en la Italia, de los que el Vesubio aún está en actividad; y estos hechos,

y los terremotos actuales, los anuales de la Sicilia, los de Granada, Murcia y demas que se reproducen en toda la tierra, son pruebas evidentes que el suelo sobre que vivimos no está en perfecto reposo, y que dura aún y con vigor la lucha entre las fuerzas interiores y exteriores del globo, y que aún no se ha dormido en el sueño de la muerte la casa en que vivimos, conservando en accion estas causas ó agentes poderosos que concurren con los exteriores á modificar y dar nuevas formas, y á cambiar continuamente la fisonomía de nuestro planeta.



y los terremotos brutales, los anales de la Sicilia, los
 de Granada, Africa y demás que se reproducen en
 toda la tierra, son pruebas evidentes que el abelo no
 vive que vivimos no está en perfecto reposo, y que
 una voz y con vigor la lucha entre las fuerzas inte-
 riores y exteriores del globo, y que aun no se ha dor-
 mado en el sueño de la muerte la casa en que vivimos,
 considerando en estos días las cosas que se agitan y
 que se concurren en el mundo a modificar y dar
 nuevas formas, y a cambiar continuamente la fisono-
 mia de nuestro planeta.

LECCION NOVENA.

Hemos visto que la superficie de la tierra, compuesta de sustancias sólidas, está sujeta á la acción destructora de los agentes que la rodean y que la envuelven, y que estas causas, no solo afectan y modifican su forma exterior, sino muchas veces tambien su naturaleza.

Estas causas son interiores y exteriores, comprendiendo este segundo grupo el aire, el agua y el trabajo de ciertos animales, y en su mayor parte la acción atmosférica que obra de dos modos: 1.º Por un efecto químico, prestando los elementos de que se compone para romper las combinaciones, dando nacimiento á otras nuevas. O bien mecánicamente, como fuerza motriz, arrastrando porciones de las rocas, y trasladándolas á diferentes localidades.

Comprendimos con este dato la formación y el origen de los grandes valles que surcan la superficie de la tierra, y el de la gran catástrofe conocida por *diluvian*, que no solo ha mutilado esta misma superficie, sino que

rompió la cadena de los seres organizados, acumulando sus restos á los que ya lo estaban de las épocas anteriores, preparando por este medio quizás los principios de animalacion, y el empuje necesario para que la creacion lanzase al hombre sobre la tierra.

En las causas interiores reconocimos la accion de la parte interior sobre el exterior de la tierra, y con ella los volcanes, terremotos y todos los accidentes de lavas, cenizas, fango y demas deyecciones volcánicas, que algunas veces han sido de peces y aun de palmípedas habitantes de lagos subterráneos, y con la circunstancia de carecer estos últimos de plumas.

Conocidos estos grandes rasgos de la fisonomía de nuestro planeta; sabido que la superficie se compone de partes elevadas llamadas montañas, y de profundidades que son los valles, y que despues de su generacion han estado y están espuestos á las acciones mas ó menos conocidas de agentes constantes ó periódicos, pasemos á conocer estos terrenos, y la vida y la naturaleza de la costra solidificada de la tierra sobre la cual vivimos, de la que obtenemos nuestros alimentos, y á la que debemos confiar los restos de nuestra forma y composicion material, despues de haber llenado el término que nos está asignado en la fórmula de la vida.

Si procedemos al examen de las masas minerales que forman la costra terrestre, notamos desde luego que se compone de sustancias muy diferentes por sus caracteres físicos, por los químicos, y aun por su manera de ser.

Lo primero que se ofrece á la observacion es la tierra cultivable ó mantillo, compuesto de restos vegetales y animales, y arcilla, arena y cal en diferentes proporciones.

Separando esta envuelta artificial en los terrenos cultivados, y en los que no lo están debida á la descomposicion del reino orgánico del local á que se refiera, encontramos depósitos ó lechos mas ó menos profundos

de cantos rodados, arena, turba, calizos, arcillas y lignites.

Pasada esta série, se halla un gran depósito de cal, y despues lechos de arcillas, calizos, areniscas en cierto orden de superposicion. Bajados aún estos escalones, se presentan capas de calizos, de arenisca, de arcilla y de carbon; y descendiendo mas, siguen en la série capas de cal, mas duras y compactas, y en último caso constituyen el escalon final de la série masas minerales duras, algunas con tendencia á la estructura hojosa, pero las mas macizas y cristalinas en su composicion total.

Y es muy digno de notarse, que cada una de estas masas tiene sus caractéres propios que la distinguen con una filiacion reconocible, y aun que todas guardan un orden inalterable de superposicion, y tan determinado en la ley, que jamás una inferior ocupa el lugar superior, á menos que trastornos reconocibles y marcados con la mayor claridad hayan invertido su posicion natural; y si llamamos la série de estas masas *A*, *B*, *C*, &c., hasta *R* por ejemplo, jamás encontraremos la *C* sobrepuesta naturalmente á la *A*, ni ésta debajo de ninguna que le sea inferior.

Además de este carácter de suma trascendencia para traducir la historia del globo en que vivimos, notamos que algunas de estas masas ocupan extensiones mas ó menos dilatadas, y de manera que su longitud y anchura es siempre con exceso relativamente á su grueso, y terminadas además en todas direcciones por planos paralelos. En tal caso se llaman *capas*, *mantos* ó *estratos*, voz derivada de la palabra latina *stratum*, cama.

Otras masas por el contrario no aparecen con esta forma geométrica, y por lo comun están en masas informes, y con el carácter de ser duras, compactas, insolubles en el agua, cristalinas ó en formas geométricas, como el basalto, bien en confuso como el granito; y

estos caracteres las dividen en dos secciones bien pronunciadas: 1.^a Masas en estratos ó estratificadas. 2.^a Masas no estratificadas ó cristalinas.

Nótase tambien en estos grupos de la costra terrestre, que en el primero ciertas y determinadas capas están como asociadas, siempre juntas y reunidas bajo ciertos lazos de familia y de fraternidad, y separadas de otros grupos que las preceden ó siguen en la série por accidentes bien marcados, ó mas bien por alguna de las grandes convulsiones del globo. El grupo carbonífero está siempre compuesto de capas de carbon alternadas con skistos aluminíferos y areniscas; el cretáceo de la arenisca verde y marnas y la creta blanca con el silex piromaco; el terciario lo componen la arcilla plástica y lignites, asociados con los yesos y el calizo mas ó menos silíceo.

De modo que observamos en la série de superposicion grupos de familias de diferente naturaleza, testura y composicion, que parece gozan en hallarse reunidos, y que es un carácter de su existencia estar asociados, pero sin mezclarse con los vecinos que los rodean. A estos grupos, formados ó compuestos de cierto número de individuos ó capas, que se presentan siempre bajo el mismo orden de superposicion, se llaman *formaciones* ó terrenos, y diremos que lo son un conjunto de capas ó mantos siempre reunidos, y formando parte de la estructura del globo terrestre.

En algunos de estos terrenos se nota que presentan y contienen sus capas restos orgánicos vegetales ó animales, mientras que en otros jamás se hallan estos restos; y con la circunstancia que, lejos de hallarse confundidos sin orden ni concierto, guardan el mas exacto, y con ellos la memoria de su propia historia escrita con caracteres inteligibles á todas las naciones del mundo, incapaces de destruirse ó falsificarse, y por las cuales se puede llegar hasta una demostracion matemática

del orden y de la vida de los mismos terrenos, y de las capas que los forman.

Y tambien debemos advertir, que los terrenos estratificados están compuestos de minerales procedentes de la masa no estratificada, y muchos de ellos, como las pudingas y las brechas, de cantos rodados ó fragmentos, reconocibles ellos y sus matrices ó criaderos; y esta circunstancia demuestra que los no estratificados han sido preexistentes á los estratificados, caracteres y circunstancias que establecen los límites naturales de los terrenos, y con ellos se han dividido en dos grandes secciones:

1.º Primitivos, que fueron formados antes de los estratificados y con antelación al desenvolvimiento de la organizacion.

2.º Estratificados ó secundarios, ó bien: 1.º Sin restos orgánicos. 2.º Con restos orgánicos.

El primer grupo lo forman sustancias insolubles en el agua, como el granito, el neigs, mica-skisto, y por consecuencia no formados por este menstruo; pero su testura y la naturaleza de sus masas les dan mucho enlace con las sustancias arrojadas por los volcanes; y aun en 1834 se han encontrado en los hornos de cobre del Hartz cristales de feldspato idénticos á los del granito, generados en dichos hornos, lo mismo que los de la piroxena en los de hierro.

El segundo está formado de capas, cuyos accidentes demuestran haber sido depositadas en mares ó lagos, sirviendo de medio el agua, y se llaman de sedimento, constituyendo los dos grupos en que se dividen todos los terrenos:

1.º Primitivo, ígneo.

2.º De sedimento.

El primero procede de la parte inferior á la superior; el segundo por orden inverso de alto abajo.

Parecerá á primera vista que aventuramos algo al

establecer esta clasificacion, cuando quedan por reconocer grandes espacios de terrenos de la parte emergente de nuestro planeta, y cuando los $\frac{2}{3}$ están enmascarados por los mares; sin embargo, lo visto hasta el dia de hoy, y la constancia de los caracteres que hemos apreciado y los de las rocas conocidas, hacen admitir que conocemos y estamos al alcance de cuantas forman la costra terrestre, y que sabemos y conocemos los materiales empleados en la construccion de nuestro planeta por el grande arquitecto del universo.

Y los reconocimientos hechos demuestran la verdad reconocida; que la situacion respecto al ecuador ó las zonas no influye absolutamente en la generacion del reino mineral; que las rocas son las mismas en sus caracteres en el polo y en la zona tórrida, y que el reino mineral, opuesto y enteramente distinto del orgánico, no se modifica por su situacion respecto al ecuador, ó bien que el calor exterior no ha entrado para nada en la generacion de sus grandes masas ó miembros.

El grupo ó seccion de sedimento comprende la mayor parte de la série que cubre actualmente la superficie de la tierra, pero á su vez se fracciona en otras porciones bien reconocibles y separadas por caracteres marcados; de modo que podemos establecer que la série de terrenos estratificados ha sido depositada en paises de diferente edad geológica, y que la distribucion de estas masas, su estension, y aun la naturaleza de sus aguas, han sufrido modificaciones mas ó menos pronunciadas en los distintos periodos de la vida de nuestro planeta.

En este concepto se subdivide el grupo de los terrenos de sedimento en varias secciones, y todas reunidas componen la clasificacion de los que constituyen la costra terrestre.

Y para mayor claridad, admitiremos la clasificacion que esté mas en práctica, puesto que si bien existen

otras, carecen de la sancion del uso del tiempo, y de la práctica.

Se dividen los terrenos en: 1.º Primitivos ó ígneos. 2.º Sedimento.

Los primeros se subdividen en dos secciones: 1.ª *Cristalinos*. 2.ª *Hojosos* ó con tendencia á la cristalización, y presentan los dos el carácter de no tener restos orgánicos.

Los de sedimento se dividen: 1.º Terrenos llamados antes de *transicion*, que forman como el paso á los secundarios, y ahora se conocen por el *grupo de la grawaka*. 2.º Terrenos *secundarios*, que comprenden desde la arenisca vieja roja hasta la creta inclusive. 3.º Terrenos *terciarios*, desde este depósito al diluvion. 4.º Cuaternarios ó de formacion actual. 5.º *Volcánicos* ó *plutonianos*, que han atravesado toda clase de terrenos, y jugado en todas las edades de la tierra.

Estos diferentes grupos se fraccionan tambien en varios miembros, y los secundarios subiendo en la série de: 1.º Grupo de la grawaka. 2.º Arenisca vieja roja. 3.º Carbonífero. 4.º Arenisca nueva roja. 5.º Lias. 6.º Jurásico. 7.º Cretáceo. Y los terciarios en: 1.º Arcilla plástica. 2.º Calizos. 3.º Arenisca, &c.

Penetrando mas aún los terrenos, se subdividen en otras secciones que forman los elementos de su composición, y que son las capas que lo forman.

Cuando consideramos estas masas en pequeño, y para conocer únicamente sus caracteres, las llamaremos rocas; pero si estendemos el examen á mayor escala, y buscamos sus límites, relacion con otros, sus tránsitos y la parte que puedan tener en la economía vital del universo, los llamaremos terrenos. El granito es para nosotros una roca cuando consideramos su estructura cristalina confusa y compuesta de cuarzo, feldspato y mica, que es duro, insoluble en el agua, &c., pero si estendemos las consideraciones á sus relaciones con otros

terrenos, á sus tránsitos al neigs y mica-skisto, á sus contactos con otras rocas; y finalmente, á su aparicion en diferentes épocas, é influencia consiguiente en la configuracion de los terrenos, entonces el granito deja de ser individuo aislado, adquiere mas importancia, y entra á formar parte de la costra terrestre, y constituye el terreno de granito.

El calizo, mirado aisladamente, es un carbonato de cal, que puede ser mas ó menos compacto, variar en su color, testura y aun en los restos orgánicos que contenga, y distinguiremos porcion de variedades de calizos; pero si como en el caso anterior estendemos las consideraciones á mayor altura, entraremos en el dominio de los terrenos, y diremos formacion del Jura, del lias, cretácea, &c.

Estas rocas de sedimento afectan ciertas formas, que se llaman capas cuando componen una porcion de terreno comprendidas entre planos paralelos; y las hay pequeñas, como: 1.º Masas aplastadas. 2.º Venas. 3.º Grandes capas.

El estudio de las capas minerales es importante, no solo en lo que tiene relacion con su estructura, naturaleza, forma, &c., sino aún mas si cabe por la parte que tienen en la estructura y fisonomía de la tierra, y aun tambien como cronómetros geológicos para medir la edad relativa de sus trastornos y convulsiones.

Para estudiarlos convenientemente examinaremos: 1.º Estratificacion. 2.º Espesor. 3.º Inclinacion. 4.º Direccion. 5.º Naturaleza. 6.º Composicion. 7.º Accidentes.

Se llama estratificacion la posicion de dos ó mas capas ó lechos diferentes sobrepuestos unos á otros como las hojas de un libro, y se observa en las que presentan los cortes naturales que están marcados, y que se sobreponen de diferentes maneras. En el canal del Manzanares se ven los cortes del valle de denudacion en que corre el rio, y formados de capas de yeso, y margas

y calizos; y en las colinas de San Isidro del Campo las de calizos horizontales casi, y que corresponden á las descubiertas en la cuesta de la Vega; pero además de esta disposicion, que indica fueron formadas en mares ó lagos, presentan la de tener diferentes límites en longitud y anchura, y estendiéndose á porciones muy distantes en diferentes continentes. Las capas de carbon de Bélgica se prolongan hasta los departamentos del norte de la Francia; y esta consideracion, y el estudio de sus caracteres, guió en estos últimos años á buscar con la sonda el carbon, y se halló, y con él la prueba de que se estiende hasta dicha localidad la formacion carbonífera de Bélgica; y las observaciones posteriores han conducido á los geólogos á mirar las diferentes formaciones de Galles en Inglaterra y la de Bélgica como una misma; y quizás con el tiempo podremos decir que la de Asturias es asimismo parte de este grupo, y que los tres trozos reconocidos lo son de un todo roto sin duda por la irrupcion del mar, que produjo el canal de la Mancha despues del depósito del grupo cretáceo, cuyas capas iguales en composicion, en restos orgánicos y aun en estratificacion, se ven en los cortes de las colinas de Dober y de Calais.

El espesor de las capas varía en los terrenos y aun en las capas, y con la circunstancia de ser siempre muy inferior á su estension en longitud y anchura.

En el terreno terciario de París las capas de calizos y de arcillas varian estremadamente; algunas de calizo basto adquieren mucho desenvolvimiento en las colinas del arco de Triunfo de la Estrella, y las arcillas muy poco, al paso que estas crecen mucho en Tongres.

Pero las capas no están siempre horizontales, y las hay horizontales, inclinadas y verticales. Esta inclinacion depende de los movimientos de la costra terrestre, y está siempre en relacion con la causa perturbatriz, ya sea levantamiento, ya provenga de hundimientos. Las

del campo carbonífero del país de Gales están muy trastornadas en Pontipool, y mas en el contacto de ciertas rocas volcánicas que han determinado movimientos en aquella parte de la superficie de la tierra. Las que forman las sierras de Estremadura, especialmente las cadenas que surcan la dehesa de la Serena, compuestas de cuarcitas y skistos aluminíferos, están casi verticales. El monte sobre que está construido el castillo de Cañete es un contrafuerte de la cadena que viene de Cuenca, y que se adelanta al sur, y fuerza al río Cañete á inclinarse en la misma direccion hasta que encuentra un paso en el puerto que separa el pueblo del cerro en que estaba la torreta. Esta y el castillo están contruidos sobre la cresta del estribo, y la componen capas de un calizo azulado compacto y casi verticales; y de esta disposicion nace la dificultad de construir depósitos de agua ó algibes en dichos fuertes por la filtracion del agua, pasando por los planos de contacto de las capas del calizo; y los directores de sus obras no apreciaron esta dificultad del terreno y tocaron la de trabajar en balde, y que era imposible conservar el agua en los algibes.

En general puede decirse que la mayor parte de las capas de los terrenos secundarios son horizontales, y verticales las de los primitivos; pero hay muchos ejemplares que modifican esta ley: y en los Alpes, en el Jura, las areniscas y las capas terciarias están muy inclinadas; y aun en la isla de Wigh en Inglaterra se hallan estas mismas capas terciarias verticales.

Puede establecerse en consecuencia: 1.º Las capas de los terrenos primitivos están verticales y aun en ondulaciones; las carboníferas menos, y sucesivamente pierden la inclinacion hasta las horizontales únicamente en los últimos aluviones modernos; pero en todos los terrenos están tanto mas inclinadas cuanto mas próximas se hallen de las montañas ó de las causas perturbatrices.

Los terrenos volcánicos presentan el ejemplo de carecer de estratificación, y se agrupan bajo este concepto con los primitivos.

Como la inclinación de las capas origina que se presenten en formas mas ó menos escabrosas, y en planos mas ó menos estensos, ó en picos agudos, se sigue que la inclinación de las capas determina la forma de las montañas. En Estremadura son de cuarcitas y casi verticales; y mutiladas por su fraccionamiento, toman la forma dentada y el aspecto de una *sierra*, origen sin duda de este nombre genérico de las montañas. Además su sección vertical es triangular; y con el carácter de formar mogotes aislados de los que han sabido sacar tanto partido las diferentes naciones que han invadido la Península, y nosotros mismos en las guerras civiles. Por esta razón el fundamento mas seguro de nuestra independencia consiste en la forma física de la Península, cortada por cadenas de montañas, en las que puede prolongarse una guerra tenaz y en detalle, que al fin aniquila los ejércitos mas numerosos y aguerridos; pero esta misma disposición del terreno proporciona á un enemigo poderoso y establecido en el país los medios de prolongar su dominación estableciendo líneas de fuertes en parages inaccesibles que le sirven de bases de operaciones, almacenes y puntos de retirada, hasta el caso de dominar á su sombra el territorio adyacente. Con un sistema semejante los árabes prolongaron su dominación 700 años, y podemos marcar los límites de su poder en diferentes épocas por la serie de castillos que coronan nuestras montañas, desde la cueva de Covadonga hasta las Alpujarras; y la campaña última de Aragón ha probado el partido que puede sacar un enemigo audaz y activo, y que no repare en medios, de estos accidentes, debidos á la configuración de nuestras montañas.

Se llama dirección de una capa la sección con un

plano horizontal; inclinacion es el ángulo formado por la misma con el horizonte. Se determinan estos dos elementos del modo de ser de las capas con la brújula; y el método consiste para la primera en colocar aquella de modo que su línea de N. y S. coincida con la de la capa, y despues se nota la direccion de la aguja y los grados que se separa de la anterior.

La inclinacion se mide con la misma brújula, sirviendo de plomada ó cuadrante. Es de notar en este particular, que las capas conservan una constancia marcada en su direccion en las mismas cadenas de montañas, y que se halla en relacion con las mismas montañas, con los levantamientos, y aun con las causas generadoras de las arrugas de la tierra.

La testura de las capas es por lo comun hojosa y paralela á los planos de las mismas; hay sin embargo excepciones, pero puede conocerse con exactitud, ayudándose con los cristales si son de dimensiones proporcionadas.

Humboldt tenia el sistema de creer que las capas siguen la misma direccion en todas las localidades; pero por los estudios posteriores de Mr. Elie-Beaumont en esta materia, se ha reconocido que hay muchos en las direcciones de las capas de la tierra, y que se ligan con otros tantos levantamientos ó hundimientos de montañas. Sausure y otros geólogos han visto en los Alpes: 1.º Que las pudingas y rocas areniscas están en posicion vertical. 2.º Que ciertas rocas se suceden y asocian bajo un orden regular; y estos hechos han conducido á creer que la formacion de los terrenos se debe á causas que se han renovado con el mismo orden de intensidad. No de otro modo que en los tubos de hierro de Newcastle, destinados á conducir las aguas cargadas de sulfato de cal y polvo de carbon de piedra, se distinguen los depósitos del dia y de la noche por el color, debido á la interrupcion del trabajo en esta última, asi como en cada

siete capas de los dias de la semana la correspondiente al domingo es blanca y doble que las demas.

La naturaleza de las capas y sus accidentes físicos de testura, color, &c., varía con la edad del terreno á que pertenecen, y tambien con la influencia de ciertas rocas ígneas. Las primeras de los calizos que aparecen en la estructura de la tierra son de colores oscuros, que aclaran á medida que subimos en la série, y lo mismo sucede en su compacidad; el lias es ya mas ó menos blanco sucio; la creta blanco mate y testura terrosa. Los primeros skistos aluminíferos son duros, y mas ó menos jaspoídeos por el contacto del granito ó de otras rocas ígneas; en el grupo del carbon es mas blando, y en los terciarios son arcillas.

Pero el principal carácter, y que distingue las capas de un modo determinado, es el de los restos fósiles que contienen.

Desde luego existen capas sin restos orgánicos y otras que los tienen; carácter que los separa con claridad. Las primeras son las de gneis, mica, skistos; el segundo grupo compuesto desde los calizos y grawakas, en que se notan ya los primeros síntomas de organizacion, hasta las capas de los aluviones mas modernos de los rios actuales.

Y esta circunstancia, enlazada con la inclinacion, es la fórmula para resolver el problema de la edad relativa de los terrenos. Con efecto, al hablar del repartimiento de la película orgánica del planeta en que vivimos hicimos conocer el orden con que se hallan repartidos los restos orgánicos correspondientes á las diferentes edades, y vimos á los zoófitos en las primeras capas y los primeros habitantes de la tierra; despues los moluscos; que los reptiles califican la época secundaria, asi como los grandes mamíferos la terciaria; y en fin, el hombre la cuaternaria. Por manera que conociendo estos restos orgánicos, podremos conocer tambien hasta el modo y

la manera de la formacion de las capas y de los terrenos.

Porque si vemos restos de conchas fluviátiles y en familia como se hallan estos animales, diremos que las capas que los contengan habrán sido depositados en lagos de agua dulce, y si los fósiles fueran marinos lo serian en el mar; y si las capas compuestas de cantos rodados están en posicion vertical, cuando sin duda estos cantos se colocarian horizontalmente, deduciremos que precedió su depósito al movimiento que levantó despues estos terrenos. De este modo las capas de la tierra son verdaderos gabinetes que conservan las antigüedades del globo terrestre, ó mas bien, grandes bibliotecas que contienen los manuscritos de la historia de la naturaleza, y que bien estudiados y traducidos nos enseñan los cambios, las revoluciones y los trastornos que se han sucedido en diferentes épocas y con diferente intensidad en el mundo, de que somos una parte integrante.

Pero las capas están sujetas á ciertos trastornos, y consiguientes á ellos presentan varios accidentes:

1.º Horizontales, que no forman continuidad, y separadas por valles de denudacion, como sucede en la creta, que despues de su depósito ha sido surcada por corrientes de agua que han mutilado su masa, depositando en las infractuosidades las capas del terreno terciario. El valle de Manzanares es un ejemplo de esta forma en el canal de Madrid.

2.º Horizontales sobre capas inclinadas.

3.º Inclinadas sobre inclinadas.

El primer grupo supone han sido las capas consolidadas y mutiladas despues. El segundo se verifica cuando un sistema ha sido depositado y trastornado, y sobre él se deposita otro posteriormente; y se dice están en estratificacion discordante. En fin, el tercero cuando se han sucedido dos dislocaciones una en pos de otra trastornando el terreno.

El origen de estos accidentes es el movimiento de la costra terrestre, y se explica con facilidad por la teoría de los levantamientos y hundimientos, y notándose están en relacion con las causas perturbadoras de la situación geológica de los terrenos, y con ella pueden marcarse las épocas ó edades relativas de las capas de la tierra, y aun el horizonte geognóstico de los terrenos.

Además de estos accidentes las capas presentan: 1.º Cavidades. 2.º Hendiduras. 3.º Vetas.

En las capas calizas especialmente se hallan cavernas, vacías unas, otras llenas, y que son grandes y estensas en los calizos de transición, y mas aún en los carboníferos, y aun en el jurásico. En las areniscas no son tan comunes, y menos en los terrenos primitivos.

Las causas producentes de estos accidentes pueden ser: 1.ª La acción disolvente de aguas cargadas de ácido carbónico. 2.ª Las olas del mar. En el terreno calizo se nota que las capas han conservado su estratificación de las épocas ó edades relativas del globo, y aun el horizonte geognóstico de los terrenos.

Su origen en los calizos podrá haber sido la disolución de la masa caliza por aguas cargadas de ácido carbónico, ó en otros casos la acción de las olas del mar; y cuando las capas han conservado su estratificación, es una prueba evidente que las cavernas son el producto de causas locales. Son muchas las cavernas que hay en las rocas calizas de la península, y en las de Cuenca existen varias, y una llamada de Pedro Cotillas, en el nacimiento del Huecar, de mas de cincuenta varas de profundidad.

Una circunstancia notable de las cavernas es la de contener depósitos de huesos de animales mamíferos análogos ó no á los actuales, y aun á veces mezclados con restos humanos.

Las que se hallan en la arenisca nueva roja son ver-

*

tales, y se llaman chimeneas, y son vacíos dejados por masas de sal gema que han sido disueltas por las aguas.

Las hendiduras pueden ser: 1.º Vacías. 2.º Llenas. 3.º Muy poco separados los planos que las forman, y notándose que no hay correspondencia en las capas que las constituyen.

Las hay llenas de trozos de las rocas inmediatas, y con huesos de animales; otras no presentan trazos del paso de una capa á otra, y se llaman *faltas* ó *caídas* cuando están llenas, bien de arcilla, ó de pórfido, ó de otra sustancia.

Todos estos accidentes de cavernas, hendiduras, caídas y faltas de continuidad en las rocas están en relacion con los movimientos de la costra terrestre, y con ellos puede estudiarse con conocimiento el de las vetas metálicas.

Se llaman vetas metálicas las masas minerales de forma aplastada que cortan las capas de los terrenos casi verticalmente ó con cierta inclinacion, y diferentes por lo comun de la roca en que se hallan. Su estudio es de la mayor importancia, puesto que la mayor parte de los metales útiles á las artes y á la industria se hallan en ellas; y á estos depósitos naturales se va á buscar el cobre, el estaño, el plomo, el mercurio, la plata, &c.

Werner fue el primero que reunió en la escuela de Freyberg y regularizó en 1791 los hechos que han formado la base del estudio de las vetas metálicas, contribuyendo á la regularidad de los trabajos subterráneos de aquel pais, minero por excelencia, y en el cual se han reconocido todos los accidentes y la marcha de esta parte de la estructura de la tierra.

Para estudiar las vetas metálicas es preciso atender: 1.º Situacion. 2.º Forma. 3.º Direccion. 4.º Inclinacion. 5.º Composicion. 6.º Dimensiones. 7.º Profundidad. 8.º Relaciones entre sí. 9.º Con los terrenos. 10. Origen.

Las vetas ó filones pueden presentarse: 1.º Estrati-

ficadas, interpuestas entre las capas de las rocas y confundidas con ellas, en cuyo caso son muy difíciles de distinguir. 2.º Cortando ó atravesando las rocas estratificadas ó no estratificadas, ó las dos á la vez, pasando de una clase á otra de rocas.

Existen vetas paralelas á las capas del terreno, como en el Dervishyre, en Inglaterra, un filon de amigdaloides, especie de pórfido, entre las capas de calizo; y la veta madre de las minas de Guanajuato es asimismo paralela á las capas del terreno.

Por lo comun la forma de las vetas es aplastada y terminada con superficies planas, y alguna vez onduladas, y con crecimientos y disminuciones; por lo regular constituyen un tronco con pequeños manojos de otras pequeñas que parten de un ramal; alguna vez se manifiestan en la superficie, y se llaman crestas; otras forman cavidades ó varias oquedades mas ó menos estensas.

En toda veta hay que distinguir 1.º *Techo*, el plano superior. 2.º *Masa*, la de la veta. 3.º *Cresta*, la parte saliente del terreno. 4.º *Salvanda*, una capa delgada de mineral diferente que la envuelve y la separa de la matriz.

Direccion se llama la que tiene la veta prolongada; inclinacion la que forma con el horizonte, y se determina con la brújula y el péndulo: y es de mucho interés esta determinacion, porque con ella se buscan las vetas, y es uno de los datos mas seguros de la geometría subterránea; notándose además que las direcciones de las vetas de un país son constantes; que las hay pertenecientes á diferentes épocas que se cortan unas á otras; y aun existen que, lejos de seguir una direccion constante, forman ángulos entrantes y salientes en grecas.

La composicion de las vetas varía mucho: las hay que constan únicamente de la masa metalífera; otras tienen además trozos de las rocas en que se hallan; las hay con restos orgánicos, y aun con lignites.

Por lo común contienen cristales de las sustancias minerales que componen las rocas de su criadero de cal en los calizos, cuarzos y sus derivados los silicatos en las rocas cuarzosas.

Además se nota que varía estremadamente la dimension de las vetas ó su ancho llamada potencia; en Ungría los hay de 26 á 28 metros, en Freyberg 12, Saxe 12, Almaden de 12 á 15, y la veta madre de Guanajuato tiene de 45 á 60; pero estas son escepciones, y lo comun es tener 5 pies.

En toda veta se llama la capa superior *respaldo alto*, *respaldo bajo* el inferior, *echado* la inclinacion, y la parte estéril *ganga*; en Méjico se conoce esta por *tepetate*.

Se llama veta real la que reúne direccion constante, ganga, riqueza, respaldo alto, bajo, y echado igual. Y si varían las vetas metálicas en direccion, echado y demás accidentes, no es menor su diferencia en riqueza. La que tienen las que constituyen las minas de Almaden es ciertamente maravillosa; se trabaja, segun Plinio, 700 años antes de la era cristiana; Roma estraia 100000 libras de bermellon anualmente; y en 1827 produjo 22000 quintales de mercurio; trabajan en ella 700 obreros, y en el dia se hallan á 300 varas de profundidad.

La estension de las vetas varía mucho: en Francia 1500 á 1600 metros, en Freyberg 4000, en Ungría 6000; en Cornwall las hay feldspáticas, llamadas por los mineros *elban*, que se estienden á 150 millas; en Guanajuato 13000 metros, y en esta localidad profundiza de 1600 á 1700.

Las vetas estan formadas de materias diferentes y por capas iguales á los dos costados. Algunas rocas empobrecen las vetas: en Inglaterra las de plomo recrecen en potencia en el calizo y empobrecen en el *toston*, que es una roca volcánica. En muchos casos las vetas

alteran las rocas en que se hallan; especialmente en los basálticos se observa que hay vetas anteriores y posteriores á estas rocas.

Werner observó en Freyberg ocho sistemas diferentes de vetas: 1.º N. E. S. O., compuesta de galena argentífera, blenda, cuarzo. 2.º N. O. S. O., mas rica en plata y galena, sulfato de barita, fluato de cal sin cuarzo, y corta los anteriores.

En Cornwall hay diferentes sistemas de vetas: 1.º De estaño, que son los mas antiguos. 2.º Cobre. 3.º Galena. 4.º Cobre, mas modernos. 5.º Elban, son arcillosos. 6.º Pórfidos, los mas nuevos en aquella formacion.

La direccion y el modo de cortarse y sobreponerse las vetas metálicas los asocian, dando lugar á la reunion de grupos y su estension, materia que los forman, y todos los demas accidentes están en relacion con los movimientos y los trastornos geológicos de los terrenos en que se hallan. Por esta razon es de sumo interés el estudio de las vetas y de sus relaciones entre sí y con los terrenos de que forman parte integrante. Y consideraremos en este estudio: 1.º Los accidentes producidos por las rocas en las capas de la tierra en su presentacion ó inyeccion en las mismas capas. 2.º Efectos producidos por estos accidentes.

La estructura y composicion de las rocas nos ha conducido á dividir las en dos secciones. 1.ª Ígnea. 2.ª De sedimento. Y todo lo que hemos dicho respecto al origen de la capa sólida del globo terrestre, nos prueba que las diferentes que han sido solidificadas en distintos periodos habrán sufrido contracciones y fraccionamientos derivados de su masa, y del modo de actuar esta misma masa. Es evidente que al contraerse una superficie mas ó menos curva, presentará un sistema de hendiduras ó grietas en la parte exterior; si se abre por un esfuerzo interior las presentará en sentido inverso, y en el primero formará especie de cuñas, cuya base mayor estará

al exterior; en el segundo corresponderá al interior, y si suceden los dos movimientos á la vez pueden mezclarse y dar por resultados grietas de diferentes formas, debidas á las fuerzas determinantes y á las masas puestas en movimiento.

Es preciso agregar á tales aberturas los vacíos ó cavernas producidas por las corrientes de aguas disolventes ó por los hundimientos; y con estos datos podremos considerar llena toda la costra terrestre de grietas, formando como un árbol ramificado con troncos y ramas, cuyas formas y desenvolvimiento estará en relacion con la causa determinante.

Han causado estos fraccionamientos unas veces la inyeccion de rocas ígneas venidas del interior de la tierra, y su masa fluida ha llenado á la par que fracturaba las capas; otras veces habrán servido de cámaras sublimatorias, en las que solidificarían las emanaciones gaseosas de la parte fluida de la tierra, y en su caso abiertas por la parte superior de vasos ó recipientes, en los que se depositarian sustancias rodadas ó en disolucion en diferentes menstros. Por manera, que con este conjunto y con estos datos, podemos comprender cuál es el origen y la causa de la formacion de las vetas minerales.

Para el geólogo toda sustancia que llena una hendidura, y que á su vez corta la estratificacion de la tierra, es una veta, sea ó no de sustancias útiles á las artes; mas para el minero lo son únicamente las vetas metálicas, pero se concibe que todas deben serlo, y pueden presentarse: 1.º En depósitos hechos de un modo superincombante, llenando los vacíos ó hendiduras. 2.º Por inyeccion ó sublimaciones interiores.

El primero tendrá lugar cuando un terreno en que haya hendiduras haya sido cubierto despues por mares ó estado espuesto á inundaciones. En el segundo están comprendidas todas las vetas metálicas; y en este, como

en muchos fenómenos examinados ya, vemos los efectos de la acción interior y de la parte líquida sobre la sólida de la tierra.

Se nota en efecto que las masas metálicas están siempre inmediatas y vecinas á los terrenos no estratificados; y el plomo y el estaño en Cornwall, en Inglaterra, inmediatos y aun en las rocas de granito que determinaron el levantamiento de aquel distrito. En los Pirineos parece que el granito abrió el camino á las vetas metálicas; y el núcleo central de la Francia, compuesto tambien de rocas primitivas, ha influido mucho en la generacion de la riqueza mineral de aquel pais; y es un hecho observado, que las rocas ígneas acompañan siempre á las vetas metálicas; y se nota que el pórfido cuarcífero está asociado en Freyberg y en Cornwall con el cobre. En Harz el plomo, el cobalto y el mercurio en vetas ferríferas del skisto en contacto de la diorites; y las minas de las sierras de Gador, y las recientemente puestas en trabajo de la Almagrera, estarán indudablemente en relacion con el terreno volcánico del Cabo de Gata.

El oro y el telluro son el apéndice de los pórfidos anfibólicos; el oro y la platina están asociados á las serpentinas; el estaño, la plata y el mercurio á los pórfidos cuarcíferos; la galena y la calamina están ligadas á erupciones trapeanas y piroxénicas; el hierro oxidulado á las rocas anfibólicas; el oligisto al skisto-talcoso; y este orden lo llevan hasta el punto que algunos grupos de vetas parece ocupan un foco de erupcion, y todos los metales se hallan en rocas ígneas granitoideas, en los skistos cristalinos y en su contacto con las estratificadas.

Estos hechos prueban que el calor central y sus derivados las rocas inyectadas á diferentes épocas, tienen mas influencia de lo que parece en la generacion de las vetas metálicas, y que estas, asi como todas las demas

producciones del globo, han variado en sus diferentes edades. Los metales mas infusibles y menos oxidables, como el oro, el platino, el telluro, &c., se hallan en las primeras rocas solidificadas; sigue el estaño, el cobre; la época secundaria está marcada por los sulfuros de cobre, plomo, mercurio, antimonio, &c.; y el hierro se prolonga hasta los terrenos mas modernos; y es facil comprender que las vetas metálicas han sido en unos casos inyectadas con las rocas que han venido del centro de la tierra; en otros sublimadas, como los sulfuros, camino por donde sin duda ha llegado el plomo de las Alpujarras, que forma un amigdaloides de pasta caliza con núcleos de galena. En otros casos, diseminadas las sustancias metálicas en la masa de la roca, las vetas deben su origen á la accion de las rocas de diferentes naturalezas, y en virtud de las fuerzas eléctricas debidas al calor y á la humedad, y en las rocas haciendo veces de pila thermo-eléctrica, y tal habrá sido el origen de muchas vetas metálicas; consecuencia á que conducen las observaciones de Mr. Becquerell y la de Mr. Fox en las minas de Cornwall: sea lo que quiera, en fin, el estudio de las vetas metálicas, es del mayor interés, puesto que de ellas sacan sus elementos creadores las artes, la industria, el comercio, y aun la riqueza y el poder de las naciones.

Pero no siempre por desgracia contribuyen al bien de la especie humana; y si el oro y la plata son el origen de la riqueza y del bienestar social del hombre, tambien lo son de los vicios y de los mayores crímenes de que ha sido capaz en sus desaciertos.

El cobre y el estaño, utilísimos en las artes, lenguas de los regocijos, alegrías y festejos públicos, y aun de los sentimientos religiosos de los hombres, son tambien el instrumento de la destruccion y de la muerte, y en su mano lanzan el rayo que en las batallas cubre la tierra de las victimas de sus querellas, y reduce á pol-

vo los edificios y las ciudades, y aun los establecimientos honra de su ingenio y de su saber artistico.

En fin, el hierro, inocente y útil en la economía animal, fuente de la agricultura y de todas las artes, trasformado en la lanza, en el fusil y en la espada, es el motor de las venganzas y de los odios personales, y cubre de luto y de lágrimas millares de familias. ¡Tan cierto es que de todo abusa el hombre, y que, sér incomprendible y en contradiccion consigo mismo, á la vez es el emblema de cuanto hay y existe de vicioso, miserable y de mas sublime en la creacion!



LECCION DÉCIMA.

Las masas minerales, cuya reunion forma la costra terrestre, presentan caracteres muy distintos y reconocibles, y con ellos distinguimos aquellas dotadas de extension y terminadas por superficies planas sobrepuestas á otras, y que llamamos capas ó estratos, de las privadas de este carácter, y que constituyen masas sin estratos; y todos los terrenos en estratificados ó no estratificados.

El examen de estos, el de las masas minerales que los forman, el de su generacion, y mas particularmente los fósiles que contienen, son los fundamentos de la clasificacion de los terrenos; pues si bien á primera vista puede parecer que aún no conocemos el total de los componentes de la costra terrestre, sin embargo, los reconocimientos geológicos hechos en todos los continentes, y la constancia en los caracteres de las rocas conocidas, conducen á dar por sentado que estamos al alcance de cuantos entran en la estructura de la tierra, y que sabemos ya y conocemos todos los materiales em-

pleados en la construcción del globo terrestre por el grande arquitecto del universo.

Los accidentes y la naturaleza de las vetas metálicas, su posición relativamente á los criaderos que las abrigan, y sus generaciones diferentes, son consecuencias precisas y derivadas en su mayor parte de la acción energética de la parte fluida sobre la sólida de la tierra; y todas estas consideraciones son muy útiles y de suma importancia en nuestro país, abundantísimo en metales útiles, y tanto, que la naturaleza ha querido presentar todo su poder mineral con un lujo y profusión estremada. Tenemos hierro, carbon, cobre, estaño, mercurio, plomo, zinc, cobalto, antimonio; fuimos las Américas de los cartagineses y romanos; el nuevo mundo de Colon lo ha sido nuestro hasta los tiempos que alcanzamos; sacudamos la pereza, y la España será las Américas de la España, como puede y debe serlo.

Mas para conocer los terrenos no es posible prescindir de establecer ciertas gradaciones en las ideas, y proceder de lo simple á lo compuesto, dividiendo la costra terrestre en sus elementos de composición.

Percibimos desde luego que hay cuerpos simples ó masas que constituyen estos elementos mirados aisladamente, al paso que otros, sean simples ó compuestos, considerados con mas estension, entran á formar parte de la estructura de la tierra; y en fin, que ciertos grupos de estos reunidos dan lugar á la organización de la costra terrestre; y naturalmente hemos clasificado su conjunto:

1.º Mineral, el mas simple de los elementos, lo califica toda masa mineral que forma parte de la tierra.

2.º Rocas son los mismos minerales considerados como parte de la estructura del globo.

3.º Terrenos ó formaciones las rocas asociadas bajo cierto orden, especialmente de cronología geognóstica.

Llamamos mineral á toda sustancia que forma par-

te del globo terrestre, y bajo esta definición se comprende desde el límite superior de la atmósfera hasta la mayor profundidad á que ha sido posible penetrar en la tierra, y el estudio de sus propiedades forma la ciencia conocida por mineralogía.

Para llegar á este conocimiento ha sido necesario observar las particularidades que presentan, y no solo sus propiedades físicas y químicas, sino tambien las que les pertenecen como elementos de construcción en la costra de la tierra; y dividiremos sus caractéres: 1.º Exteriores. 2.º Físicos. 3.º Químicos. 4.º Habituales ó geognósticos.

El primer grupo comprende las formas que afectan las masas minerales, y tienen dos tipos: 1.º Regular ó geométrico. 2.º Irregulares.

Constituye el primero la cristalización, y se percibe en ella una tendencia en la materia inorgánica á encerrarse en formas y contornos regulares; y las circunstancias determinantes son: 1.º Disolución del cuerpo en un ménstruo, sea el calórico, la electricidad, el agua, el aire. 2.º Espacio para dar á las moléculas el bastante á su agrupamiento mas conveniente. 3.º Tiempo suficiente para verificarlo. 4.º Reposo.

En el caso de perturbarse este acto por accidentes estraños, y de alterarse el orden indicado, el trabajo se hace mal, y el aborto es consiguiente, y se forman cristales que no han podido desenvolverse, y estan aún solo en embrion confuso.

Las formas son dos, *primitiva* y *secundaria*, y se llega á la primera por la división mecánica, y á la segunda por crecimientos sobrepuestos en las direcciones encaminadas por las corrientes eléctricas.

Estas formas se refieren á seis principales, y son: cubo, romboedro, prisma recto cuadrado, prisma recto rectangular, prisma oblicuo rectangular, prisma oblicuo de base paralelograma. Cada una de estas formas

genera porcion de otras secundarias, perdiéndolas por modificaciones que entran en su sistema.

En todo cristal hay que atender á las caras, aristas, ángulos sólidos, biseles y apuntamientos, y afectan además otras formas, que son: globulosas, ovoides, bacilares, lenticulares, aciculares, arborizadas, masas, cantos rodados, maclas, hemitropia; y todas, aun cuando derivadas de las geométricas, merecen un estudio especial, porque la mineralogia tiene su geometría particular y con caractéres que le son propios.

Se ha notado en los cristales la sustitucion de otros cuerpos en la combinacion, y con la misma forma anterior; hecho estudiado por Mestherlich: se conoce y se llama *isomorfismo*, de dos palabras griegas, iso, igual; morfismo, figura.

En realidad, ésta y el número de los átomos, y su estado eléctrico, son los principales motores en esta cuestion, y el peróxido de hierro sustituye al óxido de silicio en las combinaciones; mas para entrar de lleno en este ramo de la mineralogia seria forzoso ocuparse de la teoria atómica, seccion de la química, que no corresponde á esta enseñanza; y nos bastará decir que los cuerpos no se combinan á ciegas, que lo hacen por sus átomos en números determinados, y que estos tipos de los matrimonios de los seres no son numerosos, y siempre y en todo caso bajo leyes que fijan su composicion en una fórmula algebraica; y si llevamos estas consideraciones mas lejos, y notamos que la electricidad influye y es uno de los mas poderosos elementos en las combinaciones de los seres orgánicos é inorgánicos, podremos aplicar á los sentimientos de odio, de afeccion y aun de pasiones las fórmulas de Berzelius, y darnos razon de la esterilidad de ciertos enlaces, de la fecundidad de otros, y aun hacer el resultado del estudio lo que parece es solamente obra de los arrebatos del corazon.

Los caracteres físicos están comprendidos en las propiedades de color, brillo, fractura, dureza, peso, ductilidad, &c., y todos son de mucho interés, porque en los minerales dice mucho su fisonomía, y cada uno tiene sus faces que les son propias, y el mineralogista debe conocerlos desde luego, pues sería hasta ridículo necesitar un ensayo químico para determinar si un mineral es ó no carbonato calizo, cuarzo cristalizado, topacio, esmeralda, estaño oxidado, &c.

Sobre todo en los correspondientes á los metales habla mucho el color, y se determinan con facilidad por este carácter el cobalto, el cobre, el hierro y el manganeso; tienen cada uno de por sí su fisonomía con colores propios, y con rasgos bien marcados y reconocibles.

El peso, la dureza, la ductilidad, el tacto, contribuyen asimismo á dar idea fija de su naturaleza, y todos reunidos forman el conjunto que califica el individuo mineral, del mismo modo que las maneras, el aire del cuerpo, y hasta el tono de voz y demas circunstancias hacen distinguir á los hombres unos de otros.

Con estos datos, y para proceder con mas facilidad al estudio de los minerales, se han dividido en clases, órdenes, especies, familias; pero como el número de las que presenta el reino mineral es muy corto comparado con las del orgánico, no han sido necesarias tantas subdivisiones.

Los autores que se han ocupado de clasificar los minerales no han seguido el mismo camino; unos con Werner lo clasifican por los caracteres exteriores; otros siguiendo á Hauy por la composición química. Beudant tomó el elemento electro-negativo, y adoptó como fundamento riguroso la composición química, sistema verdadero; pero estando fundado en las cualidades ocultas de los minerales, confunde y reúne en un mismo grupo los que afectan caracteres exteriores muy dife-

rentes, y debe estudiarse despues de saber la mineralogia.

Tambien se han clasificado, siguiendo á Berzelius, en: 1.º *Gasolitos*, cuerpos sólidos ó gases que pueden dar lugar á compuestos gaseosos por su combinacion con el oxígeno. 2.º *Leucolitos*, sólidos ó líquidos que no forman compuestos gaseosos, pero se funden y dan disoluciones incoloras. 3.º *Choicolitos*, sólidos menos fusibles que los anteriores; no forman gases, y dan disoluciones de colores diferentes.

Mas se percibe en estas clasificaciones que todo se subordina á una idea dominante: en la de Werner al exterior, Beudan al principio químico, y la de Berzelius á ciertas propiedades tambien químicas nacidas del estado de los cuerpos. En este concepto, y con el fin de utilizar lo bueno de todos estos sistemas, admitiremos aquella clasificacion que llene el resultado con mas provecho, esto es, el de conocer los minerales mas facilmente, agrupándolos de un modo que nos facilite la memoria de sus cualidades esenciales y mas reconocibles.

Con este fin dividiremos el reino mineral en dos secciones:

1.ª **Minerales.**

2.ª **Rocas.**

La primera comprende los individuos que forman la costra terrestre, y los reuniremos en las clases:

1.ª **Ácidos.**

2.ª **Sales.**

3.ª **Tierras.**

4.ª **Metales.**

5.ª **Combustibles.**

La primera clase, ó los ácidos, está compuesta de cuerpos dotados de propiedades ácidas, y enrojecen la tintura de tornasol, saturan las bases y toman el rango eléctrico negativo en las combinaciones químicas, y

son los ácidos bórico, sulfúrico, hidroclicó, carbónico, &c.

La segunda seccion comprende varios géneros ó grupos, como calizo, barita, stronciana, magnesia, sosa, alúmina, formando sales mas ó menos solubles y otros grupos reconocibles por sus caracteres.

El grupo calizo se divide por el elemento electro-negativo en carbonatos, fosfatos, fluatos, sulfatos; y la efervescencia con los ácidos desprendiendo el carbónico, la dureza que se raya con el puntero de hierro y no con la uña, y la cristalización y composición los determinan suficientemente.

Las variedades de su forma son cristalizada, fibrosa, sacaroidea, compacta, terrosa, &c.; y sus situaciones son: 1.ª Cristalizada accidental en los terrenos, y la fibrosa aún mas. 2.ª Sacaroidea, masas considerables en los terrenos primitivos, y se prolongan á los terciarios, pasando á compacta y terrosa, constituyendo los dos tercios de la superficie de la Francia, y en las variedades de margas y dolomías.

Todos los carbonatos calizos que no cristalizan en formas romboédricas ó sus derivados, pertenecen á los aragonitos, y los verdaderamente tales tienen stronciana. Sus variedades son cristalizadas de prismas exaedros agrupados, formando como bolas, y fibrosos.

La cal fosfatada formada por el ácido fosfórico y la cal, presenta cristalizada la fosforina y apatita, y contiene algo de phtoro. En Logrosan masas en filones en los terrenos de transición, pero es mas abundante en los terciarios.

El ácido fluórico unido al óxido de calcio forma el fluato de cal, reconocible por su forma cúbica y por la acción corrosiva de su ácido sobre el cristal.

Pero las mas importantes son el carbonato y sulfato, constituyendo éste el yeso con agua de cristalización ó sin ella, y el comun y la anhidrita. Sus caracte-

terres son bien conocidos: el primero es blando, se raya con la uña, no hace efervescencia con los ácidos, forma cristalizada y fractura romboidal, hemistropado, fibroso, color gris, y sobre todo el carácter mas facil y reconocible, que siempre queda la impresion del golpe del martillo.

El cristalizado es accidental, y en masas; se nota el carácter de hallarse asociado é inmediato á fuentes salinas, y en localidades determinadas, como en los Alpes y en los Pirineos, y asociado con los ofites y con las amigdaloides. La anhidrita afecta la forma de prismas rectangulares, color dominante gris, dureza, y tal que raya la cal carbonatada; y su situacion geognóstica es en los terrenos de transicion. En fin, las demas especies, como nitrato, arseniato y borato de cal no entran de un modo importante en la estructura de la tierra.

La barita y la stronciana forman las especies de sulfatos y carbonatos, reconocibles por su peso, y por el cual la primera se conoce por *espato pesado*. Entre sí se distinguen por la cristalización, que en la barita sale el bisel del ángulo agudo, cuando en la stronciana lo hace del obtuso.

Generalmente se halla en los filones metálicos, y forma la base y el apoyo en que se generan los minerales metálicos.

La magnesia unida á los ácidos carbónico, bórico y sulfúrico da lugar á los carbonatos, boratos y sulfatos, conocido el primero por tierra de pipas, de que se hace uso en las artes, y aun el carácter de infusibilidad que acompaña á esta; las sustancias en que se halla la magnesia la dan cierto interés en la industria, especialmente en la metalúrgia, y mas si atendemos que es elemento de ciertas rocas.

Pero si ya la magnesia entra como parte en la composicion de las rocas, la sosa interesa mas por su

abundancia, y por el deseo con que todos los animales la buscan, y aun por el papel que hace en la estructura de la tierra, y bajo las composiciones de cloruro, carbonato, borato y sulfato.

De todos, el cloruro sódico, ó sea la sal comun, es la mas importante, y es: 1.º Forma la cúbica y sus derivados, soluble en el agua, sabor agradable, y precipita por el nitrato de plata. Sus colores varían del blanco al rojo, gris, violeta, y se halla en tres diferentes criaderos: 1.º Disuelto en las aguas del mar. 2.º En grandes masas, formando hasta montañas, como en Cardona (en Cataluña), y tan dura, que es preciso atacarla con barrena y pólvora. 3.º Diseminado en las margas con el yeso, y su edad geológica es en los terrenos secundarios con la arenisca irisada, ó en los terciarios, asociada siempre con la serpentina ó con los ofites.

La alúmina se halla pura en el corindon, en el esmeril con el óxido de hierro, y en estado de sal unida al ácido sulfúrico, formando el alumbre, y mezclada á la sílice constituye las arcillas, que entran por mucho en la constitucion del globo terrestre.

En las tierras la sílice ó el óxido de silicio forma el grupo comprendido desde el cuarzo hialino hasta los silicatos y las areniscas, abrazando entre estos límites la mayor parte de los minerales y rocas que forman las capas de la tierra. Su forma primitiva es el romboedro; la secundaria el prisma exaedro con apartamiento, y forma una série desde el cristal perfecto hasta el terroso de formacion mecánica, y comprendiendo el scialino, ágatas, silex, ópalos, &c.

Sus formas y criaderos varían segun el vehículo ó menstruo que le ha servido de camino, ya sea ígneo ó áqueo, y da lugar al hialino, ágatas, silex, resinita, espinela, sircon, &c., y todos se hallan en criaderos particulares, y los hay que marcan los terrenos, como

el sílex pirómico, la creta, el de piedra de molino ó *meulliere*, en los terciarios, &c.

Mas la sílice no se presenta únicamente sola, sino que lo verifica en combinacion con otros cuerpos, y formando silicatos mas ó menos fusibles, cuya relacion de fusibilidad determina su antigüedad en la vida de la tierra.

De estos compuestos los hay que, si bien interesan en el estudio de la mineralogia por su forma agraciada, y aun si se atiende á que llenan los vacíos de la cadena de los seres inorgánicos, son sin embargo accidentes en los terrenos, y no forman parte de la estructura de la tierra, como la esmeralda, el topacio, las zeolitas, zoixita, &c.; al paso que otros silicatos, como el feldspato, anfíbol, la mica, el talco, la obsidiana, la piroxena, constituyen los elementos de construccion de la casa que habitamos.

El feldspato se divide en varias especies, como el cristalizado, albita, labrador, kaoli sonoro, petrosílex; el cristalizado reconocible por su forma, y mas aún por la hemitropia que lo caracteriza; kaoli terroso, y diorita el compacto. La obsidiana forma el grupo de obsidiana, perlada, pomez, productos todos volcánicos ó de la via ígnea. El labrador se conoce por el iris de sus colores, y es de mucha importancia en la generacion de las rocas ígneas, puesto que todas las producidas por los volcanes están formadas á veces de feldspato labrador, cuyo carácter puede servir de cronómetro que determine la edad de los productos plutónicos volcánicos. Las traquitas y los basaltos contienen el feldspato albita, y las lavas modernas el labrador.

El talco y la mica forman dos especies casi semejantes; son silicatos, pero se distinguen facilmente por el color, elasticidad, tacto, &c. La mica carece de magnesia, y este mineral caracteriza al talco.

La mica produce el gneis, mica-skisto; y el talco la

serpentina, clorito, steatita; y la serpentina es muy notable porque coincide siempre con la aparición de las aguas thermales, con la sal comun y los aragonitos.

El anfíbol y la piroxena, silicatos de hierro, forman dos grupos diferentes y muy reconocibles. La piroxena se halla en terrenos volcánicos, y comprende dos especies: 1.º Silicato de cal y hierro negruzco. 2.º Silicato de cal y magnesia blanca: la primera se forma artificialmente en los altos hornos del hierro.

El anfíbol tiene su criadero en los terrenos antiguos, y forma tres especies: 1.º Verde, actinocta. 2.º Negro, hornblenda. 3.º Blanco, tremolita. El hornblenda es de origen volcánico, y se halla en estos terrenos; el verde ó actinocta en los antiguos, y la tremolita en los calizos de estos mismos terrenos. En fin, substituye el negro y el verde á la mica en el granito, y forma la sienita.

Descompuestos los silicatos dan lugar á la formación de las arcillas, que son masas minerales compuestas de sílice, alúmina, cal y magnesia.

Llamamos arcillas á los minerales de agregación mecánica en los que domina la alúmina, y contienen además la sílice y el óxido de hierro en ciertas proporciones. Se dividen en dos grandes secciones: 1.º Que hacen pasta con el agua. 2.º No la hacen: la primera contiene 10 á 12 por 100 de agua, y la segunda 20 á 24 por 100 del mismo líquido.

Segun Mr. Berthier, las arcillas son compuestos químicos en diferentes proporciones, solubles, la primera en los ácidos, hasta en los débiles, como en el acético, y los segundos en los fuertes y con el auxilio del calor.

Las arcillas que contienen poca cantidad de agua en combinación son plásticas, y no lo son las que pasan esta fórmula, y además las caracteriza fractura escamo-

sa, absorven la grasa y son esmégticas. Dividiremos las arcillas en tres grupos: 1.º Refractarias. 2.º Esmégticas. 3.º Comunes. Todas adhieren mas ó menos á la lengua, y son verdaderos hidratos.

Pero si atendemos á las sustancias que las forman, veremos á la alúmina ser el núcleo ó corazon de las arcillas; y la sílice, el óxido de hierro, el de manganeso, grafito, potasa, la magnesia, la cal, &c., accidentes y cuerpos mezclados mecánicamente, si bien cuando se esponen á la accion del calor pueden formar compuestos segun sus proporciones y fórmulas atómicas.

La alúmina es la base de las rocas ígneas, ó mas bien forma el elemento necesario de su composicion, como en el feldspato y en todos sus derivados, y en los basaltos, traquitas y demas rocas volcánicas.

El feldspato se descompone; su potasa y la sosa forman sales, y dan lugar al kaoli y á la diorita. Arrastrados por las aguas estos, dan lugar á los depósitos de skistos arcillosos de los terrenos de transicion, á los aluminíferos del grupo carbonífero, á las margas del liasico, y á la arcilla plástica de los terciarios; y en fin, á los mas modernos de los acarreos producidos por los rios actuales, de modo que los depósitos aluminíferos forman una série, cuyos extremos opuestos son el feldspato y los acarreos de los rios ahora en accion.

Las arcillas de estos depósitos estarán mas ó menos puras, segun hayan estado mas ó menos espuestas á recibir los componentes producidos por la alteracion de otros cuerpos; y los óxidos de hierro, manganeso, calizo, &c., abundarán á medida que se separen de su origen y se aproximen á la época presente; y este es el verdadero criterio para distinguir las arcillas y apreciar su calidad segun su destino, ó mas bien constituye la base del estudio de este ramo utilísimo en las artes y manufacturas, puesto que abraza desde los artefactos mas groseros hasta los mas delicados, desde las alfare-

rías de Alcorcon hasta la porcelana mas rica de la China, y desde los ladrillos y baldosas comunes á los refractarios empleados en los altos hornos y en los de reverbero.

Ademas, las arcillas son un elemento de construccion en el globo, y determinan edades relativas en la série de terrenos. Los skistos de transicion marcan esta época geológica, del mismo modo que la arcilla plástica el principio de los terciarios.

Pero si las arcillas interesan al mineralogista y al geólogo bajo este aspecto y por sus aplicaciones, este interés crece en los minerales metálicos, clase rica, influyente y de una trascendencia en el bienestar, y en la ventura y en el porvenir de la especie humana.

Para estudiarlos con orden atenderemos: 1.º Modo de presentarse. 2.º Caracteres exteriores. 3.º Caracteres físicos. 4.º Accion del calor. 5.º Accion de los ácidos. 6.º Composicion.

Llamamos metales á los cuerpos que gozan de ciertas propiedades físicas, como brillo, peso, fusibilidad, maleabilidad, &c., y por las cuales tienen aplicacion inmediata en las artes y en los usos de la sociedad, y los minerales que los contienen se llaman metálicos.

En el estado actual de la ciencia, esta clasificacion no es enteramente exacta, porque han pasado al rango de metales las tierras y los álkalis; pero sin embargo, entenderemos por minerales metálicos aquellos que contienen los metales empleados en las artes.

Sus propiedades físicas y químicas varían mucho: unos son atacados por el oxígeno con facilidad, son fusibles, y están dotados de cierta inclinacion á combinarse con otros cuerpos; al paso que los hay aislados, sin combinarse con el oxígeno y dificilmente fusibles; y de aqui se colegirá que deben variar su modo de presentarse, y que lo harán bajo diferentes estados de combinacion.

Las que afectan los metales son: 1.º Nativos ó en ligas. 2.º Óxidos. 3.º Combinados con otros cuerpos. 4.º Sales.

En el primero lo hacen los menos atacables por el oxígeno y difícilmente fusibles, como el platino, iridio, telluro, paladio y el oro, que solo son solubles en el agua regia. Estos cuerpos forman ligas, y con efecto, el platino siempre está aleado con el iridio, osmio, y aun con el oro.

La plata se deja ya seducir por otros cuerpos; y además de nativa y en forma ganchuda, hojas, &c., se halla en ligas, y combinada con el azufre, cloro, antimonio, plomo, &c.

El cobre, mas complaciente, se arroja en los brazos del primer cuerpo que se encuentra, y se presenta nativo, óxido, sulfuro, cloruro y sales, y es, como le llamaban los antiguos metalurgistas, la Venus de los metales.

El mercurio aparece en pocas localidades, y en las combinaciones de nativo, amalgama ó liga, sulfuro y cloruro.

En fin, el hierro comprende todos los estados, penetra en todos los terrenos, y se halla desde los primeros destellos de la masa terrestre hasta los dias en que vivimos, y con una profusion igual solo á su importancia en todas las artes y en la vida social del hombre.

Si de estos trazos pasamos á los caracteres exteriores, debe notarse que habla mucho el color en estos minerales, y todos los que presentan son vivos, audaces, y son la base de las tintas que emplea la naturaleza al diseñar y colorar la faz de la tierra. Los colores oscuros dominan; y desde el blanco mate del carbonato de plomo al negro intenso del peróxido de manganeso, todos los siete del espectro solar y sus medias tintas concurren á formar la paleta de la naturaleza. Segun

Hauy, alguna vez renovaba su pincel en el cobre, otras en el manganeso y en el cinc, cobalto, cromo; pero el hierro era la base colorante, y el principio que le sirvió de matriz en la coloracion de la naturaleza. Cada metal ademas tiene su colorido particular, y que le es propio; el cobre tintas azules y verdosas; los rojos distinguen al hierro, y las negras y purpúreas al manganeso.

El peso es otro carácter que califica á los metales; y lo tienen tan marcado, que solo pueden confundirse con la barita, facilmente reconocible por otros accidentes.

El calórico con el borax los funde y da un carácter muy determinado en estos minerales. En fin, los ácidos es un medio expeditivo y seguro de reconocerlos desde luego.

Mas si bien todos estos caracteres los califican suficientemente, hay otros de mas utilidad en Geologia, que es su criadero.

Generalmente los metales se presentan en cierto periodo comprendido entre los terrenos primitivos y cierta época de los secundarios. El del oro, platino, plata, cobre, estaño, plomo, hierro, oligisto y magnético se hallan en el contacto de los de transicion y secundarios. El plomo, cinc y el mercurio penetran en los secundarios, y solo al hierro le es dado hacerlo hasta los últimos depósitos arcillosos derivados de otros terrenos.

Los mas fusibles y menos oxidables se hallan diseminados en las rocas primitivas en estado metálico, como el oro, el platino, y asociados con el telluro, iridio, rodio, &c., y tambien en aluviones antiguos producidos por el destrozo ó mutilacion de aquellos terrenos.

Otros que ya pueden fundirse y oxidarse, como el estaño, el cobre, el plomo, antimonio, mercurio,

cobalto, hierro, aparecen con cierto deseo de enlazarse al azufre, formando los sulfuros y los compuestos de esta naturaleza, como el cloruro, arseniatos, y las sales derivadas de estos compuestos: por manera que bajo este punto de vista podemos clasificar los metales en tres grupos derivados de sus mismas propiedades:

1.º Siempre nativos, su criadero, ó diseminados en la roca ó en aluvion.

2.º Óxidos, cobre, hierro, estaño, manganeso.

3.º Sulfuros y sales, como la plata, cobre, plomo.

Y es de notar, que esta organizacion metálica sigue una ley parecida á la de los seres orgánicos vegetales y animales. Las mas simples la nativa en los terrenos mas antiguos; los sulfuros y compuestos binarios corresponden á la época de los reptiles; y en fin, los terciarios ó las sales á los últimos y época cuaternaria.

La disposicion que adoptan es asimismo mas variada: 1.º Nativos, mezclados con la sustancia de la roca. 2.º En las vetas metálicas, atravesando las capas de los terrenos. 3.º En masas. 4.º En capas. 5.º Cantos rodados.

El platino aparece siempre nativo y aleado con el osmio y el iridio, color blanco gris, muy maleable, infusible; sus criaderos son en terrenos de acarreo con el oro, titano, &c., y en filon en Santa Rosa en América en terrenos de serpentina.

Oro tambien nativo y en ligas, color amarillo hermoso, maleable, no oxidable, y sus criaderos: 1.º En arenas, producto de la destruccion de otros terrenos, y con el hierro, oligisto, titano y platino. 2.º En aluviones modernos, arcillosos y mas pobres que los antiguos. 3.º Con los piritas de hierro y cobre. 4.º Diseminado en rocas cuarzosas.

Las cantidades introducidas en el comercio anualmente son:

Austria. . . .	100200	marcos.
Siberia. . . .	3000	
África. . . .	100000	
Méjico. . . .	6500	
Colombia. . .	19240	
Perú.	13054	
Chile.	11468	

La plata se presenta nativa, en ligas y en combinacion con el azufre, antimonio y el cloro, arsénico, &c.

En el Perú su criadero es un calizo compacto análogo al alpino; en Méjico en Guanajuato se encuentra en skisto arcilloso; Guadalcanal calizo compacto subordinado al skisto de transicion. Sus gangas son, de la nativa barita sulfatada, carbonato calizo y fluato de cal; sulfuros y antimoniaros carbonato calizo. Entran en el comercio 230. á 240 millones de plata al año, de los que la Europa produce 120; en fin, su cantidad está con la del oro como 4 : 1.

El mercurio se presenta nativo, en ligas con la plata, muriatado, y sobre todo su verdadera generacion es el sulfuro: se halla en filones y en capas contemporáneas, como el de Idria en un calizo negro, con conchas marinas y betun. El de Almaden está en filones de cuarzo, y atravesando la arenisca de transicion.

El sulfuro de mercurio es raro en el globo, y únicamente se sabe hasta ahora que se halla en Idria, en Guancabélica en el Perú, y en Almaden, de riqueza inmensa, y que forma un filon de 15 metros de potencia, sin materia desperdiciable de ninguna especie, y que produce 25000 quintales de mercurio metálico anualmente, y promete mayor cantidad de producto si se enlaza esta mina con el criadero de carbon del valle del Espiel, y se comprende la necesidad de unirla tambien con su puerto de estraccion Sevilla, abriendo

un buen camino carretero que facilite y abarate el transporte.

El plomo se presenta: 1.º Nativo. 2.º Combinado con el azufre y el selenio. 3.º En sal, formando cromato, molibda, carbonato, sulfato.

Pero el verdadero mineral del plomo es el sulfuro, y no solo porque contiene este metal utilísimo y necesario en las artes, sino por la circunstancia de hallarse dotado de tal tendencia á unirse con la plata, que la disuelve, y siempre conserva cierta cantidad; y casi todas las minas que beneficiaron los romanos y cartagineses en la península son de galena argentífera, y las nuevamente trabajadas en Almagrera pertenecen á este mineral.

Las de las Alpujarras están en un calizó compacto asociado á los skistos arcillosos, y forma la galena en el calizo roñones ó masas bulbosas que hacen una especie de amigdaloides de galena y calizo, presentando el mineral de plomo en bolsas sin direccion fija.

Este pais y su poblacion se hallaban en la mayor miseria cuando la revolucion de 1820 rompió las trabas del antiguo reglamento de minas; con la libertad civil alcanzaron la de buscar en la tierra los minerales, vinculada antes por privilegio esclusivo en el Gobierno, y la fuerza de esta necesidad fue tal, y tales los intereses creados en poco tiempo, que á pesar del cambio político de 1823, el Gobierno absoluto tuvo que ceder á la evidencia de los hechos; y la ley de 18 de julio de 1825, propuesta por D. Fausto Eluyar, director de minas, fundó la legislacion minera sobre bases mas fecundas, y tomando las de nuestra antigua ordenanza de Indias.

El impulso dado á esta industria creció á tal punto, que cuando en 1820 el Gobierno la monopolizaba por sí solo, producía 30 á 40000 quintales de plomo; en 1826 habia ya 3500 pozos abiertos, 4000 en 1833;

y el producto llegó en este año á 500000 quintales de plomo; riqueza que ahogó todas las minas plomizas del continente.

Posteriormente las de Almagrera ofrecen un porvenir á la industria minera española, que si corresponden los hechos á los anuncios, puede mejorar la condicion social de aquellos paises.

El cobre, ansioso y facil en las combinaciones, se presenta de todas las maneras posibles, esto es, nativo, óxido, sulfuro, sales; y si todas las especies minerales del cobre son interesantes en mineralogia por el lujo de composicion que ofrece este mineral, sus verdaderas especies minerales son los sulfuros, de los que se derivan los carbonatos y otras sales, ofreciendo la circunstancia esencial de tomar un lugar en la costra terrestre por familias, y 1.º Sulfuros, terrenos talcosos y skistos de transicion. 2.º Óxidos y carbonatos. 3.º Arseniatos y fosfatos, cromatos.

La mineralizacion del estaño es en estado de óxido y sulfuro, el primero en filones ó diseminado en la roca stockver ó en aluvion *leñoso*, sus gangas con el cuarzo y las rocas primitivas, y califica estos terrenos.

Si el cobre, el estaño y los demas metales son útiles por sus caracteres, y notables en su manera de presentarse, el hierro escede á todos bajo estas consideraciones, y se presenta desde nativo hasta las composiciones ternarias en sales y en todos los terrenos conocidos: 1.º Nativos, aerolitos. 2.º Óxidos. 3.º Carbonatos. 4.º Hematites. 5.º Hidratos. 6.º Sulfuros.

Los óxidos forman las dos séries de magnético y oligisto, ó ferrato de protóxido. El primero lo distingue: 1.º Sistema octaédrico. 2.º Atraible al iman. 3.º Sistema romboédrico, polvo rojizo, formas micáceas, fibroso, cristalino, brillo metálico; no tiene accion sobre el iman.

El hidratado color pardo, forma romboédrica, pol-

vo amarillo, en geodas, volúctico, y reemplaza á la madera fosil y á los pólipos; contiene cierta porcion de agua.

Carbonatos: espático, forma romboédrica, bulbosa, efervescencia con los ácidos.

Sulfurados: pirita amarilla; la blanca es el arseniuro. El hierro recorre todos los terrenos; el oxidulado en los antiguos, y aun diseminado en los volcánicos; el oligisto en los skistos micáceos; el mineral pardo y colorado es un verdadero mineral de hierro con plata; el carbonato en los terrenos antiguos y en los carboníferos. El mineral de la Francia es el hierro hidratado; el de Inglaterra el carbonato arcilloso, y el de nuestro pais el oligisto magnético, y en las provincias vascogadas el carbonato.

El cobalto, el niquelo y demas de su série se hallan en los terrenos de transicion con el titano, el estaño, &c.

Reuniendo los caracteres de los minerales metálicos, ocupan un cierto periodo geológico, y han debido su generacion á la accion de la parte fluida sobre la sólida de la tierra, y aun su aparicion por lo general se halla limitada á ciertos periodos geológicos, al paso que otros, como el hierro, se multiplican y prolongan desde los primeros á los acarreos de los rios actuales.

Y si esta clase de minerales es muy importante, no lo es menos la de combustibles, cuerpos de la mayor utilidad para el hombre y tambien al geólogo, puesto que forman parte de la costra terrestre.

Se divide esta clase en dos secciones: 1.º Azufre. 2.º Carbon con todas sus variedades, desde el diamante hasta la turba.

El azufre es amarillo, rojizo alguna vez por el selenio que puede contener; friable, cristaliza en forma octaédrica. Se presenta cristalizado, terroso, concrecionado y combinado en las piritas. Se halla en todos los terrenos, siendo los mas abundantes los terciarios.

rios y los volcánicos; es el mineralizador de la mayor parte de los metales, constituyendo el elemento electro negativo.

La segunda clase comprende todos los combustibles, y la serie de diamante, antracita, hornagueras, lignites, turba, betun, melita, succino.

El diamante es el carbono puro, siempre cristalizado, y en forma de octaedro y dodecaedro, y separando facilmente su masa paralelamente á las caras del octaedro; color blanco, amarillo, rojo, pardo, *P. E.* 3, 50, á 3, 52.

Su criadero en arenas con el circon, corindon, záfiro, oro, &c.

Los demas combustibles forman el grupo que comprende desde la antracita hasta la turba y lignites, que se enlazan por pasos sucesivos é insensibles. Los caracteres mas marcados son color negro mas ó menos pronunciado; la antracita y la hornaguera con brillo metálico, friable, fractura romboédrica, piritas. El lignites y la turba color pardo; conservan la testura y organizacion vegetal.

Pero aun cuando separen estos grupos los caracteres que acabamos de indicar, no se han clasificado por otros mas conformes á su naturaleza ó por los mineralógicos, y la hornaguera y antracita lo están con relacion únicamente á su empleo en las artes, con especialidad por la manera con que arden, y enlazada con la forma producida en la carbonizacion.

El grafito es un carburo de hierro, y sigue al diamante en la serie de los combustibles.

La antracita arde con dificultad, es muy friable, y se conduce en la combustion como el coak.

La hornaguera comprende dos grandes variedades por su aspecto y empleo en las artes, y el analisis ha demostrado que está compuesta de carbon, cenizas y sustancias volátiles.

El primer grupo tiene mas betun, arde con llama, olor picante, es irisada, mancha los dedos, friable, brillo metálico; y la segunda seca, carece de betun, color negro de humo, muy friable.

El lignites tiene aspecto leñoso, y conserva la testura fibrosa del vegetal, y fractura conoidea; se divide en dos clases: 1.^a Piciforme. 2.^a Fibrosa. El primero no presenta la fibra leñosa; el segundo es una madera imperfectamente bituminizada.

La turba está formada por una masa de vegetales herbáceos, y se divide en dos variedades: 1.^a Compacta. 2.^a Herbácea. Sus caracteres son presentar siempre el aspecto de su origen vegetal y reciente, y arder con un olor particular que le es propio. El criadero de las sustancias carboníferas comprende desde los terrenos de transición á los mas nuevos, y en el orden siguiente: antracita, transición; hornaguera; secundarios; lignites, terciarios; turba, últimas formaciones.

La melita es de color amarillo de miel trasparente, cuyo carácter lo pierde por el calor. El sucino ó ambar es tambien amarillo mas oscuro, muy fragil, brillo resinoso, arde con facilidad y sin fundirse; y estos dos combustibles se hallan en terrenos terciarios, y se consideran como restos de resinas vegetales.

Y se deduce de este examen, que los combustibles forman una série, y el diamante infusible hasta de ahora pertenece á los terrenos mas antiguos, en cuyos destrozos se halla con el circon y corindon. La antracita se presenta luego en los de transición, prolongándose hasta los secundarios en el lias, y debida á determinados accidentes locales de las formaciones, de que nos ocuparemos al examinar el origen del carbon de piedra.

La hornaguera forma la parte superior de los mismos terrenos de transición, ó mas bien el principio de los secundarios. El lignites empieza en estos, y se prolonga á los terciarios, especialmente en la arcilla

plástica; y en fin, la turba es el apéndice de los de última formación; distribución de sumo interés, porque demuestra de un modo evidente que los combustibles entran como parte de la estructura de la tierra; y para la especie humana es de tanta mayor importancia, cuanto el combustible es un elemento con el cual adquiere el calórico, que lo es de su vivir y situación social, y con cuyo auxilio puede penetrar en los climas helados del norte; es el consuelo de su vejez; y en fin, el agente poderoso del inmenso poder creado desde principios de este siglo, y el carácter esencial y distintivo de los tiempos modernos.

La Inglaterra y los Estados-Unidos deben su riqueza y prosperidad al carbon de piedra. La Prusia, la Francia, la Bélgica han aumentado su poder y su industria con este motor, y la Providencia no ha sido avara con nosotros, ni nos ha privado de tamaña riqueza: abunda en la península española, y en Asturias, Aragon, Andalucía, Valencia y Estremadura poseemos criaderos, cuyo valor importa mas que las minas de Méjico y del Perú, y que únicamente esperan la mano del hombre para derramar su fecundidad por nuestro suelo, tan rico y abundante en productos minerales de toda especie.



práctica y en fin, la vida es el apéndice de los de sí-
 tios formados: distribución de sumo interés, por
 deudas de un modo evidente que los contingentes
 entran como parte de la estructura de la vida; y
 para la especie humana es de tanta mayor importan-
 cia, cuanto es compatible en un elemento con el cual
 adquirir el espíritu, que lo es de su vivir y situación
 social, y en consecuencia puede penetrar en los círculos
 felices del norte; es el consuelo en su vejez y en su
 el estado, y el número poder decirlo desde
 principios de este siglo, y el carácter esencial y dia-
 gnóstico de los reinos modernos.
 La Inglaterra, y los Estados Unidos, deben ser
 guas y propietarios del carbón de piedra. En Prusia la
 Europa, la Bélgica han aumentado su poder y su in-
 fluencia con esta motor, y la Providencia no ha sido
 tan con nosotros, ni nos ha privado de tan gran ri-
 queza: abunda en la península española, y en Ar-
 gona, Aragón, Valencia, Cataluña y Extremadura
 poseen mineros, como el norte, más que las
 minas de Bélgica, y así, y por consecuencia espe-
 ran la mano del hombre para obtener su fecundidad
 por nuestro suelo, tan rico y abundante en productos
 minerales de toda especie.

LECCION UNDÉCIMA.

Estudiamos en la leccion anterior los elementos que componen la costra solidificada de la tierra, y los dividimos en las tres secciones de

Minerales.

Rocas.

Terrenos.

Y para conocerlos analizamos sus caracteres exteriores, los físicos, químicos y los geognósticos, la cristalización, sus colores y la manera de presentarse, con cuyos datos pudimos dividirlos y clasificarlos en ácidos, sales, tierras, metales, combustibles.

Tuvo nuestro examen por objeto conocer aquellos minerales y las especies que forman parte de la estructura del globo terrestre; y la cal, la sílice, el anfíbol, la piroxena, las arcillas, la hornaguera y el lignites interesan, no solo por sus variedades y aplicaciones, sino tambien por la parte que toman en la construccion de la costra terrestre.

Los minerales metálicos merecen asimismo un estu-

dio particular, clase numerosa, importante por sus accidentes de color, peso, y de sumo precio si se consideran las numerosas y trascendentales aplicaciones á que han dado lugar, puesto que con ellos la astronomía, la física, la química, la metalúrgia, la agricultura, el comercio son posibles; y aún mejor, los metales son el compás con que medimos y pesamos los astros, el tiempo, las distancias, el instrumento que fecunda la tierra, y la base de la independencia y seguridad de las naciones.

Y era indispensable este analisis y conocimiento, como medio de apreciar las maneras, costumbres y el language de los minerales, y para proceder ahora al estudio de las rocas.

ROCAS.

Se llama roca toda masa mineral que forma parte de la costra terrestre, y que entra en la estructura del globo; y consideradas las rocas con esta latitud, son para el geólogo lo que los minerales para el mineralogista; son los elementos de construcción de la parte sólida de la tierra, y para estudiarlos es de necesidad proceder á verificar la anatomía de la costra terrestre.

Las masas minerales llamadas rocas pueden componerse de un solo mineral, ó bien de dos ó mas, y se dividen en dos clases:

- 1.^a Homogéneas.
- 2.^a Heterogéneas.

Las simples el calizo sacaroideo, el compacto, el yeso, la sal gema, la hornaguera, &c.; y las compuestas el granito, el pórfido, sienita, gneis, &c. Di-

vídense también en pederogenas y hadelógenas, siendo las primeras aquellas en que se distinguen á la simple vista las sustancias minerales que las forman, y las segundas las que carecen de este carácter, y no son reconocibles por el mismo medio sus componentes.

Las rocas, como todos los cuerpos, se reconocen por sus caracteres, y pueden emplearse como medios:

1.º La simple vista.

2.º Los ácidos.

3.º Medios mecánicos.

Por el primero obtenemos un analisis que da el conocimiento de las sustancias tangibles á la vista; el segundo produce resultados químicos, y que califican los elementos ocultos en la composicion; y finalmente, el terceno ó lithoedeo separa la materia que compone las rocas, y produce los cristales microscópicos de las sustancias componentes.

Mr. Cordier ha empleado con mucho éxito el analisis mecánico, y para verificarlo tritura las rocas y separa despues por el *lavado* las partes que las componen, examinándolas con el microscopio y con el soplete; procedimiento que le ha conducido á determinar que las traquitas tienen la testura granitoidea.

Y este método promete resultados de mucho interés, pues que al analizar los cuerpos por el método rigoroso químico, la primera operacion es la de pulverizarlos mezclando sus elementos; y al tratarlos en seguida por los ácidos verificamos una confusion de los elementos, tales como se hallaban en la organizacion del cuerpo, rompiendo las formas y combinaciones que lo generaban; en una palabra, desaparece la vida y el modo de ser del individuo analizado, y perdemos tal vez el elemento de cálculo mas importante para su verdadero analisis y determinacion.

Llevado de estos principios Mr. Raspail, químico francés, ha hecho aplicacion del principio enunciado

al analisis de las sustancias orgánicas vegetales y animales, y ha concluido que todos los analisis, y aun la esencia de estas sustancias, son inexactos, ó mas bien enteramente falsos, puesto que cuando sometemos á los ensayos las sustancias orgánicas están privadas de la funcion de la vida; y al atacarlos con los reactivos alteramos su fórmula vital, hasta el punto de determinar nuevas combinaciones en un todo diferentes de las que antes existian; y cree que la fibrina, la estearina, la morfina, la sangre, el pancreas, &c., y demas sustancias orgánicas, son las que fabricamos en los laboratorios y en las retortas, vasos evaporatorios y filtros, pero de ningun modo las que existen en la naturaleza. Con tal conocimiento ha aplicado el microscopio como el verdadero reactivo de analisis, y creado una química orgánica y un sistema que parece fundado en razon, y que tiene porvenir.

Mas para conocer las rocas es de necesidad examinar sus caracteres y las propiedades que las califican, y se dividen en dos secciones: 1.ª La que tiene por objeto conocer los exteriores ó físicos, y mas bien dicho, la historia mineralógica de las rocas. La 2.ª abraza la parte que tienen en la estructura de la tierra, y sus relaciones mútuas entre sí y con los demas terrenos; es la historia geognóstica de las mismas rocas.

Clasificaremos las rocas como los minerales, y notaremos de paso que con ellas ha ocurrido igual inconveniente que hicimos percibir al hacerlo de los minerales; y en efecto, hay diferentes clasificaciones de las rocas, todas fundadas en la diferente manera con que se han considerado, y tambien en el diferente punto de vista que ha servido de punto de partida á los autores.

Unos lo toman de su composicion, esto es, de la naturaleza y disposicion de las partes que las componen, y otros del lugar que ocupan en la estructura del globo.

La primera es una verdadera y pura mineralogia de las rocas, es concluyente y bien determinada, da á conocer sus caracteres, con especialidad las de los componentes, pero tiene el inconveniente de proceder á detalles que no son propios en el estudio de cuerpos cuyo examen está dirigido á conocerlos como parte integrante de la estructura y organizacion de la tierra.

Pero si esta base adolece de tales inconvenientes, la geognóstica ó de situacion es aún mas indeterminada, porque se funda en el orden en que suponemos puedan haberse formado, y las mas veces este carácter es hipotético, y aun imposible de aplicarse convenientemente si no hay datos bastantes, sea para fijar la época geognóstica de una roca, sea para caracterizar una formacion; y resulta de este analisis, que las rocas deben estudiarse mineralógicamente como apéndice de los minerales, y despues conocerlas y comprenderlas como elementos de construccion de la costra del globo y en mayor escala.

Para semejante estudio ofrecen dos caracteres sumamente marcados, y que son guias muy seguras y determinantes:

- 1.º Estructura.
- 2.º Naturaleza.

Pero si bien el primero es de utilidad en algunas rocas, hay bastantes en las que la estructura conduciría á errores, porque son muy fáciles de confundir, como en el granito, gneis, &c.; y de este modo la *naturaleza* de las rocas, ó mas bien el principio dominante en su composicion, es la verdadera base de clasificacion, y la misma que han adoptado MM. Brogniar y Cordier en sus clasificaciones, tomando por principio dominante el que domine en la roca; y luego la estructura concurre con este carácter para fijar su forma y facies particular, principio ó punto de vista bajo

el cual tendremos rocas á base de cuarzo, de feldspato, piroxena, anfíbol, talco, cal, &c.

Forman las rocas dos grandes grupos: 1.º Rocas de cristalización mas ó menos pronunciadas. 2.º Areniscas; y para conocerlas atenderemos á su estructura y á su composición.

La estructura se deriva de la cristalización, segregación mecánica y separación; y la primera se divide: 1.º Granitoidea, compuesta de cristales meulados irregularmente y cristalizados juntos, como el granito. Las condiciones de su formación han producido el resultado visible de una cristalización confusa. La sílice, la potasa, alúmina, hierro, cal, estaban fluidas, y al verificarse el enfriamiento, los elementos dichos se asociaron conforme á las proporciones atómicas, y generaron los silicatos, que dieron lugar á la mica, al feldspato, anfíbol, en su caso respectivo, formando el cuarzo escedente la cristalización confusa que constituye el granito; y de este modo se explica la circunstancia de dominar en unos granitos la mica, en otros el feldspato, &c., según las proporciones ó leyes atómicas de estos elementos, y molestándose mutuamente al cristalizar por falta de espacio suficiente y tal vez del tiempo bastante para su cristalización. 2.º En fajas, cuando los cristales están en líneas paralelas. 3.º Entrelazadas, si están formadas las rocas de sustancias diferentes entrelazadas, como el mármol de los Pirineos, que contiene glóbulos de calizo separados por skisto verdoso. 4.º Entrelazada irregular si están compuestas de sustancias diferentes, pequeñas é irregulares. 5.º Porfiroidea es una masa ó pasta compacta, en la cual se distinguen cristales diseminados, sean de la misma, sean diferentes de la pasta que los forma, como el anfíbol en el feldspato, la piroxena y la labradorita. 6.º De agregación globulosa, que se verifica en glóbulos diseminados en una pasta diferente, como amigdaloides, parecidos á las

formas de las almendras; y pueden ser de dos especies: 1.^a Contemporáneos, producidos por la cristalización. 2.^a Posteriores ó cavidades rellenas por otras sustancias, como el overstein, huecos rellenos de ágatas en capas concéntricas de diferentes colores, indicando el modo de formarse la roca, y otras veces las zeolitas. Pero estas estructuras se combinan, y las hay granito-porfiroidea, amigda-porfiroidea, &c.

La arenácea supone que la mayor parte de la roca, como el nombre lo indica, proviene de arenas cementadas despues y aglutinadas con una pasta cualquiera, como la sílice, la cal, y por la presión, y forma dos grupos: 1.^o Brecha, fragmentos angulosos reunidos por un cemento de la misma ó de otra naturaleza, y se deduce que la roca fue fracturada y recompuesta sin mudar ni cambiar de posición, puesto que conservan los ángulos netos y limpios de las aristas.

Pudinga; la forman cantos rodados y reunidos despues por un cemento, y supone gran trastorno de tiempo desde el arranque de los trozos del criadero, por el necesario para haberlos redondeado con la frotación producida en el transporte de las aguas.

Arenisca, arena reunida con cemento ó por la presión.

Podria creerse á primera vista, y teniendo presente el número de minerales simples que forman la costra terrestre, que tambien serian muy numerosas las especies de rocas que constituyen la misma parte sólida del globo; pero las observaciones de los geólogos y de los mineralogistas han demostrado, que hay 50 á 53 especies de minerales bastante esparcidos en la costra terrestre, y de éstas 22 son las mas comunes y que forman las mayores masas.

Esto supuesto, y que los minerales se asocian para formar compuestos ó rocas, pueden las 22 dar lugar por las leyes de las combinaciones á 1671 binarias y

1500 ternarias; mas á pesar de este cálculo, la naturaleza de los compuestos se opone á esta muchedumbre de rocas.

Los 22 minerales mas comunes son: 1.º Cuarzo, que comprende el silex, jaspe, calcedonia, pirómaco, &c. *P E* 2, 65. 2.º Feldspato forma grupos de especies; y segun Mr. Rosse cinco muy reconocibles por su composicion y manera de cristalizar, y tres de las cuales están muy esparcidas en la masa terrestre; su forma es derivada del prisma romboidal oblicuo, y las diferentes especies de ángulos en sus cristales son: 1.º Orthose, fractura laminosa, estructura en láminas y en ángulos rectos *P E* 2, 38, fórmula atómica $K S^3 + A S^3$, igual en todo á la del alumbre; únicamente la sílice reemplaza al ácido sulfúrico. 2.º especie albita *P E* 2, 461, fórmula $Na S^3 + A S^3$. 3.º Labrador *P E* 2, 90, es muy fusible y atacable por los ácidos, y entra en la casi composicion total de las lavas del Etna y del Vesubio; su fórmula $Na S^3 + 3 Ca S^3 + 3 A S^3$. 4.º Amortita *P E* 2, 763; es muy raro, y su fórmula $Ma S + 3 Ca S + 3 A S$. 5.º Feldspato vitroso; el jade con la dialaga. 6.º Mica, gran porcion de especies diferentes entre sí por sus caracteres físicos y químicos. 7.º Clorito. 8.º Talco, que tambien como la mica comprende un grupo de especies. 9.º Esteatita, es amorfa, fórmula $2 Ma S^3 + 3 Ma aq$. Serpentina *P E* 2, 64; fórmula $3 Ma S^3 + Ma aq$. 10. Anfibol, grupo de especies asi como la piroxena, *P E* 3 á 3, 1, y de ellos. 11. Tremolita blanco, y es el menos comun, $3 A S^3 + Ca S^3$. 12. Actinocta, hornblenda muy comun, *P E* 3 á 3, 1, + $3 F S^3 + Ca S^3$, y contiene ademas un poco de ácido fluórico y de alúmina. Piroxena, grupo de especies, y son: 13. Diopsida *P E* 3, 25 á 3, 34, blanquecino $S M^2 + Ca S^2$ mezclada con $F S^2 Ca S^2$. 14. Hembergita *P E* 3, 10 á 3, 15 $F S^2 + Ca S^2$. Los dos grupos de anfibol y la piroxena están de tal modo asociados, que

el primero se halla siempre con las rocas mas siliciatadas, asi como las piroxenas son las lavas que lo están menos, y es un carácter que los distingue y que resulta de su composicion. 15. Hiperstena $F S^2 + Ma S^2$. 16. Dialaga $4 Ma S^3 + Ma aq$. Tambien existe dialaga con hierro y magnesia, y cuya fórmula es $3 F S^3 + Ca S^3$. 17. Cal carbonatada $P E 2, 72$. 18. Anhidrita, sulfato de cal $P E 2, 33$. 19. Yeso comun $P E 2, 96$. 20. Sal gema $P E 2, 12$. 21. Arcillas. 22. Combustibles.

Ademas de estas 22 sustancias que forman con su reunion las rocas, se hallan diseminadas en ellas varios minerales, como cloro, pienita, trifana, esmeralda, topacio, corindon, distena, corderita, cal fosfatada, peridoto, esfena, granate, zoixita, macla, karcerita, prehennia, mesotipa, anfigena, analcima, espato fluor, piritas, hierro oxidulado, oligisto hidratado, carbonatado, cromatado, estaño oxidado, molibdena.

En las rocas se hallan seis sustancias minerales que afectan la testura laminosa, y que son: 1.^a Cal carbonatada; carácter efervescencia. 2.^a Yeso; lo raya la uña. 3.^a Yeso anhidrita; lo raya el puntero de hierro. 4.^a Feldspato orthose. 5.^a Albita. 6.^a Labrador. Las sustancias verdosas son anfibol, piroxena, dialaga, hiperstena.

Conocidos ya los elementos que concurren á formar las rocas, para proceder á su conocimiento y á determinarlas debe atenderse á su composicion, estructura, cohesion, fractura, dureza, color y juego de luz, accion de los ácidos, accion del fuego, alteracion, naturaleza y pasos mineralógicos; y se conocerá con facilidad que para distinguir las rocas como los minerales son el principal fundamento los caracteres exteriores, aquellos que los dan á conocer á primera vista; y la composicion enseñará los elementos que entran á formarlos, su naturaleza, y los que dominan mas en el compuesto, y que pueden ser constitutivos ó accidentales.

La estructura es relativa á la disposicion en que se hallan relacionados estos elementos, y puede ser laminosa, globular, fragmentaria, entrelazada, hojosa. La testura granuda, uniforme, desigual, cristalina, agregada, celular.

Por la cohesion pueden ser las rocas sólidas, friables, tenaces, agrias, y la fractura dar el carácter de unida, granuda, esquillosa; asi como el color, sea el dominante, ó el juego de la luz, ó el irisado, es un carácter muy reconocible.

Los ácidos obran químicamente, disolviendo algunos minerales y rompiendo las combinaciones, y el calórico suele cambiar los colores, y divide las rocas en fusibles, con ó sin fundente, ó infusibles.

Las rocas meuladas pasan de unas á otras por tránsitos insensibles; consecuencia precisa del modo de su formacion, y que se debe á la reaccion de los cuerpos puestos en contacto, y á las de las fuerzas químicas que los impelen; y será facil conocer que, puestos en contacto estos cuerpos en el laboratorio de la naturaleza, los productos deben haber variado segun las causas accesorias ó concomitantes; y de aqui el dominar la mica en el gneis y mica-skisto, el talco en la steatita, &c.

Con estos datos seguiremos en la descripcion de las rocas el orden natural de su superposicion, que proporciona ademas la ventaja de recordar la situacion que ocupan en la estructura de la tierra.

El primer grupo es el de las rocas en que domina el feldspato, y forman varias especies reconocibles por su carácter ígneo y cristalino en muchas de ellas, y se dividen en dos secciones: 1.º Rocas feldspáticas cristalinas y sus derivadas. 2.º Volcánicas ó plutonianas.

La primera seccion comprende: 1.º Feldspato laminoso, reconocible por sus caracteres mineralógicos y cristalización en hemitropia, dureza, &c. 2.º Felspato

granudo, mas abundante, color blanco y rojo, fractura esquillosa, y contiene accidentalmente el anfíbol, la mica, el cuarzo, y es el *westein* de los alemanes y la *leptinita* y *lurita granuda*. 3.º Terroso, *kaoli*, infusible, carece de potasa; es el material de que se hace la porcelana. 4.º Compacto, *petro-silex*, fractura concoidea esquillosa, color verdoso, pasa á los pórfidos; su fórmula $4 K S^5 + K S$. 5.º Glanduloso amigdaloides con núcleos contemporáneos. 6.º Compacto mezclado. 7.º Compacto porfiroideo y de color rojo, verde; es el *ofites* que tiene la *serpentina*, y roca muy importante por sus efectos en la estructura de la tierra al presentarse ó inyectarse del interior del globo en épocas determinadas.

La segunda comprende las rocas feldspáticas volcánicas, y son: 1.ª Lavas, pasta feldspática con granos de hierro oxidulado y anfigena y disposición á la estructura amigdaloides. 2.ª Traquita con cristales de feldspato, pasa á granitoidea y contiene cuarzo, mica, anfíbol, hierro, oligisto y titano calizo. 4.ª Traquita terrosa, poca cohesión, y áspera al tacto. 5.ª Fonolita, fractura compacta concoidea: es una meula del feldspato y mesotipa, y es atacable por los ácidos. 6.ª Perlita, brillo vitreo y forma muchas variedades; la de Méjico tiene por fórmula $5 A S^5 + K F S^5$. 7.ª Obsidiana, fractura concoidea, color verde, negro, porfiroidea, y se produce por la fusión de la traquita enfriada repentinamente; la de Kantal en Francia $3 A S^3 + K S^3 + 3 A q$. Méjico $3 A S^3 + N A S^4$, y la del cerro de la Navajas $3 A S^6 + K S^6$. 8.ª Piedra pomez es muy reconocible por su aspecto, y su fórmula $4 A S^4 + K S^3$. 9.ª Feldspato resinita.

El segundo grupo de rocas es el de granito, reconocible por su aspecto cristalino, con cristales manifiestos (y á la simple vista) de feldspato y anfíbol; abunda en su composición el cuarzo.

Sus elementos son el cuarzo, feldspato y la mica;

pero estos á veces se reducen á dos y pasan á pórfidos, que son de pasta feldspática con cuarzo. Si la mica está sustituida con el anfíbol, forma la sienita; si el cuarzo y la mica la componen solos, la yalomita; si el cuarzo y chorlo, la roca chorlo; y si se agrega el topacio, como en Sajonia, la topazosema. El feldspato y el talco la protogina. El gneis presenta la testura hojosa, debida al aumento de la mica, y contiene molibdena, granates, turmalina; y es talcoso cuando el talco reemplaza á la mica. Mica-skisto lo forman capas de mica paralelas, con cuarzo diseminado y distena, estaurotida, esmeralda, y alguna vez reemplaza á la mica el hierro micáceo oligisto; y puede ser asimismo talcoso, ó skisto talcoso.

Serpentina, silicato de magnesia; forma grandes masas, fractura concoidea; contiene hierro oxidulado en octaedros, piritas, asbesto, dialaga, diamante, anfíbol, y con la cal forma el oficalcio.

En el tercer grupo domina el anfíbol, y con el carácter de color verdoso, funden facilmente, y presentan los cristales de anfíbol desde bien distintos y determinados hasta formar masa compacta; da lugar á varias especies, y son: 1.º Diorita, que la constituyen el anfíbol hornblenda y el feldspato albita. 2.º Pórfido diorítico con cristales de anfíbol y de albita diseminados. 3.º Diorita skistosa y amigdaloida.

En este mismo grupo está comprendido otro llamado de rocas piroxénicas, y el cual está formado de feldspato labrador con augita, su color es negruzco, y análogo con las lavas modernas del Vesubio.

La dolerita se compone de feldspato labrador y piroxena, acompañada de hierro titanífero. El basalto es una mezcla de piroxena y labrador con peridoto y anfíbol, y con la circunstancia de entumecerse.

Rocas en que domina la dialaga.

Eufotida, compuesta de dialaga y de jade, es de color verdoso, y forma la roca llamada verde de Córcega. La dialaga es amorfa, pero entra en el sistema de la piroxena, y es verde variable, y semejante al cromo: el jade es muy tenaz; contiene la eufotida piritas y hierro titanífero.

Hiperstena, formada por la mezcla de hiperstena y labrador, y el criadero de este mineral contiene cal fosfatada, piritas, y se halla en Sajonia, Tirol, Silesia, Suecia, Tierra de Labrador en América, Harze, Nueva Holanda.

Trapp son las rocas compuestas de hiperstena en granos finos; se divide y muestra una tendencia á fracturarse en prismas groseros é informes, y da lugar á formar escalones en las montañas, de cuyo carácter se ha derivado su nombre trapp, palabra sueca que significa escalera.

Rocas calizas.

Su base es la cal, su color del azul al blanco mate, y forma las subespecies: 1.^a Sacaroidea y laminosa, la primera con los mármoles, y skistosa con mica y talco, y cristales de tremolita, granate, hierro oxidulado. 2.^a Compacta, y puede ser margosa si está mezclada con las arcillas. 3.^a Oolítica granulada en granos pequeños, producidos por el movimiento de las aguas; y estos calizos han sido depositados en las orillas de mares antiguos. 4.^a Calizo de agua dulce, estructura tubulada y aspecto particular, como si hubieran sido for-

mados estos tubos por troncos de plantas herbáceas. 5.º Silicioso, su carácter fractura concoidea. 6.º Estalactítico y estalagmítico, formados en las grutas ó cavernas por las filtraciones de aguas cargadas de carbonato calizo. 7.º Dolomia, que es un bicarbonato de cal y magnesia, y con brillo nacarado. 8.º Creta, blanco mate, se deshace con facilidad, mancha, escribe, tiene siempre el silex pirómaco en lechos ó capas de roñones. 9.º Anhidrita, sulfato de cal; á veces con la mica y el talco forma masas considerables en las montañas, y contiene á veces nódulos de sal comun: es duro. 10. Yeso, sulfato de cal hidratado, blando, se raya con la uña, y conserva la impresion del golpe del martillo; forma muchas variedades. Epigeno es el anhidrita rehecho por el agua, cristalizado, en masa, &c. Algunos yesos, como el de Montmartre en París, el de Cuenca, que se halla al pie de la montaña y en el arrabal, contienen cierta porcion de carbonato calizo: el de Montmartre $\frac{1}{11}$, circunstancia que le hace de muy buena calidad para la construccion.

Sal gema, forma rocas y aun montañas, como en Cardona en Cataluña, y siempre asociada con el yeso; sus caracteres son: forma cúbica, soluble en el agua, sabor agradable.

Rocas de hierro.

1.º Hierro hidratado en capas y en la superficie del terreno. 2.º Oolítico, en glóbulos como el calizo, y en grandes capas. 3.º Irregular, y diseminado en las arcillas que llenan las cavidades del calizo. 4.º Hematites, en filones, y puede ser roja y parda; se conoce por el color y el polvo. 5.º Carbonato, en filones, masas, y en nódulos el carbonífero. 6.º Compacto. 7.º Silicato. 8.º Chamosita.

Rocas cuarzosas.

Forman esta série varias, pero en todas la base es el cuarzo: 1.º Cuarzo puro. 2.º Silex pirómico, y que se halla tinturado por una sustancia bituminosa. 3.º Silex córneo, perdida la transparencia por los granos de cuarzo interpuesto. 4.º Silex careado. 5.º Skisto silicioso, carácter dureza, dar chispas con el eslabon.

Rocas arenáceas.

Están formadas estas rocas de granos de cuarzo, reunidos por un cemento ó en virtud de la compresion, y da lugar á muchas variedades, debidas al cemento y á la magnitud del grano, y se conocen con el nombre de areniscas ó asperon.

Sandstone y mill-stone-grit son rocas mecánicas, en las que, cuando el grano es pequeño, son verdaderas areniscas; si de mayor tamaño pudinga ó brechas. La aglomeracion ó reunion de los granos puede ser por diferentes medios; si es en virtud de sustancias volcánicas, brechas; si tufos conglomerados, llamados en Roma piperinos.

Los asperones están compuestos de granos de cuarzo con mica, y muy rara vez feldspato, porque este se ha descompuesto y pasado á las arcillas con el óxido de hierro; siempre los asperones ó areniscas están formados por la via húmeda.

Arkosa grawaka la componen fragmentos de cuarzo, mica y feldspato cementado por la arcilla; su textura varía desde la muy menuda ó arenácea á la pu-

dinga. Antes estaba admitido que ocupaba un lugar siempre fijo en los terrenos; pero observaciones posteriores han hecho ver puede hallarse en varios y muy diferentes.

Sammita, roca compuesta de granos de cuarzo con mica, y cementada por la arcilla, y poco visible; si lo está por la cal es la mollasa.

Arcillas son depósitos mecánicos de sustancias pulverizadas en extremo y compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro; forma diferentes variedades, debidas á las distintas proporciones de la sílice, alúmina, cal y óxido de hierro, dando lugar á una série enlazada entre sus miembros, y cuyos límites son el kaoli y las arcillas comunes, dando lugar á los skistos arcillosos, en los que se hallan la macla, estaurotida, espato calizo, clorito, granate, epidota, wabelita, estilbita, distena, piritas de hierro, hierro oxidado, &c.

Combustibles.

Esta clase de rocas la componen la série de antracita, carbon de piedra, lignites, turba, reconocible por su color mas ó menos negro, poco peso, y arder con mas ó menos facilidad.

Reconocida la série de rocas cuya reunion forma la costra terrestre, estudio árido de suyo en la absoluta carencia de colecciones de las rocas es indispensable agrupar sus caracteres marcados, especialmente aquellos que las determinan, y aun dan á conocer su importancia en la estructura del globo.

Desde luego se presenta la solidez como el rasgo mas distintivo, pues si bien la atmósfera y el agua forman capas gaseosa y líquida, y aun las lavas pueden estarlo tambien fluidas á veces, la idea fija y segura del suelo que nos presenta es la de la solidez.

Firmes en este punto de partida, ofrecen otro rasgo, derivado de los agentes que actúan y han actuado en la generacion del globo; uno ha sido el fuego ó la via ígnea; otros la accion destructora de los agentes exteriores, dando lugar á depósitos mas ó menos estensos y de origen mecánico. En fin, los hay de estos modificados por el influjo de las rocas ígneas, y trasformándolos en otras muy parecidas á las generadas por el fuego. Dividiremos, pues, las rocas en: 1.º Cristalinas. 2.º De sedimento.

Las cristalinas se dividen á su vez en: 1.º Ácidas. 2.º Basicas.

Se nota en las rocas cristalinas ó de origen ígneo, que todas tienen por agente motor la sílice, que sola ó combinada con otros cuerpos las constituye. La sílice, elemento electro-negativo, adopta el rango de ácido, y dominando en las rocas del primer periodo geogénico de la tierra, constituye las rocas ácidas, que lo son aquellas en que ha entrado formando silicatos simples, dobles ó triples, cuyos elementos han concurrido á su formacion, y en ellos están comprendidas el feldspato albita, el cuarzo, la mica, el granito, el gneis, los skistos micáceos ó talcosos, la diorita, el pórfido rojo, cuarcífero, &c.

En las basicas sobresale el feldspato labrador; la sílice entra por menos, y este carácter da lugar á la generacion de las piroxenas, basaltos, eufotidas, serpentinias, hiperstena, ó las lavas y productos volcánicos; y variando este carácter de composicion en los dos grupos, necesariamente lo habrán hecho las causas que los han producido. El calórico ó la temperatura habrá sido mayor en los primeros tiempos; y claro es que se formarían entonces los compuestos menos fusibles, y dominaría el cuarzo, asociándose con él la magnesia y la alúmina, creando los silicatos mas infusibles.

Disminuyendo despues la temperatura, gastado

quizás el principio acidificante, las basicas han podido formarse, y el feldspato labrador tuvo la ocasion de desenvolverse.

Las primeras de estas rocas están calificadas por su aspecto cristalino, dureza, muy friables, las mas dan chispas con el eslabon, y son el criadero de la mayor parte de los metales útiles á las artes.

Estas consideraciones hacen palpable que la composicion atómica es de suma importancia en estos compuestos, y que su fórmula habla y es la guia de su naturaleza, propiedades, y aun de su generacion.

Tan luego como hubo terrenos emergentes, empezaron á gastarse las rocas primitivas, y sus fragmentos arrastrados y depositados por las aguas, formaron los skistos cuarcíferos y arcillosos que aparecen como de origen ígneo, y que bien estudiados no lo son, y sí formados mecánicamente, y alterados despues por el contacto de productos plutónicos.

Pero el cuarzo, ó mas bien la sílice, no produce solo rocas cristalinas, sino que constituye asimismo otras de agregacion mecánica, y desde el cuarzo cristalizado á las arenas de los rios forma una série, pasando por las pudingas areniscas, &c., y cuya consistencia, color, dureza y demas caracteres varían segun su antigüedad, el cemento que las reúne y la presion á que han estado espuestas. Su carácter esencial es dureza mas ó menos pronunciada, dar chispas, forma varia segun la manera de generarse.

Grupo calizo.

Domina en el grupo calizo el carácter de cierta dureza relativa, color mas ó menos blanco, efervescencia, variando estos accidentes segun su edad y los cuerpos

asociados que le acompañan, pero tiene y está dotado de una cierta fisonomía que lo manifiesta claramente, desde el calizo cristalino á la creta y margas mas recientes, sea en la seccion del carbonato, sea en la del sulfato.

Las arcillas juegan tambien en la estructura del globo, y marcadas por el olor, color y testura particular.

Pero al paso que debemos conocer estos rasgos dominantes con que la naturaleza ha formado el vestido que cubre la superficie de la tierra, tambien es preciso notar que los combustibles ocupan un lugar importante, y que hace mucho en la estructura del globo.

Y no basta conocer estos grupos, ni saber qué fuerzas creatrices han modificado su tendencia en la generacion de las rocas en los diferentes periodos, dando lugar en el primero á las cristalinas, en el inmediato á las de carbon, luego á los calizos, y despues á las margas, arcillas y arenas, sino que debemos indagar las alteraciones de las rocas, accidentes que esplican muy bien y dan razon del modo de generarse muchas de ellas.

Desde luego es preciso sentar el principio que la presion y el calórico determinan modificaciones en las rocas, sea aumentando su comparidad, bien uniendo ó desalojando ciertos elementos de su composicion. Asi, un calizo poroso, la creta por ejemplo, calcinado bajo gran presion, pasa á cristalino, y tal puede haber sido la causa y el origen de muchos calizos compactos sacaroideos que perturban á veces con su presencia la ley de los terrenos.

El mismo carbonato calizo, espuesto á la accion del ácido sulfúrico, puede convertirse en sulfato y anhidro cuando sufre la calcinacion por rocas volcánicas; y como el yeso se halla con la sal gema próximo y en relacion geognóstica con los ofites y serpentina, no cabe

duda en esta modificación y en el modo de generarse el sulfato de cal.

Los skistos cristalinos pueden ser areniscas calcinadas bajo grandes presiones, los aluminíferos pasarán á jaspes; y como siempre estas rocas se hallan en contacto con el granito y otras rocas ígneas, no hay ni puede haber repugnancia en admitir un origen tan probado por los hechos.

Y reasumiendo podremos admitir, que muchas rocas son el resultado de modificaciones debidas al calórico, y que son en realidad productos neptunianos modificados por el trabajo ígneo lento ó activo, introduciendo nuevos agentes, y dando lugar á nuevas combinaciones químicas.

Las alteraciones á que se refieren estos resultados son: 1.º Decoloracion. 2.º Hendidientos. 3.º Perder el brillo. 4.º Endurecerse. 5.º Desagregacion. 6.º Vitrificacion. 7.º Entumecerse. 8.º Variar la composicion; y todas pueden acumularse en los dos grupos:

1.º Skistos cristalinos.

2.º Calizos.

En el primero los skistos cristalinos pueden haber tenido lugar ó haberse formado en todas las edades geológicas, y serán un intermedio entre los depósitos neptunianos y los ígneos, y su testura hojosa será un resto de su primera formacion originaria, y el último término de su modificación sería la producción de rocas que hayan perdido casi enteramente la estructura skistosa para hacerse granitoideas ó semigraníticas.

Los calizos terrosos pasan á otros tinturados de diferentes colores, traslucidos, y despues á mármoles en fajas; y en fin, á rocas granudas y al marmol estatuario.

La sal gema puede tambien ser de origen ígneo, sea por inyeccion del centro de la tierra, sea por depósitos calentados despues por rocas ígneas próximas á

su situacion geológica ; y si todas estas alteraciones son tan marcadas, las de los combustibles si cabe están mas de manifiesto, pues los terrenos de carbon se hallan siempre asociados con rocas ígneas, y que han influido poderosa y decididamente en la generacion de su estado y aun en las modificaciones que presenta.

Y son tan exactas estas observaciones, que en Bañeras en Francia, al lado de la diorita de Pouzac, el calizo intermediario y el skisto han pasado á marmol y á una roca argiloidea particular. En la isla de Anglesea las arcillas skistosas se han hecho jaspoideas con granates al lado de rocas trapeanas. En el Banato los filones sieníticos han cambiado el calizo antiguo en roca granuda con granos y minerales de cobre, hierro, &c.; y en ciertos volcanes del Eifel, como el Hohenfels, Mr. Mescherlich ha notado la produccion de la mica en skistos modificados. Con el contacto del granito, el mica-skisto pasa á chorlífera, y hay un tránsito continuo de las rocas arenáceas con petrificaciones á las *hornfels*, que á su vez pasan al gneis.

Tal es el nuevo punto de vista bajo que se mira hoy la generacion de muchas rocas, tenidas antes por cristalinas, y con él ha crecido la esfera de accion del poder mecánico en la costra terrestre, y hasta el punto que cada dia se aumenta el número de los minerales reconstruidos por el sistema ígneo, acuoso ó electroquímico ; y está probado hasta la evidencia que llega el poder del hombre á reproducir todos los minerales conocidos con paciencia, con ensayos, y empleando las fuerzas actuales de generacion, del calor, electricidad, &c.

Por manera que puede concluirse, existe una division marcada en la creacion geognóstica de las rocas entre los límites que separan las cristalinas de las de agregacion mecánica ; teniendo presente sin embargo que el influjo de las primeras ha penetrado muchas ve-

ces en las segundas, alterándolas y dándoles un aspecto que enmascara su primer fundamento geogénico.

Y esta consideración es de suma importancia, puesto que explica el origen de los minerales, y con especialidad de los filones metálicos, y muchos hechos anómalos en la constitución de los terrenos, difíciles de explicar sin esta clave, y que romperían sin ella el enlace natural de su generación, como veremos en el estudio de los terrenos, de que nos ocuparemos inmediatamente.



LECCION DUODÉCIMA.

Hemos clasificado las rocas, empleando los caracteres mas determinantes, dividiéndolas en grupos que, al paso que muestren sus propiedades mineralógicas mas esenciales, den tambien el fundamento seguro de su generacion; y de este modo es facil comprender el modo de ser y las modificaciones de las masas minerales que cubren la desnudez de la tierra, y los cambios que indudablemente han sufrido, no solo por la influencia de ciertas rocas aparecidas en determinadas épocas y circunstancias, sino asimismo cediendo á las exigencias y á los caprichos del modo de ser pronunciado en las fuerzas geogénicas de la tierra, presentando como en el desenvolvimiento de la película orgánica accesos formulados en rocas cristalinas, combustibles, calizos, arenáceos y demas masas minerales, que dan luego el tono y el carácter á la constitucion de los terrenos.

TERRENOS.

Se llaman terrenos la reunion de varias rocas, sobrepuestas unas á otras, siguiendo un orden ó ley determinada, y que se reproducen y ocupan extensiones considerables en la costra terrestre.

Supuesto el origen ígneo de la tierra, que admitimos como la base del sistema de la formacion del globo, hubo una época en la que, solidificada la superficie, se consolidó esta misma superficie, y los enfriamientos dieron lugar á la formacion de masas minerales, cuyo origen será ígneo necesariamente.

Este poder calorífico ha continuado, y continúa actuando en la tierra, y se manifiesta sin rebozo en los productos volcánicos, al paso que el agua y los agentes exteriores atacan continúa y constantemente la costra solidificada, y producen y han producido masas de sedimento ó de agregacion mecánica; y de aqui la division natural de los terrenos en dos secciones:

- 1.^a Cristalinis ó de formacion ígnea.
- 2.^a Sedimento ó de agregacion mecánica.

Los primeros, que son los mas inferiores en la escala, forman los primitivos, de que vamos á ocuparnos inmediatamente.

Componen estos terrenos rocas cristalinas sin restos de organizacion, y con el carácter de afectar un modo particular de situacion muy reconocible y determinado.

Las rocas que constituyen los terrenos primitivos forman varios grupos, reconocibles por sus caracteres, y son: 1.^o Grupo granítico. 2.^o Skisto micáceo y talcoso. 3.^o Anfibólico. 4.^o Calizos, y el total de las rocas que los componen.

Grupo granítico: rocas feldspáticas, pegmatita, leptinita, eurita, hialomita.

Grupo micáceo: granito, gneis, mica-skisto, filadeltalcoso, protogina, gneis-talcoso.

Anfibólico: sienita, diorita, anfibólica, cordieradita.

Calizo: calizo-micáceo, talcoso (cipolino), anfiboloso, grafitoideo, sacaroideo, dolomia, yeso sacaroideo (alabastrite).

La situación respectiva de estas rocas ó su orden de superposición varía en las localidades; pero tomadas en conjunto puede decirse, que el granito forma el núcleo de las montañas; sigue luego el gneis, el mica-skisto, el skisto-arcilloso, &c.

Generalmente el núcleo de las montañas está formado de rocas cristalinas, compuestas de cuarzo con la mica, el feldspato y el anfíbol, y sobre las que se adosan las demás rocas que forman los terrenos.

El granito, base ó cimiento de las rocas, y elemento creador de los terrenos primitivos, se compone de cuarzo, feldspato y mica, y pasa por modificaciones y tránsitos á las demás rocas que con él constituyen los terrenos.

El verdadero granito y sus derivados afectan formas macizas, y grandes masas y montañas enteras, y muy rara vez aparece en capas, y con el carácter general por lo comun de hallarse debajo de todos los terrenos, y siempre con una constancia marcada y fija en sus caracteres en todos los países del globo.

Compuesto de los tres elementos de cuarzo, feldspato y mica, forma dos especies por el color y la cristalización del feldspato. Puede ser cristalino ó compacto, y estos dos tipos forman el cristalino y el porfiroideo; también se diferencia por el color; el albita puede ser blanco y verdoso, el orthose rojo; colores que determinan el del granito.

Presenta éste diferentes grados de resistencia á la

accion destructora de los agentes exteriores, debida á la relacion atómica que existe entre los elementos que los forman. La tendencia corrosiva de los agentes exteriores es atacar principalmente las aristas angulosas y vivas y los puntos mas salientes; y de este modo la desagregacion camina por capas concéntricas paralelas en la primera época á la superficie primitiva, y como pierden poco á poco las formas angulosas, terminan por serlo al núcleo mas resistente, y forman trozos mas ó menos redondeados, puestos unos sobre otros en tal disposicion, que parece fueron colocados artificialmente y por la mano del hombre.

Hay muchas localidades en las que el granito aparece bajo estas formas caprichosas: en la cadena de montañas de Navacerrada, se hallan en las inmediaciones á la venta de los Mosquitos masas de granito con este carácter. El mismo presentan en Estremadura, en Malpartida de Cáceres, y aún mas en Trujillo; y se marcan de tal modo estas masas en bolas llamadas en el pais *berrocales*, y es tal la impresion que ha hecho en sus habitantes, que lo han consignado en los cantos populares, y en la redondilla

Si fueres á Trujillo,
 Por donde entrares
 Andarás una legua
 De berrocales.

Otras veces el granito presenta formas áridas escabrosas, y sea por la naturaleza de su composicion mas reciente, ó tal vez por ser posterior su edad geogénica ó de aparicion en la superficie de la tierra; tal es el de Montanches en Estremadura: y observado con atencion este carácter, puede servir de cronómetro, con otros datos de estratificacion, para resolver el problema de la edad relativa de estas rocas.

El que se halla en el centro de la Francia afecta formas redondeadas; el de los Alpes agujas muy agudas, que trepan á 1400 pies de elevacion sobre el valle de Chaumy.

El granito no ha nacido en la misma época geogénica; y en las diferentes de la vida de la tierra se han verificado muchas generaciones de esta roca, y hay alguna posterior á los depósitos secundarios ó de formacion mecánica.

La roca granítica contiene diseminados el anfíbol, clorito, chorlo, epidota, zircon, granate, pienita, esmeralda, topacio, estaño oxidado, wolfran, molibdena, titano, hierro oxidulado.

Pero el granito se modifica, y por las proporciones de sus componentes pasa al gneis, al mica-skisto, marcados por su tendencia á la estructura hojosa, y debida á la abundancia de la mica.

Estas rocas pasan á las talcosas, y todas las comprendidas en el grupo hojoso de estos terrenos forman una seccion marcada por su tendencia á la desagregacion y á descomponerse con mas facilidad que las granitoideas. Cuando el anfíbol reemplaza á la mica, toma el granito un color verdoso, y los caracteres que dan el tipo de las sienitas.

La seccion caliza primitiva aparece siempre cristalizada, laminosa y skistosa cuando se asocia á la mica, el talco, anfíbol, granito, magnesia, constituyendo sus variedades.

Los terrenos primitivos están marcados con el carácter de carecer de restos orgánicos, por su aspecto cristalino, y mas aún por cierto sabor de antigüedad que los manifiesta donde quiera que se aparecen. Sus rocas afectan colores sombríos, formas atrevidas y caprichosas, masas imponentes, y todos sus caracteres exteriores de color, elevacion y magnitud les dan unos contornos y un poder moral sobre el observador, que

anonada su ser y eleva su espíritu á la creacion, dando á sus ideas una direccion y un carácter tan grandioso y tan sublime como son y aparecen sus masas imponentes. El hombre mas orgulloso de su ser, el mas envanecido con las facultades de su inteligencia, el mas incrédulo, situado en las montañas de los Alpes, del Himalaya, de los Andes, de los Pirineos, rodeado del espectáculo severo y magnífico de sus precipicios y de sus cimas que escalan los cielos, se ve oprimido por este poder colosal, y precisado á entrar en sí mismo, y á confesar su pequeñez y la inmensidad de la naturaleza y de su autor, grande sobre todos los grandes de la tierra.

Si descendiendo de estas consideraciones pasamos á las de utilidad artística, los terrenos primitivos contienen muchos elementos de construccion, que deberán buscarse en aquellas rocas que resistan mas á la fuerza destructora de los agentes exteriores; los mármoles estatuarios, los cipolinos, el verde antiguo, el yeso, la piedra ollar, y la de que fabrican los chinos sus ídolos, se hallan en los skistos micáceos, en los talco-skistos y las rocas anfibólicas.

Las rocas graníticas contienen el chorlo, topacio, amatista, záfiro, mica, cristal de roca, titano, estaño, cobre, y algunas veces el oro.

Las aguas minerales de mayor temperatura, mas sulfurosas y enérgicas contra las afecciones reumáticas y de la piel, pertenecen y salen del granito.

Los metales útiles, ó mas bien los llamados preciosos, como el oro, la plata, el platino, diamante, &c., caracterizan con su presencia la parte superior de estos terrenos, y casi siempre se hallan en los skistos talcosos, anfibólicos y arcillosos que los forman, y los skistos y las rocas de cuarzo á que pasa por trámites insensibles el gneis son los criaderos y la cuna en que se generan estos cuerpos de

que el hombre ha hecho tantas y tan útiles aplicaciones.

Cierta arenisca compacta asociada á estos terrenos es el criadero del oro, platino, topacio, diamante; ó mas bien, en general los metales útiles se hallan en la parte superior de los terrenos primitivos, y sus rocas son las que se apoderan de los minerales no depositados por las aguas, y con la circunstancia esencial que siempre se hallan en el contacto de las rocas ígneas con las que afectan la estructura skistosa, y en los puntos de accion de la masa inyectada en las capas solidificadas ó en las rocas alteradas; y mejor, los cráteres ó fumarolas de inyeccion son el criadero de todas las minas productivas.

Pero si bajo este aspecto importa el examen de los terrenos primitivos, no interesa menos si atendemos á su influencia en la agricultura, en el bienestar y en la civilizacion y moral de los pueblos que viven en su esfera de accion.

Las rocas primitivas jamás permiten grandes llanuras, y forman montañas desnudas talladas en escalones, escabrosas, y con precipicios y desigualdades en todos sentidos, ó bien colinas redondeadas, bajas, gastadas sus aristas ó partes salientes y separadas por valles tambien redondeados y poco profundos.

Los terrenos marcados con el primer carácter presentan dificultades de mucha consideracion á los trabajos agrícolas, cuando en el segundo con facilidad se someten en toda su estension á los esfuerzos del labrador que lo cubre de semillas variadas en diferentes épocas del año; y no obstante esta diferencia notable, el primer terreno está poblado de hombres activos, industriosos y felices, al paso que la poblacion del segundo se reconoce por su pereza, por su miseria, y aun por su embrutecimiento en todos sentidos.

Y tales resultados son consiguientes á la influencia

inevitable que ejercen las formas de los terrenos y los trabajos que exige su cultivo sobre las costumbres de los habitantes que alimentan.

Con efecto, aunque á primera vista los terrenos primitivos en que dominan las rocas cristalinas sean escabrosos y con precipicios, y por esta razon incapaces de grandes cultivos, ofrecen siempre pequeños valles ó senos en que la superficie horizontal ó poco inclinada del terreno permite establecerse y retener el humus y los restos vegetales, y formar pequeños campos cultivables contenidos con muros de piedra seca, y en los que cultiva el labrador segun la esposicion del terreno las plantas alimenticias mas en armonía con estas circunstancias. Creador de un terreno que cultiva el hombre, se apega por interés al producto de su afanoso trabajo; y la necesidad, motor de todos los adelantos humanos, le hace industrioso; verdad que está escrita con sus pruebas en el cultivo de los terrenos de granito.

Los valles de estos terrenos son profundos y poco estensos, el suelo es fértil, y el cultivador necesita atender á muchos de estos pequeños campos para mantener su familia; y situados á niveles diferentes, le obligan á correr todos los dias grandes distancias, á trepar por medio de montañas y sendas difíciles y peligrosas. Desde la niñez se ha hecho una costumbre de la actividad; obligado á reflexionar y calcular sobre las mas pequeñas acciones, ocupado incesantemente en descubrir un trozo de terreno que poder cultivar, y de los medios de llevarlo á efecto, su cuerpo se desenvuelve con vigor, su alma se fortifica, adquiere el hábito del trabajo, y el mas difícil todavia de gobernarse por sí mismo y de resolver sin auxilio de consejeros. Penetrado de su valer y de lo que le cuesta adquirir su subsistencia, familiarizado con los grandes espectáculos de la naturaleza y con el peligro, se penetra de

la dignidad de hombre, ama á su pais por pobre que sea, y el valor, la independendencia, es su carácter instintivo; y tal le presentan la Suiza, los vascos, la Escocia, y todos los habitantes de los terrenos primitivos y montañosos.

En estos terrenos apenas hay un valle por pequeño que sea que no alimente un pueblo, y con una estension de terreno bastante acaso en otros terrenos á la subsistencia de un solo labrador. Por el contrario, en los paises formados de granito en colinas redondeadas, se cultiva en toda la superficie; pero tan estensas como son las propiedades, tanto mas se aumenta la indigencia de sus desgraciados habitantes.

Las formas redondeadas de estos terrenos se deben á la descomposicion del feldspato; y los agentes esteriore, el calor, la humedad y el aire penetran en la masa granítica, y estienden la desagregacion hasta bastante profundidad, ocasionando la filtracion de las aguas y la sequedad, origen de la muerte de las plantas.

Por esta razon estas rocas están siempre secas, y jamás crecen en ellas las pequeñas plantas, cuya descomposicion produce y es el indicio y la causa de la fertilidad de los terrenos. La potasa y la sosa del feldspato disueltas en estado cáustico por las aguas, matan los vegetales, y los terrenos son estériles. La cal, principio necesario á la vegetacion, no entra en la fórmula de estos terrenos, y falta uno de los elementos necesarios á la alimentacion de las plantas. Todos estos terrenos forman una especie de costra vegetal, de poco valor por su esterilidad; y la facilidad del cultivo y el poco producto obliga á sus habitantes á cultivar mas de lo que pueden soportar sus fuerzas, abrazan mayor espacio, no pueden perfeccionar sus labores, y viendo abortar sus esfuerzos desde la infancia, y no encontrando nada que estimule su celo, el hombre de estos de-

siertos se habitúa á su posicion desgraciada, se embrutece en un trabajo sin fruto y sin resultados, y únicamente en el fondo de algunos valles y en los cursos de agua es adonde puede quizás encontrar un espacio que recompense algun tanto sus esfuerzos y los trabajos del cultivo: y tal es la causa del gran desenvolvimiento que ha tomado la industria pecuaria en ciertos distritos de Estremadura, y en donde el diente devorador de los merinos concurre con otras causas á inutilizar los trabajos del labrador en muchas ocasiones.

Terrenos de sedimento.

En superposicion inmediata á los terrenos cristalinicos comienza la serie de otros marcados por caracteres enteramente diferentes, y que son debidos á causas asimismo diferentes.

Distínguense de los primitivos en dos caracteres esenciales, y tan marcados, que es imposible desconocerlos: 1.º Estructura en capas ó lechos sobrepuestos. 2.º Contener restos orgánicos; y si bien los mas bajos en la serie afectan accidentes muy análogos á las rocas anteriores, hay sin duda una facies, un contorno y formas que los separan decididamente; en una palabra, la accion sedimentosa ó de agregacion empieza en ellos, y con ella una época enteramente nueva en la generacion de los terrenos.

Divídese este grupo en varias secciones ó formaciones, debidas á la circunstancia de coincidir varias capas distintas ó rocas en asociacion tambien determinada y constante, y de aqui:

- 1.º Terreno de transicion ó grupo de la grawaka.
- 2.º { Carbonífero.
- { Muriatífero.
- { Jurásico.
- { Cretáceo.

3.º Terreno terciario.

4.º Cuaternario.

Y que examinaremos por el orden de superposición.

Terrenos de transición.

Se componen de una serie de rocas á base de cuarzo, calizo y skistos arcillosos, constituyendo grupos en que dominan estas tres rocas, y dos pisos ó escalones, uno inferior, otro superior.

Las rocas que lo forman son:

1.º Aglomeradas ó rocas en que domina el cuarzo y pudingas cuarzosas, grawakas, cuarcitas.

2.º Skistos arcillosos, skisto pizarroso, arcilloso, silicioso.

3.º Calizos, cal-skisto, amigdaloides, marmol, calizo con encrines.

El lecho inferior de los terrenos de transición lo forman las rocas:

1.º Grawaka.

2.º Skisto arcilloso.

3.º Calizos.

Los primeros forman una serie de rocas á base de cuarzo, que son las mas inferiores, compuestas de granos de sílice mas ó menos gruesos, presentándose desde las pudingas hasta los cuarzos compactos, pasando por las cuarcitas, y que establecen el lazo entre los gneis y las areniscas del grupo carbonífero.

Su testura, color y dureza varían segun la magnitud del grano; y como están reunidos estos por un cemento arcilloso, contiene tambien la mica, cuyas capas están estratificadas conforme el sentido de la estratificación. Generalmente está dividida la grawaka por grietas que la fraccionan en paralelepípedos; su color

es gris por lo comun , y pasa al azul ; en algunas localidades la suelen acompañar capas subordinadas de calizos.

El skisto arcilloso presenta porcion de variedades, y las principales son :

- 1.º Pizarra.
- 2.º Skisto arcilloso , basto.
- 3.º Skisto aluminoso.

Bien examinado, el skisto arcilloso es un tránsito de la grawaka; el grano disminuye de magnitud, se aumenta la alúmina y la mica á espensas del cuarzo, y la grawaka pasa á skistosa por la mica hasta que forma la pizarra, cuya testura hojosa se debe á la mica contenida en su masa.

El skisto arcilloso se conoce por su color mas ó menos azulado, facilidad de separarse en hojas, algunas muy delgadas; está atravesado por vetas y pequeños filones de cuarzo compacto blanco. El arcilloso basto tiene color terroso, pardo ó gris, y es muy desmenuzable.

En fin, esta roca y la anterior de la grawaka alternan con la cuarcita, pasan á ella, y forman una serie desde el cuarzo compacto á las areniscas, y son muy importantes por sus caracteres geognósticos. El calizo tiene grano muy fino, fractura esquillosa, color gris con piritas diseminadas, y participa de la estructura skistosa, y se hallan en esta roca grandes cavernas y de estension.

La parte superior de los terrenos de transicion está compuesta de: 1.º Arenisca cuarzosa que pasa á pudin-ga. 2.º Calizos. 3.º Skisto arcilloso ordinario mezclado de carbon. 4.º Capas de combustible poco bituminífero, y muy parecido á la antracita; y el orden de superposicion en estas rocas: es el mas inferior arenisca cuarzosa, el skisto arcilloso y calizos en el medio, luego capas de combustible, y el superior skistos con impresiones vegetales.

Las capas de combustible son numerosas, pero poco gruesas; por manera que el terreno de transición en conjunto forma dos grupos marcados: -el primero por no existir combustible, y el segundo con la presencia de este mineral, mas en los dos domina el cuarzo, y aun en el segundo el skisto toma mas poder, y la cal crece en importancia.

El estudio de estos terrenos demuestra fueron depositados en mares que ocuparon grandes porciones de la superficie del globo, y dislocadas mas tarde estas rocas y emergentes por causas interiores.

Las montañas del Harz están formadas de estos terrenos, y aun pueden mirarse como su tipo marcado, y constituidas por una serie de grawakas, skistos arcillosos y calizos pertenecientes á la parte inferior de dichos terrenos y de 1132 metros de elevacion en el flanco mas escarpado.

Las Ardennes están constituidas en Lieja por el skisto pizarroso, en bandas descoloridas, y con agujas de anfíbol y capas de hierro oxidado rojo. En Escocia los forman skistos arcillosos, grawaka y rocas cuarzosas.

En los Pirineos la grawaka pasa al skisto arcilloso con nódulos de antracita y con impresiones de plantas. En España tambien aparece este terreno bien desenvuelto, y ocupando grandes estensiones, especialmente en Estremadura, en cuya provincia Mr. Laiplay, ingeniero francés, ha encontrado tantos puntos de semejanza con el Harz, que, segun sus observaciones, al distrito de Talarrubias le falta solo el cielo nebuloso y húmedo del norte para ser un pais en todo parecido al de Clausthall y Zellerfeld en el Harz. Este terreno de Estremadura, especialmente la estension que corre al norte de Almaden á Sevilla, es un tipo el mas exacto de los de transición.

Está compuesto de skistos arcillosos mas ó menos

compactos y pizarrosos, de cuarcitas, grawakas y capas de calizos con indicios de antracita; y la naturaleza de estas rocas y su asociacion con el granito ha determinado el aspecto y la forma física del pais.

La base geognóstica la forma una meseta central, elevada sobre el nivel del mar 550 metros, y compuesta de colinas de skistos aluminíferos en capas casi verticales, y en la direccion de estos terrenos E. N., O. S. A primera vista, y observada la meseta central desde las montañas que le destacan de su nivel, parece una llanura con pequeñas ondulaciones, ó mas bien su verdadera imagen es la de un mar agitado, y cuyas olas empiezan á romper; mas descendiendo hay valles profundos, y tanto, que en otros paises sería un distrito montañoso bien caracterizado.

Es tan importante el efecto de la meseta central comprendida entre Cabeza del Buey, la Puebla, Orellana, Magacela y Castuera, que forma el verdadero horizonte geognóstico del pais, y las montañas que se destacan pierden su valor y toman el carácter de pequeños accidentes que modifican la monotonía del terreno, pero que no imprimen aquella influencia moral y física consiguiente á estos accidentes geológicos.

Las crestas están formadas por las cuarcitas, y en todos los contornos de su base hay un depósito de cantos producidos por la destruccion de sus capas, que son verticales, formando una especie de aluvion de cantos en formas romboédricas, llamados en el pais pedrizas ó pedregales.

Su asociacion con el granito se manifiesta clara y distintamente á unos mil metros al S. O. de Castuera, en el sitio llamado la Cuesta de Sevilla, en el cual se ven cinco ó seis filones de granito introducidos y penetrando entre las capas del skisto arcilloso de diferente espesor; pero los hay de dos á tres metros y que han alterado el skisto, produciendo un principio de gene-

rarse la mica. Pasado este local, y á muy poca distancia, el granito sigue en toda su fuerza pronunciado con todo vigor.

Este hecho demuestra evidentemente que el granito es posterior al depósito de los skistos de transición, y que se hallaba fluido al aparecer en la superficie de la tierra, puesto que ha podido penetrar entre las capas del skisto arcilloso trastornando sus capas é inclinándolas casi verticalmente, y el mismo granito ha sido la causa de los trastornos que produjeron las montañas de aquel país, que como el de Harz y Cornwall está atravesado de vetas de galena, cobre, hierro, y que han dado lugar á los trabajos antiguos de los árabes y á los de la mina del Chantre, beneficiada por los Fúcares, y á las muchas que se hallan en la dehesa de la Serena.

En Inglaterra tambien ocupa y se estiende el grupo de transición por grandes distritos, y en Irlanda formando la base de los terrenos carboníferos. En Suecia y Noruega se desenvuelve con energía, enlazándose con el gneis, y lo mismo en Polonia y en Rusia en las inmediaciones de San Petersburgo.

Por manera que se nota la circunstancia de que el terreno de transición forma islotes desde el norte de Europa hasta el mediodia en los derrames de la Sierra-Morena. En todos ellos aparecen los mismos caracteres de composición, y con rocas en que dominan el cuarzo y los skistos, y la cal se asocia como subordinada al carácter de aquellas rocas; y si es notable esta circunstancia, no lo es menos la identidad y la constancia en las direcciones de la dislocación que han padecido estos terrenos en las primeras épocas de la tierra, y producidas por una causa interior que ejerció su acción marchando de E. N. á O. S., y que fracturó y trastornó sus capas en la misma dirección, produciendo mares y tierras emergentes, en los que han sido depositados

despues los terrenos posteriores bajo aquellas circunstancias.

Ademas es notable tambien que estos terrenos son el criadero y la cuna de la mayor parte de los minerales útiles, y en ellos están siempre en el contacto de las rocas igneas con las skistosas, y el cobre, el estaño, el hierro, la plata, el oro, el diamante, el mercurio, &c., como si la generacion de estos cuerpos fuera el resultado de la accion ó relacion generadora de las dos clases de rocas enunciadas; y las minas abundantes de hierro y de manganeso se hallan entre los terrenos primitivos y los calizos de transicion, y la mayor parte de las aguas minerales brotan del plano de separacion de estos terrenos.

Pero si tales caracteres hacen reconocibles estos terrenos, lo verifican mas aún los restos orgánicos que encierran, y demuestran hasta la evidencia que antes de su formacion las condiciones de existencia del globo terrestre habrán cambiado hasta el punto de dar origen á la generacion de los seres que marcan la creacion orgánica.

Pertenecen los seres que pueblan los terrenos de transicion á los dos reinos vegetal y animal, y comprenden ciertas especies perdidas en el círculo actual de la vida.

La parte inferior de estos terrenos la califican madreporas en el calizo, y en las demas rocas abundan los ortheceracites y nautilos. La superior está caracterizada por los trilobites, espiríferos, terebrátulos, y repartidos de modo que los trilobites ocupan el calizo, por cuya causa se llama calizo de trilobites en Inglaterra, y el skisto contiene ademas espiríferos y encrines.

Los vegetales son impresiones de plantas, y en las areniscas se hallan cilindros, que no son otra cosa que troncos de plantas rellenos y reemplazados por la arena.

Observados en conjunto los restos orgánicos de estos terrenos, se nota que los del reino vegetal pertenecen á los fucoides y equisetáceos y á los helechos, de los que se contaban 26 especies, número aumentado ya por los descubrimientos posteriores.

Los animales pertenecen á los anulares ó radiarios, moluscos y aun peces en la proporción: radiarios 11 especies; univalvos 24; terebrátulos, moluscos, cefalópodos 29; nautilus numerosos; y en un decímetro cúbico individuos 270; en un metro cúbico 2700; en una milla 2.700.000.

Los ammonites de esta formación son muy diferentes de los del terreno jurásico; los trilobites forman mas de 200 especies, y en un miriámetro se cuentan hasta 33000; y en fin, los peces se presentan en Irlanda.

Al notar este primer desenvolvimiento de la vida orgánica, se percibe de los terrenos cristalinos á los de sedimento un salto brusco, con la diferencia de carecer los primeros de restos orgánicos, y presentarse en los de transición desenvueltos con cierta energía y lujo vital. Nada indica en el granito, en los pórfidos, en el gneis ni en las demas rocas cristalinas el principio de estos seres que encierran los gérmenes de la organización, desenvuelta luego con tal profusión; y es preciso reconocer hubo un cambio en las circunstancias accidentales que regian al universo durante la primera época, puesto que no solo los productos materiales cambiaron, sino que con sorpresa aparecen otros del grande y maravilloso fenómeno de la vida, y tal poder geogénico, que ya los nautilus dan el paso á la perfección del movimiento, y lo que es mas, á tener aparato digestivo; prueba evidente que habia sustancia para su alimento, y que las sensaciones y la vida de relación, creadora de tantas maravillas mas tarde en los demas animales, empezaban á brotar y á

indicar el camino corrido despues con tantos resultados.

En los vegetales es mas notable este vigor ó impulso generador, puesto que apenas se generan cuando ya los equisetáceos y los helechos se desenvuelven, y con bastante perfeccion si se atiende al corto tiempo de la vida orgánica en aquella época.

Y al observar este tránsito, y al reconocer las modificaciones que sufrieron las fuerzas geogénicas, es de necesidad notar tambien que estos se modificaron por las circunstancias accesorias, y que hubo y debió haber cambios muy notables.

Desde luego la separacion de los mares y tierras, y el cambio de la temperatura, fueron elementos importantes y decisivos; la temperatura actual, término medio, es de 28°; la del tiempo en que se verificó el depósito de los terrenos de transicion era de 50° á lo mas; y este hecho, deducido de los productos orgánicos vivientes en aquella época, prueba que nuestro planeta habia descendido desde la fluidez hasta los 50°; distancia tan notable en la escala termométrica, y tan inmensa, que debe haber dado lugar á los resultados que palpamos ahora.

Este cambio, unido á los demas accesorios de tierras, mares, atmósfera, &c., motivaron el empuje para empezar el círculo de la vida, que ya en aquella época aparecia muy complicado; y hablando el idioma de nuestra pequeñez, la naturaleza habia hecho muchos ensayos, habia modificado sus trazos orgánicos, y elevado á cierta perfeccion sus obras organizadas.

Por conclusion, en este periodo empieza una era nueva en el ser y estar del globo, un elemento mas se complica con sus accidentes vitales, y la creacion concurre desde entonces con sus accesos y sus pasiones á modificar, complicar y dar nuevo y mas grandioso arranque al porvenir del universo.

LECCION DECIMATERCIA.

Comprendimos en la leccion anterior el estudio de los terrenos primitivos y de transicion. Derivados los primeros de la formacion ígnea, reconocimos deben ser un resultado de los elementos creadores de aquella época, y bien estudiados la razon de hallarse en ellos los minerales útiles asociándose á ciertas rocas, y mas bien como el producto de la accion recíproca de estas mismas rocas ligadas por el calórico.

Pero si bien son notables estos terrenos por las formas de sus masas, y como base ó núcleo y fundamento del suelo que nos sostiene, interesan ademas porque son el punto de partida de que se lanzó la naturaleza para producir despues la variedad de rocas y de seres, cuyo conjunto forma el universo.

Los de transicion á su vez, si bien en la parte inferior tienen algunos puntos de contacto y de analogía con los primitivos, se califican pronunciándose en mantos ó capas sobrepuestas, y sobre todo por el fenómeno de contener en sus lechos restos de seres orgáni-

cos, cambio de infinitas consecuencias en las edades futuras de nuestro planeta, porque en estos seres se descubren ya los gérmenes desenvueltos luego con el tiempo y la distancia, y que han dado lugar á la maravillosa escena de la vida orgánica, tal como aparece ahora cuando el hombre analiza y comprende las obras y aun los motores generadores de la grande obra del universo, y de este todo de que somos parte, y del cual no podemos separarnos á pesar de nuestros esfuerzos.

Los terrenos primitivos están compuestos de rocas eminentemente cristalinas, y los de transición de otras de origen evidentemente mecánico, y con la circunstancia de presentar en la parte superior sustancias carbonosas, que son como los anuncios de los terrenos carboníferos que le siguen en la serie.

Terreno carbonífero.

Después de los terrenos de transición se sobrepone el grupo carbonífero, llamado así porque contiene en su masa capas ó lechos de una sustancia negra, friable y combustible conocida por carbon de piedra.

El total de la formación está compuesto de varias rocas diferentes en naturaleza, composición y aun en accidentes exteriores; pero tomadas geológicamente forman cuatro secciones ó pisos, que son:

- 1.º Arenisca vieja roja.
- 2.º Calizo azul.
- 3.º Arenisca mas basta.
- 4.º Carbonífero propiamente dicho.

El orden de superposición es, el mas bajo la arenisca vieja roja; luego por orden sucesivo el calizo azul, arenisca basta, y en fin, corona la serie el carbon.

La relacion y la existencia de estos escalones que

ocupan el intervalo desde el grupo de la grawaka hasta los depósitos del carbon, constituyen el verdadero tipo de su formacion, y está compuesto de las rocas siguientes.

La serie de la arenisca vieja roja se compone de areniscas y aglomerados cuarzosos casi en su totalidad, con algunas pequeñas capas subordinadas de calizos arcillosos. En algunas localidades estas areniscas pasan á micáceas y tan duras como las cuarcitas, y sus colores varían en la escala de rojos rosáceos y blanquizcos.

Sus caracteres en las capas inferiores se aproximan á los de la grawaka, sobre la cual reposan; y de tal modo se funden algunas veces, que es muy difícil determinar la línea de separacion entre las dos formaciones. Pero si es difícil hacer esta separacion, no lo es menos separarla de la superior ó arenisca basta, que los ingleses llaman mill-stone-grit: sin embargo, el color rojo es el mejor carácter para distinguirla.

Contiene esta roca pocos ó ningun mineral, y solo algunos, como sulfato de stronciana y carbonato calizo cristalizado y fibroso.

Generalmente carece esta roca de restos orgánicos; pero en las regiones inferiores y próximas al calizo de transicion, algunas capas micáceas contienen encrinites y algunos vegetales parecidos á los de la formacion carbonífera.

Sus formas son elevadas, y constituyen montañas de 2000 á 3000 pies de altura, y sobrepujan en Inglaterra á todas las formaciones, escepto á las primitivas; y tal es la potencia de su masa, que en Decan tiene 2000 pies de espesor entre los calizos de transicion y carbonífero. Finalmente, en las localidades en que alternan con ella capas arcillosas, forma un suelo fértil; pero si prevalece la arenisca exclusivamente, esteriliza totalmente el pais.

En superposicion de esta serie se halla otra com-

puesta de capas calizas, llamadas calizo de montaña, calizo metalífero, ó calizo de encrines ó entronques; denominaciones derivadas de los diferentes aspectos bajo que se considere; pero la mas adecuada es la de calizo de la formacion carbonífera, porque siempre está asociado con este grupo.

El calizo que lo forma es compacto, con tendencia á la testura cristalina, color gris, pasando al gris amarillo blanquizo, al gris azulado y al negro.

A veces está mezclado el carbonato calizo con otros cuerpos, y pasa á formar el calizo magnesiano, bituminífero y fétido segun la sustancia con que se halle mezclado. Las capas son muy gruesas, y algunas de 100 pies de espesor, y separadas por capas delgadas de arcilla.

Contiene ademas en Inglaterra nódulos de sílex, dispuestos en capas y de un modo análogo á las del sílex pirómico de la creta; pero si estos caracteres determinan los contornos del calizo carbonífero ó azul, ofrece otro muy franco y decidido que lo manifiesta desde luego, y es la circunstancia de tener cavernas y hendiduras muy estensas, y que lo caracterizan.

En Inglaterra en Devonshire y Somerstshire, todas las cavernas se hallan en esta roca, en la que se pierden rios y arroyos para reaparecer de nuevo; y precipicios y desigualdades muy marcadas dan á este terreno un contorno pintoresco y romántico por excelencia.

Ademas, esta roca es el criadero principal de las minas plomizas de la Inglaterra en los condados de Northumberland, Durhan, Yorck, Dervishire y Somerstshire, y abundan el plomo, cobre, zinc, hierro, aragonitos, espato fluor, selenita, barita, estronciana, betun elástico, y en las rocas de trapp las zeolitas, onices y alabastro.

El producto de las minas de plomo en Inglaterra es:

1.º	En el terreno carbonífero de Inglaterra, Durhan, Cumberland, Yorckshire.	19000 tones.
	Dervishire.	4000
2.º	Parte en el terreno carbonífero y en otros terrenos.	800
3.º	Debon y Cornwall, terrenos de transicion.	800
4.º	En uno y otro terreno Walles.	7500
5.º	Escocia.	2800
	<i>Total.</i>	<u>34900</u>

Los plomos del número 1.º no producen plata; los de Debon unos dan 12 onzas por tone, otros 80 á 100, y los de Cornwall de 30 á 40 onzas.

Los restos orgánicos que califican estos terrenos se diferencian mucho de los que se hallan en los siguientes, y pertenecen á distintos géneros en muchos casos. Por lo comun son muy análogos sus géneros á los que caracterizan el calizo de transicion, y en algunos casos convienen hasta las especies; son sumamente raros los pertenecientes á los vertebrados; en los testáceos abundan las especies, pero no sin los géneros, al paso que las familias de los zoófitos, especialmente los encrinites y coralitos, abundan y con profusion.

Las vértebras de pescados y algunos dientes prueban la existencia de los animales vertebrados en esta formacion; pero aun cuando se habia creido encontrar un cocodrilo en el Dervishire, despues de bien examinado se ha visto que las creidas vértebras de este anfibio no eran otra cosa que restos mutilados de un ortheceracites.

La familia de los crustáceos está caracterizada por los trilobites, pero son diferentes de los que se hallan en los calizos de transicion.

Los univalvos forman dos series: 1.^a Univalvos con senos ó cámaras. 2.^a Sin ellos.

En la primera entran los ammonites, nautilos, ortheceracites; y los de la segunda son enomphales, catilas, circus, acutus, nerita, melania, turbo.

Los bivalvos son de válvulas iguales, mediola, alga, *cardium elongatum*; y los de valvos desiguales, terrebrátulos, espiríferos, productos y encrines en mucha abundancia.

Abunda también la familia coraloidea y las turbinolia, astrea, facosites, retepora.

Las montañas de estos terrenos se elevan á 10000 pies y á 900 de espesor, y la naturaleza de sus rocas no los hace muy á propósito para los trabajos agrícolas. Pero si las capas superiores contienen pocas aguas, abundan en las inferiores, y de ellas brotan muchas y copiosas fuentes, y algunas termales, de 51 y mas grados de temperatura.

Cubriendo la serie del calizo carbonífero ó azul se halla una arenisca mas basta que la anterior, y conocida en Inglaterra por mill-stone-grit. Está formada de granos de cuarzo de diferentes tamaños, aglutinados por un cemento arcilloso que le da el carácter de pudingas, y se diferencia de las areniscas del carbon por su mayor dureza.

Desde luego, y por su aspecto, manifiesta haber sido formada mecánicamente con el detritus de materiales preexistentes. Acompañan á estas capas otras de arcillas, cuyos caracteres las asimilan á las del carbon, y de tal modo, que es muy difícil distinguirlas, y en algunos casos otras de calizos semejantes, y que son como derivados del azul del carbon.

En esta serie se hallan nódulos de hierro arcilloso parecido al del carbon y bajo su forma bulbosa; también contiene cobre, plomo, betun y asfalto.

Los restos orgánicos son impresiones vegetales aná-

logas á las de las capas carboníferas, y los animales parece pertenecen á la clase de marinos, y análogos á los que se hallan en los calizos adyacentes.

Forman estas rocas montañas de dos á tres mil pies de altura, y de mucho espesor.

Pasando este escalon en la serie de los terrenos, empieza un grupo importantísimo conocido por la formación carbonífera. Mas al ocuparnos de sus detalles es de necesidad fijar lo que entendemos por esta serie y sus límites, para no confundirla con otros depósitos que, si bien contienen sustancias combustibles, son muy diferentes en todos los demas caracteres.

Desde las rocas superiores de transición ó del grupo de la grawaka hasta los terrenos mas modernos, debidos á las causas que actualmente obran en la economía del globo, se prolonga una serie de sustancias que todas tienen el carácter de ser mas ó menos combustibles y arder con mayor ó menor facilidad, pero se diferencian en todos los demas accidentes.

Puede establecerse sin embargo una línea que separa las sustancias combustibles en dos grupos diferentes: 1.º Aquellas que á primera vista presentan el origen vegetal con la organización que les es propia á los vegetales. 2.º Las que carecen de este carácter, y son una masa negra, friable, y sin analogía de ninguna especie con las formas vegetales.

Coincide la circunstancia de que tales masas combustibles se hallan en todos los terrenos, y empezando por los mas modernos veremos: 1.º La turba asociada á los acarreos de los rios actuales, y aun en ella los artefactos de la industria humana; prueba evidente que son posteriores á la aparición del hombre sobre la tierra. 2.º En la época diluvial antigua la turba antigua y el lignites combustible que conserva las formas orgánicas vegetales, que pasa por tránsitos al azabache, y contemporáneos del diluvium, catástrofe anterior á la ge-

neracion de las causas actualmente existentes. 3.º Lignites asociado á ciertas rocas de trapp que se hallan en Alemania. 4.º Lignites de la arcilla plástica. 5.º Lignites en la arenisca verde de la formacion cretácea. 6.º En la serie oolítica aparece una especie de hornaguera de inferior calidad. 7.º En la arenisca nueva roja tambien se hallan capas de hornaguera imperfecta. 8.º La formacion carbonífera propiamente dicha. 9.º La parte superior del grupo de la grawaka ofrece una sustancia carbonosa con muy poco betun. 10. En fin, la antracita y el grafito se hallan en las capas de los mica-skistos y otras rocas primitivas; serie que demuestra la presencia del carbon en todos los diferentes depósitos de la tierra, y la verdad de ser un elemento indispensable á su economía orgánica cuando la naturaleza ha cuidado de presentarlo en todas las épocas y circunstancias.

Conocida esta verdad, es facil conocer la verdadera formacion carbonífera, y que lo es la seccion comprendida entre los terrenos de la grawaka y la arenisca nueva roja, empezando desde la arenisca vieja roja inclusive.

Formacion carbonífera.

La serie carbónifera se halla sobre el mill-stone-grit ó arenisca basta, formando un conjunto de capas diferentes, que son: 1.º Arenisca. 2.º Capas de arcilla. 3.º Capas de carbon. 4.º Arcilla. 5.º Arenisca. 6.º Arcilla. 7.º Carbon, &c., y en continuidad, y alternando siempre los lechos diferentes de arenisca, arcillas y carbon, y variando mucho en espesor, dureza, &c.

Las capas de areniscas son por lo general granudas ó compuestas de granos de cuarzo, micáceas y de poca dureza; su estructura varía segun las proporciones de

la mezcla de granos arenáceos y mica, y las hay que dan buenos elementos de construcción; otras adquieren la testura hojosa; su color es por lo general pardo oscuro y tinturado por el carbon.

Las capas de arcilla son de menos dureza que los skistos de los terrenos anteriores; su color varía entre el pardo, azul y rojo, y se desmenuzan con facilidad y con testura skistosa muy determinada. Caracteriza esta serie, en Inglaterra especialmente, la concurrencia del carbonato de hierro arcilloso, propio de las capas arcillosas, y las cuales se presentan en capas continuas, formando lechos de nódulos, cuyos caracteres son color azulado, formas bulbosas, y derivados según se cree de animales fosilizados de la especie de los pólipos, y en el cual el análisis ha dado 30 por 100 de hierro con arcilla. Contiene además la serie carbonífera piritas de hierro, sulfuro de plomo, de zinc ó blenda, y muy rara vez el petróleo.

Las capas de carbon varían en testura, dureza, y en la manera de conducirse con el fuego. No existe hasta ahora ninguna clasificación exacta mineralógica de las distintas variedades de hornaguera, puesto que aplicada á la industria se han separado mas bien por su utilidad en las artes que tomando como base sus caracteres mineralógicos.

La base determinante para clasificarlas es la proporción de betun que produce, y con este dato se han establecido tres especies diferentes: 1.ª Da 40 por 100 de betun al inflamarse, aumenta de volumen, se aglutina, produce mucho humo y mucha llama, y se llama hornaguera aglutinante, *caking-coal*. 2.ª Da 20 por 100 de betun, se inflama con facilidad, pero ni se aglutina ni entumece, y se conoce por franca en arder, ó *free-burning*. 3.ª Contiene muy poco ó ningun betun, no se aglutina, arde con mucha dificultad, da muy poca llama, y es la antracita de los mineralogistas.

Estan asociadas á las capas de carbon otras subordinadas de calizos y arcillas con indicios de pertenecer á formaciones de agua dulce.

La formacion carbonífera se estiende en Europa con trozos destacados en casi todas las naciones, y ocupa en esta serie el primer lugar la Inglaterra, no solo por su riqueza mineral de carbon, sino porque los trabajos de sus minas y las observaciones de sus geólogos han hecho conocer todos sus detalles, y forma tres grupos de norte á sur desde Newcastle al Walles, constituyendo tres criaderos: 1.º Del norte. 2.º Medio. 3.º Sur.

El primer grupo comprende los campos carboníferos situados al N. y S. de la cadena Pennina, y conocidos por de Nortumberland, Durhan y de Yorkshire hasta el pie de Cronfell, formando un campo comprendido entre el rio Coquet al norte y el Tees al sur. La del norte de la cadena, ó de Nortumberland, la forma una serie de 125 capas, incluidas 32 de carbon, de las que 19 han sido trabajadas, y entre todas hacen un total de 1620 pies de espesor sobre una superficie de 180 millas cuadradas.

La serie mas inferior, el calizo metalífero, es de 232 metros de espesor, y contiene pólipos y espiríferos; la carbonífera está muy trastornada, y se esconde bajo del mar de Newcastle al N. E., y del calizo magnésiano al sur. Se han reconocido 40 capas de carbon en esta serie, y de ellas solo se benefician dos, una de 6 pies y otra de $6\frac{1}{2}$ de espesor, y las dos producen el hidrógeno carbonado en abundancia. Toda la formacion está atravesada de diques, y uno de 22 yardas de ancho formado de rocas arenáceas; y en fin, las capas están mas ó menos trastornadas, segun su distancia á las rocas motores de estos accidentes.

El distrito de Notingham y Dervishire iguala al anterior en caracteres mineralógicos y geognósticos, y

puede mirarse como su prolongacion debajo de la arenisca nueva roja que lo esconde desde Bishop y Ausland; su estension es de 660 millas cuadradas, direccion N. á S., inclinacion al E. como la de Nortumberland, adosándose á la cadena Pennina, y mostrando el mill-stone-grit en la parte mas elevada de las montañas. Tiene 30 capas de carbon y 22 yardas de espesor, y contiene el mineral de hierro; en fin, se termina al S. de Notingham bruscamente, y las capas de la arenisca nueva roja se apoyan en las inclinadas de carbon.

Al sur de la misma cadena Pennina se hallan los campos carboníferos de Sheffield, Manchester y Flint, cubiertos por el calizo magnesiano.

La formacion del centro comprende los distritos carboníferos de Dudley hasta Strasforshire, con un total el de Dudley de 313 yardas de espesor y 11 capas de carbon en ellas. Se beneficia la main-coal, muy parecida al lignites, que arde con facilidad, y de 10 pies de espesor. Observada con atencion no es una masa compacta, sino que la forman 13 capas diferentes reunidas, y separadas por unos lechos de arcillas muy delgadas llamadas partings.

Carece esta formacion de arenisca vieja roja, y de calizo azul y de mill-stone-grit, y reposa inmediatamente sobre el calizo de transicion. La califican con su presencia ciertas rocas volcánicas de trapp que han atravesado las capas de carbon, haciéndolo pasar al estado de antracita, y que se encuentra frente á Dudley, formando unas colinas al sur de la villa, origen sin duda de los trastornos de las capas de carbon de aquel distrito.

Componen la serie lechos de arcilla skistosa y de carbon, con la circunstancia de contener los de arcilla mineral de hierro en formas bulbosas en capas, conocido por clay-iron-stone, y es en realidad un carbo-

nato hidratado de hierro con arcilla, y tan abundante, que se emplea en la fabricacion del hierro.

La seccion del sur está compuesta de los distritos carboníferos del pais de Gales, fraccionada en tres porciones; en la orilla del mar se hunde bajo sus aguas, al paso que en el interior la cubren los terrenos de arenisca nueva roja, y la forman los elementos de arcilla, arenisca y carbon.

La arenisca vieja roja se divide en tres pisos: 1.º Estratificacion bien pronunciada. 2.º Menos reconocible, y de color rojo y negruzco por el manganeso. 3.º Se levanta en montañas, y con algunas impresiones vegetales. El calizo es el azul bien calificado, color gris, y atravesado por filones de espato calizo.

La formacion de Gales comprende desde Pontipool á San Bride Bay de E. á O., formando una elipse alargada y rodeada por el calizo azul, y la constituyen 23 capas de carbon de 95 pies de espesor, y beneficiable y muy poco inclinadas; su estension es de 100 millas cuadradas, que hacen 100000 tones de carbon por acre, y 64 millones por milla cuadrada. El carbon es de tres variedades: 1.º Bituminoso. 2.º Muy combustible. 3.º Antracita. Contiene en las capas de arcilla el mineral de hierro el mejor, el de color mas azulado, y presenta conchas de agua dulce; tambien abunda en arcillas refractarias para la construccion de crisoles y ladrillos refractarios; y finalmente, en la parte del O. la formacion se apoya en rocas de trapp, y las capas de carbon están muy trastornadas y han pasado á ser antracita.

La del norte de Inglaterra se prolonga á la Escocia y hasta el centro de la Irlanda, en donde aparece tambien el terreno carbonífero.

En la Bélgica se presenta el terreno de carbon con el mayor lujo, y con los mismos elementos de arenisca vieja roja, calizo y carbon, estendiéndose á lo largo del

rio Mosa hasta mas abajo de Lieja. La parte inferior la forman: 1.º Pudinga de cantos siliciosos rodados. 2.º Calizo obscuro magnesífero con terebrátulos y pólipos á veces. 3.º Arenisca con capas de óxido de hierro. 4.º Calizo azul con pólipos y encrines.

La serie carbonífera en la parte inferior presenta el mill-stone-grit de la inglesa, y el skisto aluminífero que se beneficia para obtener el alumbre. Siguen los skistos del carbon con capas de este combustible y con impresiones vegetales. Las capas de carbon varían en su calidad bituminosa, creciendo esta cualidad á medida que se sube en la serie.

En Mons contiene 114 capas, sistema que pasa por Valenciennes y se prolonga hasta el paso de Calais; en direccion de Alemania cruza por Aix-la-Chapelle, en cuya localidad están reconocidas 46 capas, y sigue á la orilla derecha del Rhin.

Es de notar en la formacion belga, que las capas están plegadas en ángulos entrantes y salientes con la mayor regularidad, y con fósiles ortheceracites, pólipos, productos, espiríferos, &c.

La de Sarbuch es mayor en superficie que la anterior, pero no en espesor; salta luego á los Vosges en pequeños depósitos al mediodia, que reposan sobre las capas inclinadas del gneis dislocado por el granito, y en Francia en Autun y Epinard el terreno está trastornado por los pórfidos que pasan al granito.

En Ribe de Gier componen la serie del carbon 19 capas de 6 á 20 pies de espesor, y en Creusot existe una vertical. En Saint Etienne reposa sobre el granito y mica-skisto, y con capas de 1 á 5 metros de potencia y de diferente calidad; contiene mineral de hierro, y ha sufrido muchas y grandes dislocaciones, y no se hallan restos orgánicos. El departamento del Aveiron es muy rico en hornaguera y en hierro carbonatado, y se prolonga á la Bretaña, y aun corre luego á la península es-

pañola; en Bohemia y en Silesia su formación carbonífera es tan estensa, que ha dado lugar á la fabricación del hierro.

En España hay ya reconocidos varios campos carboníferos: 1.º Asturias abundantísimo y de excelente hornaguera, y cuya formación puede mirarse como la prolongación de la del sur de Gales. 2.º En Andalucía está reconocido el carbon en los derrames de la Sierra-Morena, depositado en golfos que penetran entre sus contrafuertes, y encubierto por los depósitos terciarios de la cuenca del Guadalquivir; en Extremadura en el valle del Espiel y próximo á Belmez; en el reino de Córdoba, Aragon, Valencia y Cataluña la riqueza carbonífera se manifiesta, y con ella un porvenir de riqueza industrial para nuestro país.

Prolongando este examen, la Alemania, la Rusia, Turquía, Persia, la China, abundan en carbon; y saltando el Océano, la Nueva-Holanda, el continente americano y las Antillas están provistas de este precioso elemento del poder de las naciones.

El terreno carbonífero es mas rico en restos orgánicos, y se multiplican y crecen en número y variedad los que aparecian en los de transición. Divídense en dos clases:

- 1.ª De la parte inferior.
- 2.ª De la serie del carbon propiamente dicho.

Las rocas que forman la parte inferior son la arenisca vieja roja, los skistos, el mill-stone-grit y el calizo azul. En la primera los fósiles se asemejan á los de transición, y los encrines y ammonites la caracterizan; en el calizo azul se modifican, y no solo los univalvos, ammonites, nautilus y ortheceracites, sino los bivalvos, y aun aparecen restos de vertebrados pertenecientes á los peces, y con los terebrátulos, espiríferos y productos, con inmensa porción de la clase coraloidea, que toma un incremento prodigioso en esta roca; y en fin,

los del mill-stone-grit se enlazan con los de las capas de carbon.

Para formar idea clara de la distribucion del reino orgánico en el grupo carbonífero, debe advertirse forma dos secciones: 1.^a Vegetal. 2.^a Animal. La primera está compuesta de troncos, hojas, pericarpios de varias flores, pero jamás flores, y diferentes todas de las especies conocidas en la actualidad, si bien muy análogas á la vegetacion de los climas cálidos y húmedos. Pertenecen á los criptogamas vasculares y monocotiledones, y á los géneros helechos, equisetáceas y palmeras; pero la flora sobrepujaba mucho en magnitud á las que viven ahora, y se han reconocido estos restos vegetales por las impresiones que han dejado en los skistos aluminíferos, y que son troncos, hojas y pericarpios.

Los troncos pertenecen á las plantas del género *arundo*, distinguido por un tejido celular semejante al de los coníferos, formando lazo entre la palmera y estos, al paso que otros tienen el de cañas, y forma el género calamitas, clasificado por la situacion de las hojas ó por la huella de la union del peciolo; son diferentes de los monocotiledones y de las coníferas, y forman un total de 263 especies diferentes.

Los helechos han sido el verdadero elemento del depósito del carbon y de la clase criptogamas vasculares; dominaba entonces en la tierra como ahora los dicotiledones; su magnitud era gigante, pues se conoce por las impresiones de las hojas que debian tener 40 á 50 pies de altura las plantas que ahora son solamente yerbas.

Esta consideracion es de suma utilidad para la determinacion de los climas, puesto que en ella está marcada la proporcion de las plantas conforme á las circunstancias accidentales.

Las criptogamas están hoy con las fanerogamas en la proporcion:

En Europa de.	1 : 40
En los Trópicos.	1 : 26
Islas del Sur.	1 : 4
Isla de Santa Elena y Tristan Acuña.	1 : 3½
Isla de la Asuncion.	1 : 1
Terreno carbonífero.	9 : 1

Esta ley numérica y los hábitos de las plantas nos indican el camino para conocer las condiciones de la vida en aquella época remota, y que apreciaremos con las derivadas del reino animal.

Tambien crece en esta formacion el reino orgánico animal, diversificándose y presentando el motor de la vida en otras formas mas variadas y perfectas. Lo hacen 440 á 450 especies diferentes de las que poblaban los terrenos de la grawaka y transicion, en la proporcion: zoófitos 75, pólipos 33, anulares 5, univalvos 88, bivalvos 115, pescados 6, y compuestas de ammonites, ortheceracites, terebrátulos, trilobites.

Las diferencias de estos seres los clasifican, y los bivalvos con dos valvas tienen tal flexibilidad de organizacion, que se prolongan en todas las series y épocas de terrenos, y caracterizados por la simetría completa de dos partes ajustadas, carácter que es el manómetro para distinguir los seres: el hombre se separa de esta ley, y tiene el corazon á un lado, el hígado á otro.

Los espiríferos y productos se distinguen por la posicion del músculo que les sirve para pegarse á las rocas; los ammonites y nautilos se diferencian en la posicion del sifon, y los primeros forman diferentes géneros separados en los distintos terrenos por los lomos dorsales.

Los vertebrados aparecen en la parte superior de la grawaka, crecen en el terreno del carbon, y segun Mr. Agais, se distinguen los peces por las esca-

mas, que tienen una relacion marcada con su organizacion; y conforme á esta base los clasifica, notando que los peces de los terrenos mas antiguos y primero aparecidos en las capas de la tierra no son carnívoros, mientras que los superiores á los terrenos de transicion presentan ya esta clase con todos sus caracteres, y con la tendencia carbonífera bien y cumplidamente pronunciada.

Y en esta época geológica las fuerzas vitales habian crecido hasta presentar los embriones de las plantas mas perfectas y del tipo animal vertebrado que, modificado despues, ha venido al desenvolvimiento que vemos en los cuadrúpedos marcados en las dos clases de no carnívoros y carnívoros.

Estos datos son de sumo interés en el conocimiento de la formacion carbonífera, y para completarlo debe estudiarse: 1.º Cuál es el estado de las capas de carbon. 2.º Cuál es su origen.

Aparece desde luego que todos los campos carboníferos reconocidos hasta hoy han sido depositados en golfos enclavados en los terrenos de transicion, y la naturaleza de los vegetales y los hábitos de los animales de aquella época indican cuáles eran las condiciones de la vida á que debieron su existencia.

En aquel entonces los terrenos mas recientes estaban cubiertos por el Océano, y los emergentes habian aumentado de estension con el alzamiento de los de transicion, y formaban grupos de islotes cubiertos por la vegetacion, cuyos restos han producido los depósitos de carbon.

Los rios de aquellos terrenos debieron ser torrentes que arrastraron los vegetales y plantas acuáticas, que se multiplicaban prodigiosamente en razon de la temperatura elevada y húmeda consiguiente á faltar entonces los cascos esféricos polares de hielo que han eliminado de la atmósfera y del círculo de la vida esta

masa inmensa de agua; habria menos diferencia de temperatura del polo al ecuador, mas evaporacion de agua, mas humedad, y gran cantidad de ácido carbónico en la atmósfera; condicion que impediria la existencia de todos animal, y únicamente los peces y moluscos podrian vivir escudados en el medio líquido que los rodeaba y separaba de la accion asfixiante del ácido carbónico. Los vegetales serian gigantes, como lo demuestran los troncos y las hojas de los helechos.

Los fósiles son, unos marinos, otros fluviátiles, y los ammonites, ortheceracites y terebrátulos de formacion marina en todo rigor; pero el unio y el clytilus están considerados como fluviátiles, á pesar que el unio de la serie oolítica, marino evidentemente, está muy ligado con el de la formacion carbonífera, y pudiera por analogía creerse lo es tambien este; sin embargo, está probado que los restos orgánicos del carbon son marinos, y el unio inclina á sospechar la serie fluviatil en este grupo; hecho que coincide perfectamente con las circunstancias de aquella época.

Despues de consolidadas las capas carboníferas, han sufrido movimientos y trastornado su posicion, inclinándolas y colocando algunas verticales y plegadas como en Bélgica. Su direccion corre S. E., O. N.; las de Francia N. E., S. O., y en los nudos de estas dos direcciones las capas están muy trastornadas; y reunida esta circunstancia á la identidad de composicion de Bélgica, Bristol, Walles, Francia (y Asturias probablemente), parecen estos campos trozos destacados de un gran depósito verificado en un estrecho de mar comprendido entre las montañas de transicion de las Ardenes, la cadena Pennina de Inglaterra y los terrenos primitivos de la Bretaña y de Galicia. La parte meridional de este gran depósito está mas dislocada, y en Bélgica aun plegadas sus capas, y conduce á sospechar

que hubo un doblamiento en la costra terrestre, y la parte norte cayó sobre el mediodía, obligando á ceder esta, plegando las capas de carbon; despues la superficie del terreno ha sido arrasada por grandes corrientes de agua, y en Bélgica ha quedado llana y unida.

Estos trastornos de las capas de carbon están siempre asociados con la presencia de rocas igneas de trapp, causa sin duda de los movimientos de las capas de carbon. Pero ¿cuál es el origen de los inmensos depósitos de carbon, y por qué medios, y cuál es la causa de su estado actual y de las variaciones que presenta?

El analisis de todas las hornagueras da carbon, betun y cenizas. Los betunes, desde la napta al asfalto, son compuestos indefinidos de carbon é hidrógeno, puesto que las pequeñas porciones de oxígeno y azoe que contienen influye muy poco en su composicion, domina el hidrógeno en los mas fluidos, y disminuye con la fluidez y hasta con la diferente tenacidad y solidez.

Pasando del asfalto á la hornaguera, forma una serie desde la bituminífera á la antracita, cuyo rango de composicion está enlazado con sus caracteres, y disminuyendo el hidrógeno á medida que se hace menos inflamable y mas difícil separar el betun del carbon ó coak; de modo que la ley atómica de los betunes ilustra la composicion de la hornaguera, y el hidrógeno existe aun en la antracita; pero en el grafito, límite de la serie, desaparece absolutamente.

Examinada al microscopio la hornaguera bituminífera en capas delgadas, indica por su cristalización que sus elementos han estado disueltos, las cavidades de aceite resinoso son pequeñas y alargadas, mientras que en la skistosa son pequeñas y redondeadas. El cannel-coal no ofrece indicios de cristalización, la testura es fibrosa, y las cavidades alargadas se ven rara vez.

Se deduce, pues, de estos hechos: 1.º Que toda la materia carbonosa que se halla en el globo tiene cierta proporcion de betun, que varía segun su calidad. 2.º Que en unas hay principio de cristalización, al paso que en otras no se descubre esta circunstancia.

Las impresiones de las hojas de plantas, los troncos que se hallan aún en posicion natural, y los restos vegetales que pueblan esta serie, prueban de un modo evidente su origen vegetal.

Esto supuesto, algunos han creído que el agua del mar ha sido el agente determinante de la bituminacion y cambio de las sustancias vegetales en carbon de piedra, puesto que ha estado presente en este cambio; pero no parece pueda este solo hecho explicar el fenómeno.

Es de notar que las capas carboníferas próximas á rocas ígneas, como en los terrenos primitivos, se hallan en estado de grafito. La antracita, asociada á los de transicion y mas inmediata á rocas de trapp, carece de betun, y en la serie del carbon abunda este mas ó menos, conforme sea su proximidad á las rocas ígneas; y ejemplo palpable se ve de este hecho en el sur de Gales, en cuya formacion forma la hornaguera una serie desde la antracita á la mas bituminosa, partiendo de Saint Bride Bay, en donde se hallan las rocas del trapp, y que han trastornado las capas, fracturándolas en todos sentidos. Concurre la circunstancia ademas que todas las formaciones carboníferas están asociadas con rocas volcánicas, y sus distritos próximos ó en contacto con ellas.

Por otra parte, si sometemos bajo una fuerte presion sustancias vegetales á una fuerte emision calorífica, pasará al estado de carbon; pero no pudiendo escaparse las sustancias volátiles, se acumularán en su masa formando el betun, que disolverá la materia carbonosa y cristalizada, produciendo compuestos mas ó

menos bituminizados segun la temperatura, presion y los enfriamientos; resultado posible de obtener en los laboratorios, y que la naturaleza ha logrado en mayor escala.

Bajo este supuesto, puede concebirse, que depositadas las sustancias vegetales en los bajos fondos de los mares, cubiertas despues por capas de arenas y arcillas y por los terrenos posteriores, han sido calcinadas mas tarde en virtud del calórico emitido por las rocas ígneas con quienes estan asociadas, y la presion de la masa de terrenos que los cubria fue un obstáculo, é impidió la salida á las sustancias volátiles y al betun; y de aqui todas las variedades de hornaguera desde el grafito á la turba; y tal es la causa de la presencia anómala de la antracita en terrenos de carbon, pero siempre inmediata á rocas ígneas, y de las corrientes de hidrógeno carbonado que se escapa de la masa de carbon tan luego como falta la presion; y en fin, de todos los demas fenómenos que presenta la hornaguera en su composicion: sistema que puede presentar algunas dificultades, pero que no por eso deja de explicar con suma facilidad muchos hechos anómalos en la formacion de las sustancias carbonosas del globo; y puede admitirse: 1.º Las capas de carbon mineral son de origen vegetal. 2.º El agua del mar ha tenido alguna parte en el cambio que ha sufrido. 3.º Su estado presente se debe á una carbonizacion producida por rocas ígneas inyectadas del centro de la tierra, y bajo grandes ó inmensas presiones.

Y el estudio de los accidentes de la formacion carbonífera, interesa no solo como uno de los grandes trazos de la economía vital del globo, sino de cada dia mas, en razon á las muchas y trascendentales aplicaciones á que ha dado lugar en las artes, en la industria y en el bienestar del género humano.

Aplicado como agente de las máquinas, ha integra-

do el poder del hombre, el tiempo acortando las distancias, y hecho que vivamos mas en menos años, y enlazado las diferentes naciones separadas por los accidentes geológicos de mares, lagos, continentes; y la civilizacion moderna, el estado actual de cosas, hasta el espíritu inquieto y liberal del siglo en que vivimos, es una consecuencia de la aplicacion del carbon de piedra, puesto que facilitando las comunicaciones, y la imprenta, el roce y el contacto de los hombres y de las naciones, son ya imposibles las preocupaciones y los absurdos locales de gobierno. El Egipto y la Turquía han entrado ya en la comunión europea, y aun la China, con su origen celeste y apartado de los demas pueblos, tendrá que ceder á la fuerza del carbon de piedra, que ha disminuido su distancia de la Europa, y plantado á sus puertas el vigor y el poderío de las islas británicas. Y con efecto, la Inglaterra debe su principal poder al maravilloso aumento de su industria, y á la circunstancia feliz de hallarse reunidos en la misma serie el hierro, el carbon, el fundente, y aun las arcillas para la fabricacion de ladrillos refractarios; y de este modo ha sido posible la inmensa produccion de hierro á bajo precio, y todo el progreso de sus manufacturas.

Cálculado el consumo de carbon en Inglaterra, se ha sabido que anualmente hay un gasto de 18 millones de tones; se emplean en su trabajo 206.000 hombres, y ponen en circulacion un capital de 10.000.000 de libras esterlinas; en fin, está calculado que la Inglaterra posee en su suelo carbon de piedra para sostener la industria tal como se halla hoy por espacio de tres mil años.

La naturaleza no ha dotado á esta nacion sola con tanta riqueza: la Francia, Alemania, Prusia, Rusia, España, Nueva-Holanda, Estados-Unidos, poseen criaderos de carbon, y las conquistas de la Geologia demuestran que la formacion de carbon es uno de los

grandes rasgos de la organizacion del globo , que fue una causa poderosa y general la que lo produjo, y nosotros poseemos abundantes criaderos en Asturias, Andalucía, Estremadura, Aragon, Valencia y Cataluña, y que solo esperan la mano del hombre para elevar nuestro pais al rango á que le llama su posicion geológica y las riquezas minerales que encierra en su seno.



LECCION DECIMACUARTA.

Sobre los terrenos carboníferos y en serie continua hasta la creta inclusive se suceden varias formaciones muy diferentes, caracterizadas por diferencias esenciales, y que debemos conocer para saber apreciar su organización geognóstica, y la acción que ejercen en la estructura de la tierra.

Forman los terrenos secundarios desde los carboníferos á la creta inclusive un conjunto compuesto de tres grandes grupos, conocidos en Geología por:

1.º Muriatífero,

2.º Jurásico,

3.º Cretáceo,

que siguen el orden de superposición indicado, y que se subdividen en porción de series caracterizadas á su vez, pero calificadas todas por una sucesión de areniscas y calizos mas ó menos arcillosos, y que afectan formas especiales de estructura.

Terreno muriatífero.

Componen el grupo muriatífero varias rocas muy diferentes, y que son por el orden de inferior á superior:

- 1.º Arenisca roja secundaria.
- 2.º Calizo magnesiano ó zechstein.
- 3.º Arenisca nueva roja ó trias.
- 4.º Arenisca abigarrada.
- 5.º Muschelkalk.
- 6.º Margas irisadas con yeso.

En los terrenos carboníferos que han sido atravesados y trastornados por los pórfidos ó por rocas granitoideas, los fragmentos elevados á la superficie con estas erupciones, y los de las masas mismas, han producido un depósito pequeño y local conocido por arenisca roja secundaria, y en general su aparición se ha encontrado únicamente en las localidades que presentan asimismo la formación del trias ó arenisca nueva roja.

Su composición es un aglomerado feldspático y arenáceo tinturado por el óxido de hierro; en Mansfeld presenta un espesor de 2600 pies; en Alemania aparece en masa rojiza llamada *rothesliegende*, cubierta de otras capas grises ó blanquizcas, *weissliegende*, y asociadas con capas subordinadas de calizos, con pólipos y terebrátulos, y cubiertas despues con capas areniscas de grano mas fino, mas arenáceas, mezcladas con calizos, y con manchas de carbon de piedra.

Esta arenisca pasa á un skisto cobrizo con piritas de cobre, y contiene plata, plomo, blenda, níquel, antimonio, y es un lecho ó capa muy importante por la constancia de sus caracteres.

Los fósiles que caracterizan esta formación son tron-

cos de árboles de psaronios y porosos, en la arenisca y en el skisto cobrizo, impresiones de peces cubiertas de piritas, productos y tambien impresiones vegetales. Las capas están poco inclinadas, y cubren el terreno carbonífero ó el cristalino en estratificación concordante ó discordante.

Zechstein ó calizo magnesiano.

Forman estos terrenos depósitos pequeños y locales, especialmente en Inglaterra, en Francia en Calvados, Aveiron y Lot, en el norte de Alemania y en el Tirol; pero fuera de Europa no se ha justificado su existencia.

Lo compone en Francia é Inglaterra un calizo magnesiano compacto ó celular mas ó menos hojoso, alguna vez globular y flexibles algunas porciones, de color amarillento y con margas arcillosas; contiene alguna rara vez óxidos de hierro, hematites, aragonitos y filones de barita.

La parte inferior se compone en Alemania y en Inglaterra de un skisto-margo-bituminífero, cobrizo, en parte de calizos compactos, ya celular y aun brechiforme. El calizo pasa alguna vez á magnesiano compacto ó fétido, y á la testura oolítica, y la parte superior se hace muy ferruginosa. El yeso se asocia á esta parte superior, sea granudo ó espático, acompañado siempre de grandes cavernas y hundimientos, que son muy estensas, y lo caracterizan muchas fuentes salinas.

La serie de las diferentes capas que lo forman están compuestas: 1.º Margas skistosas con capas de calizos compactos, y que tienen productos, espiríferos y terebrátulos. 2.º Calizo magnesiano; que se estiende desde Mansfeld en Inglaterra hasta Newcastle, que se

hunde bajo el mar, con tendencia á formar concreciones irregulares y bolas semejantes á restos orgánicos y á formas caprichosas; su espesor de 300 á 500 pies; sus restos orgánicos son raros, y pequeños encrines, espiríferos, productos y terebrátulos; y con la circunstancia en este calizo, que la proporcion de la magnesia no es la bastante para formar la dolomia. 3.º Margas con yeso. 4.º Las capas últimas son de un calizo azul que tiene filones pequeños de sílice córnea, sulfato de barita y estronciana.

Los fósiles de estos terrenos pertenecen á los dos reinos: los vegetales son impresiones de plantas del género fucoides, y los animales los califican productos aculatus, y los inferiores peces *monitores*, y aun en Alemania consta en esta época un *sauriano* ó *lagarto*.

Arenisca nueva roja.

Esta roca ocupa mas estension y mayor escala que las anteriores, cubriendo un local mas estenso, y depositado alrededor de islas considerables y en los mares que las separaban.

Forman este grupo porcion de depósitos arenáceos, especialmente cuarzosos, rojos por lo comun y de grano mas fino que los anteriores, asociados con otros locales de calizos compactos, grises, y acompañados ó no de yeso; se subdivide en:

1.º Arenisca abigarrada.

2.º Muschelkalk.

3.º Cuader-sandstein ó margas irisadas.

La arenisca nueva roja abigarrada granos de cuarzo cementados por la arcilla, y con variedad de colores: 1.º Rojo de Dervishire, muy semejante al de Alemania y al de los Vosges en Francia; contiene roñones de

manganeso y algunas capas tinturadas en negro por el mismo mineral, y reposando el total de la serie en estratificación discordante sobre el grupo del carbon.

Forma con la abigarrada un sistema reconocible por el color, testura y carácter esencial de estar compuesto de granos de arena cementados con arcilla, siguiendo este cemento la ley de aumentar y disminuirse los granos de cuarzo á medida que pasa el rojo al abigarrado, y crece de tal modo la proporción de las arcillas, que en las capas skistosas se hace skistosa, y da lugar á las margas irisadas. A esta parte superior están subordinadas capas de calizo mas ó menos puro, magnésífero, globular algunas veces, y margas calizas bituminosas, y arcillas calcaríferas, muriatíferas y yesosas, y con impresiones de plantas; y el color abigarrado lo forman tintas amaranto y azuladas.

En los terrenos de la arenisca nueva roja y abigarrada se hallan, especialmente en las capas superiores, algunas plantas y troncos fósiles de los géneros *voltzia*, equisetáceas, helechos y testáceos en moldes que se aproximan á los del *muschelkalk*. La estratificación es poco inclinada, y presenta pocas caídas ó faltas; pero en la *Wesfalia* las margas irisadas están contorneadas, y en el *Cobourg* hay muchos movimientos locales.

Muschelkalk.

La arenisca abigarrada está cubierta por el *muschelkalk*, de tal modo que pasa de una roca á otra, y mejor, hay entrelazamiento de las dos formaciones.

Está formado el *muschelkalk* de un grande depósito de calizo compacto, gris, fractura concoidea, blanquizco, amarillento y en parte negro de humo. Las capas subordinadas son calizos negruzcos y de encrines, luma-

maquelos, fétidos algunas veces, calizos margosos ó bituminíferos en la parte inferior, y en los lechos superiores calizos magnesianos ó dolomíticos, apoyándose en un horizonte superior. En esta formación se halla el yeso de un modo análogo al que presenta la arenisca abigarrada, y en posición anómala, y que caracteriza esta serie. Las masas de yeso no forman estratos, y por el contrario cortan las capas del calizo bruscamente, y á veces se apoyan, á veces están sobre el yeso como sobre un cono, sea recto ó vuelto, y ocupa el yeso la parte inferior.

En la Suiza y en el Jura el yeso que acompaña esta serie presenta todos los caracteres de haber debido su origen á la trasmutación del calizo en sulfato por la acción de vapores sulfurosos venidos por hendiduras de una dirección determinada. Así en Soleure el yeso forma el núcleo de una hinchazón de capas levantadas de muschelkalk, y rodeado de otros de calizo jurásico en sentidos inclinados, y constituyendo el yeso el centro ó foco de un crater de levantamiento; y de aquí se ha inferido que el muschelkalk fue ingertado violentamente al través de las capas jurásicas.

En la serie del muschelkalk se hallan algunas capas de combustibles, y los restos fósiles pertenecen á terebrátulos, cardites, turbo, ceratites, entronques, y aun hay capas formadas en su totalidad por fragmentos de terebrátulos, y también contiene restos de peces, ammonites y *sauriens*, lagartos.

La estratificación del muschelkalk es por lo comun poco inclinada, y aun á veces sus capas son horizontales; sin embargo, á lo largo de ciertas cadenas de montañas, como en la gran caída que corre desde Sunderner hasta Soultz-les-Bains en los Vosges, hay levantamientos considerables. Esta caída ó falta forma una serie de montañas paralelas y orientadas 18° N. S., 18° S. E. en los Vosges, y se terminan bruscamente

por el lado de Strasburgo, y en la Selva Negra se hunden debajo de la arenisca abigarrada.

Mas el carácter principal que califica esta serie es la presencia de la sal gema y de las fuentes salinas, circunstancia notable en Inglaterra y Alemania, y con ella muy desenvuelta la acción salina; y las minas de esta sustancia están situadas en la sección margosa, y de tal modo, que califica estos terrenos; y las de Minglanilla en la Mancha son un dato muy seguro para determinar aquellos terrenos.

La distribución de los fósiles guarda en estos terrenos un orden importante: la arenisca de los Vosges carece absolutamente de ellos, al paso que se nota un cambio en la naturaleza de los vegetales.

Keuper, ó quader-sandstein.

Se confundía antes esta serie con la arenisca abigarrada, y no sin razón; la forman otras alternadas de margas arcillosas irisadas, constituidas de granos de arena ó cuarzo, con cemento arcilloso y margas rojas ó grises. Contiene especialmente algunas margas muriatíferas y bancos de sal gema, como en Lorena, Rusia, y en el valle del Ohio y del Misisipí en América. En ciertas localidades el keuper reposa inmediatamente sobre el suelo cristalino, como en Borgoña, Auvergne, la Vendée; y las margas han pasado á feldspáticas, y con el espato fluor, el sílex, hierro, galena, blenda, cobre carbonado (Chessy), cromo y manganeso oxidado, minerales producidos por la acción ígnea, y también alguno, como el carbonatado de cobre de Chessy por las afinidades desenvueltas en el contacto del agua, y motivadas con la acción electro-química. Los fósiles vegetales son calamites, equisetáceos, helechos; y en

los animales se nota que los inferiores se aproximan á los del muschelkalk, los superiores á los del lias.

Formacion jurásica.

Se extiende el grupo jurásico por toda la Europa, especialmente en el N. O., comprendida la Francia, Suiza, Alemania, Polonia y la Rusia meridional; su base es el lias, que parece falta en las demas de Europa, enlazándose esta roca geognósticamente tanto al keuper como á los calizos jurásicos: pero mirado bajo el aspecto geológico, los restos orgánicos del lias indican el primer periodo de una larga época de sedimento, que termina en la formacion cretácea; asi hay dos tipos en esta formacion: 1.º El de Inglaterra. En Inglaterra se presenta el tipo de la formacion jurásica en cuatro pisos diferentes, que se modelan en cuatro mesetas, distintas tambien, que dan lugar á horizontes muy marcados; son:

1.º Lias el mas inferior. 2.º Oolítico inferior. 3.º Oolítico medio. 4.º Oolítico superior.

El total de la formacion lo compone un calizo margoso, algunas veces arenáceo, con tintas grises azuladas ó grises claras, y con senos ferruginosos; algunas de sus capas son fétidas, piritosas y aluminíferas.

En el N. O. de la Europa abunda el calizo en los lechos inferiores, y en Francia las margas dominan sobre el calizo. Las capas subordinadas son lumaquelas, calizos compactos ó magnesianos, que pasan á verdaderas dolomias, y últimamente las areniscas cuarzosas; que ocupan siempre las capas superiores del lias.

Las margas arcillosas con yeso que rodean el centro primitivo de la Francia, son un eslabon intermedio entre la naturaleza del lias y los calizos jurásicos del

N. O., y el gran sistema jurásico alpino y mediterráneo.

La formación del lias es el cimiento sobre que reposa la serie oolítica, y está compuesto de capas de margas calizas, y calizos en lechos delgados los superiores, y en los inferiores estos aumentan, presentando capas gruesas calizas separadas por lechos delgados de arcilla.

Las capas del lias son azuladas, dan 90 por 100 de cal con hierro, alúmina y sílice; su fractura es concoidea. La mas azulada en la serie inferior da excelente cal hidráulica; la blanca adquiere mucho pulimento, y puede emplearse como piedra litográfica.

Carece absolutamente de sustancias minerales; pero si bajo este aspecto es de poco valor mineralógico, interesa sobre manera por los restos orgánicos que contiene.

Pertenece á los zoófitos, univalvos con senos ó sin ellos, irregulares, peces, y sobre todo está caracterizado el lias por los animales de un orden ya superior en la escala orgánica, y pertenecientes á géneros estinguidos de cuadrúpedos ovíparos, del orden lagarto, y conocidos por ichtosauros y plesiosauros.

Superior al depósito del lias se une el oolítico inferior, empezando con capas arenáceas, pronunciadas despues en una masa caliza siliciosa, arenácea, que es el principal rasgo de esta serie; despues pasa al oolítico ferruginoso, caracterizado por un color mas amarillento que los anteriores; luego se hace tierra de batan; sigue la arcilla con terebrátulos, y termina en otra amarillenta porosa y sin fósiles de ninguna especie.

Sobre esta se halla un depósito conocido por arcilla de Oxford, que separa el anterior del grande oolítico, asociado con el coral-rag ó pisolita. Consiste en masas calizas estratificadas de 130 á 200 pies de espesor, ca-

racterizada la primera por su estructura uniforme, que se emplea como materia de construcción, de color blanco amarillento, y á la simple vista manifiesta fragmentos de conchas, pero tan pequeños y mutilados, que es imposible caracterizarlos. Carece esta serie de especies minerales, y únicamente el carbonato calizo se halla alguna vez en su masa.

Esta esterilidad se halla compensada con la abundancia de restos orgánicos, y con la especialidad de hallarse una capa que contiene animales terrestres, pájaros, insectos, anfibios, y además peces, conchas y vegetales; pero aunque el grande oolítico contiene fragmentos de estos restos, los mas completos deben buscarse en la parte inferior.

Los animales son: 1.º Género mamalia, en la capa de Stonesfield restos que, según Cubier, pertenecen á una especie de didelfos, único ejemplar de su clase antes de los terrenos terciarios. 2.º Cuadrúpedos, ovíparos, crocodilos, diferentes de los ahora existentes, animal de mucha magnitud, perteneciente por sus caracteres al *monitor*: se ha encontrado en una roca caliza de Stonesfield, y debía ser de 40 pies de largo, 12 de alto y de la familia *lacerta*, gigante; tortugas, peces, pájaros, insectos, crustáceos dos, otras variedades de cangrejos de la tribu *lobiter*.

La parte superior de la formación jurásica se divide en dos secciones: 1.ª Margas arcillosas, conocidas en Inglaterra por la serie de kimery. 2.ª Capas calizas, que son ó no oolíticas, compuestas de calizos y arcillas, y llamadas de Purbeck. Consiste este calizo casi en su totalidad en fragmentos de conchas (*helix vivípara*) embebidas en cemento calcáreo, algunas veces puro y cristalizado otras, marmol, y además se hallan hermosas impresiones de pescados y huesos de tortugas.

Entre las conchas la mas comun es una pequeña y elegante, especie de vivípara, que se supone ser flu-

viatil, aunque aún no esté bien probada esta opinion; y en consecuencia de todo lo dicho podemos dividir la formacion jurásica inglesa en tres: 1.^a Margas de Oxford, arcillas azules con fósiles piritosos, calificados por lo comun con ostrea deltoidea, grifea dilatata, y algunos calizos compactos, gris de humo y oólitos ferruginosos. 2.^a Calizo grit, que es un calizo margoso, ocráceo, arenáceo, con muchos pólipos, y en la Francia oriental dotado de concreciones siliciosas. 3.^a Calizo oolítico ó coral-rag, con pisolitas, que no son sino pólipos cubiertos de calizos compactos, y que en el Jura y Haute-Saone se subdividen en calizos de encrines y de astartes. 4.^a Arcilla de grifea vírgula, y el calizo de Portland oolítico en Inglaterra, compacto y aun arenáceo en Oxford.

Esta subdivision ha sido preciso modificarla cuando se ha estudiado conveniente y comparativamente el Yorkshire, y sobre todo la Normandía y la Wesfalia, en donde aparecen otras anomalías, y que crecen en las mesetas de la Champagne, la Borgoña, y mas aún en la cadena del Jura; sin embargo, es muy notable, que abstraccion hecha de ciertos accidentes locales, los grandes rasgos de la formacion inglesa ó del N. O. de la Europa se corresponden con la mediterránea alpina. Las masas arcillosas que fraccionan la serie diseñan los horizontes geológicos mas seguros; pero en el Jura las margas del lias y las arcillas de Oxford con yeso son las que se manifiestan con mas constancia, al paso que la tierra de batan y las arcillas de Bredford y Kimmery solo marcan puntos pequeños y muy raros. La Inglaterra coincide con el Jura y con la Normandía en sus calizos y la pisolita, y el gran oolítico está menos caracterizado en Normandía; finalmente, la semejanza de los calizos cesa de todo punto en los superiores.

En el S. O. y sur de la Francia el lias y sus margas están bien desenvueltas; el piso oolítico inferior es el

mas poderoso, y el superior lo forma una masa margosa de lumaquela con grifea vírgula, y entre estos dos depósitos hay una grande serie de capas de calizo margoso de pólipos, *coral-rag*. Las capas correspondientes á las arcillas de Oxford y Kimmerly son raras en esta parte de la Francia, y las reemplazan calizos margosos. Finalmente, en el Yorckshire y en Escocia los sistemas liásico y jurásico, como en Wesfalia, presentan mas potencia en capas arenáceas y margas, y mas abundancia de restos vegetales que en las orillas del canal de la Mancha.

En el S. O. de la Alemania domina el grupo de Oxford y el coral-rag, especialmente en los Alpes de Wuttemberg y en la Baviera; pero el calizo es compacto y algunas veces dolomítico. Los fósiles se hallan diseminados, abundando únicamente en algunas localidades, mientras que los oolíticos inferiores en todas partes son muy conchíferos, con pólipos en las capas superiores, y siliciatados. El skisto litográfico de Solehofen, tan abundante en restos orgánicos, parece depende del grupo superior, puesto que cubre al coral-rag.

La estratificación de las capas es casi horizontal; pero en Wesfalia, Cevennes, Langüedoc y en el Jura las capas están muy inclinadas, arqueadas, plegadas y fracturadas, y numerosas faltas ó caídas por hundimientos y levantamientos; y en Francia este terreno forma una cintura que circunda todo alrededor el valle de París.

Pocos minerales se hallan en este terreno, y solo en las pizarras que forman el límite del terreno jurásico se hallan minas de plomo y de manganeso; pero semejante falta se halla compensada con los excelentes materiales de construcción, la tierra de batan, la cal hidráulica y el cemento romano de que abundan.

El conjunto de los terrenos comprendidos desde el depósito carbonífero á los cretáceos, y que compren-

de como hemos visto los de la arenisca nueva roja, muschelkalk y jurásicos, ofrecen el carácter esencial de ser estériles en minerales útiles ó metálicos: únicamente el hierro aparece abundante, ya en las arcillas, ó sea en la serie oolítica.

Mas en cambio la naturaleza ha preparado en esta época otro mineral de sumo interés, y que ocupa tal lugar en la estructura de estos terrenos, que los califica; y la sal comun, abundante en ellos, les da un carácter tan pronunciado, que los marca con el reconocible de muriatíferos. Además de esta circunstancia, muy significativa en la economía del globo, presenta la notable y esencial en su estructura, que la serie orgánica toma un vigor, se diversifica y fracciona, recrece y comprende ya tantos caminos, que vemos los tipos de cuantas variaciones tocamos en la actualidad; la organizacion sube por momentos, y sus clases, géneros y especies toman aquel carácter y colorido variado y multiplicador, tan desenvuelto mas tarde en los terrenos posteriores.

Y con efecto, en los examinados hemos visto que las fuerzas generatrices no se limitaban solo á los trozos comprendidos en los límites de los zoófitos y moluscos, sino que caminando mas en su desenvolvimiento habian traído la parte sólida al interior, y fraccionado esta en vértebras y articulaciones consiguientes al movimiento, y los contornos de los testáceos se alargan y adoptan el longitudinal, y pasa á los vertebrados, peces.

En el mismo periodo los vegetales tambien saltan de los agamas y criptogamas vasculares y celulares á las gimnospernas fanerogamas, y aparece al fin un género medio entre las palmeras y las coníferas. El reino orgánico es análogo al del terreno carbonífero, y presenta troncos y ramas en las series de la arenisca nueva roja, el zechstein ó calizo magnesiano; hay impre-

siones de plantas que se aumentan en el muschelkalk, y al que acompañan capas de combustible mineral menos perfecto que el perteneciente á la formación carbonífera.

De tal modo se verifica este cambio, que la arenisca de los Vosges carece de seres orgánicos vegetales y animales, y los de la abigarrada son diferentes, y 19 especies de equisetáceos, helechos, y aparecen por primera vez las coníferas, y una sola planta de dicotiledones en las margas irisadas. En el terreno liásico abundan los vegetales, y aun forman lechos, notándose en ellos la planta zamia, y bastante diferentes de los de la zona tórrida; pero aún no se hallan los dicotiledones.

Por manera que puede decirse que en las capas inferiores de estos terrenos se prolongan los seres vegetales del carbon, dan un salto en la arenisca nueva roja, como si las fuerzas generatrices recogieran su poder para dar luego el empuje y modificar inmediatamente la flora pasando á los dicotiledones.

En los animales se verifican grandes y notables cambios, y por ellos la verdad que en aquella época se desarrollaron gérmenes ocultos hasta entonces durante los depósitos de los terrenos de transición y carboníferos. En las capas inferiores los pólipos, terebrátulos, productos y las impresiones de peces desempeñan el primero y mas importante rasgo; los espiríferos y los peces se multiplican al pasar al zechstein, y aun aparecen monitores no muy diferentes del terreno del carbon.

En el muschelkalk los terebrátulos y entronques crecen en número, y hay capas compuestas de fragmentos de los primeros casi totalmente, y 685 especies, y tambien peces, y lacerta, y moluscos, siendo los ammonites los mas abundantes de estos últimos.

Tambien la arenisca nueva roja carece de animales,

y solo en el muschelkalk se hallan peces, y en todo 96 especies de animales encerradas en esta sola serie.

En las formaciones del lias y oolítica se aumenta prodigiosamente la vida orgánica, las clases cambian, los géneros se diferencian, las especies se multiplican estremadamente, y crecen hasta formar 236 de animales y 51 de vegetales, 100 radiarios, 180 zoófitos, y los mas notables los cefalopodes, belemnites y los ammonites. Pero el carácter de estos terrenos es la presencia de enormes reptiles derivados de los saurianos ó lagartos, monstruos de los mares antiguos, de los que se han encontrado 9 géneros diferentes en el lias. Los mas notables son los isthosauros, plesiosaros, megalosauros é iguanodon.

El primero participa de la naturaleza del pez y lagarto, y su nombre, derivado de *icht* pez, *sauros* lagarto; la cabeza es parecida á la del cocodrilo, aplastada, y termina muy aguda en pico como los pájaros, mandíbulas con 70 dientes cónicos en cada quijada, que es de 8 pies de largo. La cabeza, término medio, es la cuarta parte de la longitud total del animal, cuello corto, vértebras semejantes á las de los pescados, y cuatro miembros semejantes á los de las tortugas; tenia, en fin, hocico de delfin, dientes de cocodrilo, cabeza y pecho de lagarto, vértebras de pescados y estremidades como las focas. El nombre de plesiosauro significa mayor semejanza á los lagartos, de *plesion* cerca, comparado al isthosauros; tiene la cabeza pequeña y el cuello de mucha longitud. Debe notarse que todos los animales de la clase mamalia guardan tal ley en sus proporciones orgánicas, que todos tienen 7 vértebras en el cuello: lo mismo la ballena que la girafa; los reptiles de 3 á 8, los pájaros mas; el cisne debe la flexibilidad de su cuello á las 23 vértebras en que está dividido, y el plesiosauro tiene 41 vértebras. El megalosauro, segun los huesos examinados por Cu-

bier, era un género perteneciente al género lagarto, de 40 pies de longitud, de la magnitud del elefante y de 7 pies de altura.

Ademas de estos restos, tambien se hallan los excrementos de estos animales conocidos por coprolitos, y en ellos se han encontrado fragmentos de individuos de su misma especie, y que demuestran que estos monstruos se alimentaban, ademas de otras especies débiles, aun de los de la suya propia.

Este dato ha hecho encontrar coprolitos pertenecientes á otros animales, y que son prueba evidente de la guerra continua y constante que se han hecho las generaciones sucesivas de los seres que pueblan la tierra, y la ley general de la naturaleza que manda devorar y ser devorado á su vez, y coexistente con la creacion animal en el globo, llenando los carnívoros su mandato de contener el esceso de la vida orgánica, y manteniendo la balanza de la creacion; ley á que tambien está sujeta la especie humana, en la que solo el freno de la sociedad y de la religion ha podido deterrar la bárbara y repugnante costumbre de devorar á sus enemigos, y que modificada ya por la civilizacion sigue en las guerras sacrificando millares de individuos de su especie por causas frívolas, injustas, y lo que es mas, mirando como heróico y laudable la destruccion de sus semejantes.

El terreno jurásico del lias está calificado por los restos orgánicos: 1.º Plantas fernes (filices), zamia, *cycade*, arbor vitæ, dracaena, araucaria, pine, equisetáceas. 2.º Animales, dragon mosca, tortuga geométrica, megalosauros, isthosauros, plesiosauros, ammonites, encrines, nautilus, encrinites, orthocephalos.

Pasando esta serie, se pronuncia y pasa á los mamíferos; salto importante que determina una modificacion de suma trascendencia en la vida orgánica. Porque es evidente que á la época carbonífera siguió la

arenisca, y en esta se replegó sobre sí misma la fuerza vital, descansó, y aparece mas tarde fraccionada en los gérmenes que tanto se han diversificado ya en el tipo carnívoro, en el herbívoro ó en el de los pájaros; y todo concurre á demostrar que en aquella época habia ya las condiciones necesarias para los gérmenes vitales desenvueltos despues en la tierra, y como se hallan en la actualidad; y como la serie es continúa desde los terrenos de transicion, se conoce que los feldspáticos no son ni pueden haber sido depositados en el agua y por el agua, puesto que los animales no hubieran podido vivir en aquellos mares, y con la temperatura elevada de sus aguas.



LECCION DECIMAQUINTA.

En tres secciones hemos dividido los terrenos secundarios: los muriatíferos, jurásicos y cretáceos; y los dos primeros, de que nos ocupamos ya anteriormente, están dotados de ciertos caracteres, que son el principio motor de su existencia. Así el muriatífero presenta la sal común, y el yeso y la arenisca nueva roja, marcada esta última por carecer de la vida orgánica; en el jurásico ó liásico aumenta con movimiento acelerador la sal, disminuye la sílice, y la distingue la presencia de enormes reptiles que han desaparecido de la tierra, y que imprimen á este escalon de la época secundaria un carácter muy notable, no solo por su estension y contornos, sino asimismo por el lujo y el vigor de la creacion, sea vegetal ó animal.

Terrenos cretáceos.

Inmediatamente superior á los terrenos anteriores, y sobre la serie del oolito superior, empieza el grupo

ó terreno cretáceo, muy importante en la estructura de la tierra. Nótase á primera vista, que si bien los terrenos últimamente examinados ocupaban ya mayor estension que los que les precedian, y si los de carbon fueron depositados en golfos mas ó menos estensos, los de la arenisca nueva roja ocupan mas estension, mas aún los oolíticos, y la creta crece en dimensiones, se extiende y dilata sus límites, que avanzan y determinan los de un mar en que fueron depositados; mar profundo y cuyas costas estaban marcadas por los terrenos anteriores ya fuera de las aguas.

Ademas crece en estos terrenos la proporcion caliza; y de tal modo sigue esta ley, que ya hicimos notar anteriormente, que la parte superior de los terrenos cretáceos está formada esclusivamente de esta sustancia mineral con todos sus caracteres, y casi pura, y con tanta profusion, que puede decirse ocupa casi en totalidad los terrenos entonces descubiertos.

Pero en el terreno cretáceo, como en el jurásico y en el de la arenisca nueva roja, se percibe la circunstancia de notarse modificaciones y variantes debidas á las localidades, y creciendo en magnitud á medida que se sube en la serie de los terrenos.

En los primitivos y en las rocas que los forman percibimos constancia en los caracteres, hija sin duda de la poca estension que ocuparon á su formacion, y de la intensidad de las fuerzas que presidieron á su creacion, las que no dejarían ejercer su accion á las causas segundas que podrán haberlas modificado, y aun tambien al número de los elementos de que se componen. Pero á medida que los terrenos se extienden á mayores distancias en sus depósitos, y al paso que entran nuevos elementos en la formacion de su composicion, es de necesidad que sufran alteraciones en las diferentes localidades, hijas todas de estos mismos variantes.

En los de la arenisca roja secundaria se nota ya mucha diferencia entre los depósitos de Inglaterra y Alemania, y mas aún al examinar los jurásicos y liásicos comparados entre sí, y que se atan por los terrenos de igual época de la Francia.

En la creta aumentan estas diferencias; y si bien el tipo cretáceo presenta en todas partes algunos caracteres marcados, tiene sin embargo modificaciones de suma importancia, no para sacar de esta fórmula sus fragmentos esparcidos, sino que manifiestan la influencia de las causas locales que modifican la organización de los terrenos, no de otro modo que el tipo animal humano lo hace á su vez en los diferentes climas y en las distintas zonas; por manera que bajo este aspecto la especie humana puede considerarse como un depósito movable y perecedero, susceptible por estos caracteres de acomodarse mas bien á las variaciones accidentales secundarias.

De estos tipos cretáceos, los de Inglaterra y Francia son los mas conocidos, y como el modelo de los demas esparcidos en Europa, Asia y América.

Terreno cretáceo de Inglaterra.

Componen el total de esta formación lechós ó series de diferente naturaleza, en los que domina la cal y las masas areniscas, pero con la circunstancia de dominar estas últimas en la parte inferior y la cal en la superior, y cubren el oólito superior en el orden siguiente:

- 1.º Arena ferruginosa.
- 2.º Arcilla de Weald.
- 3.º Arena verde.
- 4.º Creta margosa.
- 5.º Creta propiamente dicha.

Forman la arena ferruginosa varios estratos en que dominan la arena y las areniscas, alternando con capas de arcilla, tierra de batan y ocres de hierro. Estas arenas son enteramente siliciosas, y con óxido pardo de hierro en tanta cantidad, que en algunas localidades se han beneficiado mientras lo han permitido los bosques del país, y por la circunstancia de contener el óxido de hierro: afecta el terreno los colores rojizo, amarillo y siempre tinturado de pardo cuando es menor la proporción del hierro. La testura es mecánica, formando aglomerados cuarzosos de diferentes tamaños, desde el tamaño cabezas de alfiler al de huevos de paloma, y cementado por una materia silíceo-ferruginosa.

Contiene en algunas localidades, en Hastings y Bedfordshire, grandes cantidades de lignites, y aun algunos lechos de carbon leñoso, alternando con mantos ó capas arenáceas de un modo semejante al de la formación carbonífera, y siempre se halla el lignites en las capas blanquizas ó grises, pero nunca ó muy rara vez en las ferruginosas. También sustancias combustibles mas ó menos análogas en su testura á la del carbon de piedra, y maderas siliciatadas ó fosilizadas por la sílice, como en Aspley y Bedfordshire.

El hierro abunda en esta formación, y pertenece á las especies hematites, estalactítico, y concreciones nodulares formadas de una envuelta ferruginosa, con núcleo de arena muerta, y con cuarzo cristalizado.

Los restos orgánicos de la arena ferruginosa están repartidos y muy dispersos en sus diferentes lechos, abundan en algunos mas que en otros, y comprenden los nautilos, ammonites, belennites, ostras y terebrátulos; pero los mas importantes y característicos son las esponjas, que se presentan en muchas variedades de tubulares, palmeadas, &c., y tambien son comunes los coralinos diminutos y una especie fósil singular y

ramosa, dividida de un modo parecido á las conchas en compartimientos por radios trasversales.

En Inglaterra ocupa mucha estension esta serie en los dos lados del Támesis y con un espesor de 500 pies, y su estratificacion es poco inclinada y concordante con la de la creta superior y que la cubre.

Arcilla de Weald.

Está compuesta la arcilla de Weald de arcillas diferentes en testura y color, desde obscura y tenaz hasta gris ó azul, que pasa á terrosa y friable. Contiene lechos de concreciones arcillo-calizas llenos de conchas, especialmente de vivípara fluviorum; el centro de estas está lleno de espato calizo, y son susceptibles los lechos que la contienen de buen pulimento, y contienen algunos nódulos de hierro y selenita y hojas de mica.

Sus restos orgánicos, las conchas vivípara fluviorum, pequeños bivalvos del género chipris; y como la vivípara fluviorum caracteriza este terreno, y pertenece á la formacion de agua dulce, parece que la arcilla de Weald fue depositada en la embocadura de un gran rio.

Esta serie es célebre por las grandes cavernas que se hallan en ella, y por los animales contenidos en sus capas; y en las arenas de Hastings vegetales terrestres, y plesiosauros, ptherodáctilos y megalosauros de 60 á 70 pies de longitud, tortugas, cocodrilos, y huesos separados y rodados; y todo prueba ha sido depositado en un delta de un gran rio. La estension varía, y su espesor en la isla de Wight es de 100 pies; en otras localidades de 300.

Arenisca verde.

Sobre la serie anterior reposa la arenisca verde, formacion de mucha importancia, no solo por su estension, sino mas si cabe por el número y la belleza de los fósiles contenidos en ella. La constituyen bancos de arenisca y de arena suelta ó muerta siliciosa, con cemento calizo en la arenisca, y las dos contienen una tierra verde, cuyo color se debe al óxido de hierro, y en realidad es un silicato de hierro con partículas de mica.

Acompañan á esta serie capas subordinadas de silex pirómaco y calcedonia, que pasan insensiblemente de unos á otros, y nódulos de cal y capas de arcilla que interrumpen la serie. Contiene piritas de hierro, sulfato de barita y cuarzos de diferente naturaleza. Componen esta serie:

- 1.º Arena verde (la inferior).
- 2.º Arcilla negruzca.
- 3.º Arena superior, verde.

La primera es una arena con hierro hidratado diseminado, de granos redondeados, y silicato de hierro. La segunda arcilla, mas ó menos obscura y en la parte superior, vuelve á dominar la arena, y con ella las partículas de mica.

Los restos orgánicos de esta serie son muy numerosos, y fosilizados por la sílice y filtracion de la calcedonia. Los testáceos pertenecen á los univalvos, bivalvos y hasta 250 especies, y de los animales superiores solo se han encontrado dientes de pescados, de figuras cónicas ó lanceoladas. Los restos vegetales los forman fragmentos de madera siliciatada.

La calidad de las rocas de este terreno hace que

sea ligero, movable en algunas localidades: su espesor llega á 300 pies.

Creta margosa.

Sobre la arena verde se halla la creta margosa, fundiéndose esta en algunos casos de tal modo en la creta verdadera, que es muy difícil separarlas, así como en los lechos inferiores lo hace con la arena verde.

Su composición depende de los tres elementos: 1.º Materia cretácea. 2.º Arcillosa. 3.º Arena íntimamente mezclada, pero en proporciones variables. En las capas superiores y en contacto con la creta domina esta sustancia, y es muy semejante, distinguiéndose sin embargo en un color agrisado, testura lamínosa, y en que se desmorona humedecida y secada después.

La dureza nunca es la de la creta; si domina la arcilla, el tacto es suave, olor arcilloso, y su color es blanco azulado; y en el caso de abundar la arena, pasará á una arenisca agrisada, de muy poca consistencia, y pasando á las arenas verdes.

Contiene esta masa algunas concreciones cretáceas y nódulos de sílice ó capas de silex pirómico, como en Reigate, y también piritas de hierro en masas radiadas. Los restos orgánicos son nautilus, alciones, esponjas en las capas superiores, y las inferiores se distinguen por una rica variedad de fósiles, especialmente del orden multi-loculora, scafites, belemnites, univalvos, densalium, vermicularius, cerithium, patela, bivalvos, terebrátulos, arca, pecten, inoceramas, zoófitos, madreporas, penteuronitas.

Y también se hallan restos de madera fósil y de vertebrados pertenecientes á peces. En fin, su espesor llega á 300 pies.

Creta.

Aparece la creta en la parte superior de la formación cretácea, coronándola, y con sus caracteres que la hacen reconocer á la simple vista. La creta es un carbonato de cal blanco hermoso, fractura terrosa, suave el tacto, adhiere á la lengua y aun á los dedos, mancha y escribe, es opaca, blanda, ligera, de poco peso, y forma siempre masas amorfas. La mas pura es un verdadero carbonato calizo, mas alguna vez contiene porción de alúmina, de magnesia y de sílice; su color pasa al amarillento, y aun en tintas rojizas por el óxido de hierro. Algunas veces es tan dura que hasta cierto punto es sonora.

Plinio llama á esta sustancia *creta argentaria*, y en sus tiempos se empleaba ya en las islas británicas como abono para mejorar las tierras arcillosas. Contiene capas subordinadas de creta margosa, blanda y tambien endurecida.

Su masa está compuesta de capas de creta homogéneas, y de aqui la dificultad de subdividirla en otras como las series anteriores; sin embargo, los lechos de nódulos de sílice que se hallan en su masa establecen una division natural, y que puede guiar para su conocimiento; y de aqui su division en:

1.º Creta superior.

2.º Creta inferior.

La creta ofrece el carácter de presentar lechos de nódulos de sílex pirómico, con la circunstancia de ser esencial y que la determina. Aparecen en formas mas ó menos bulbosas, otros en tubulares, y algunos en vetas que atraviesan las capas de la creta formando ángulos. Los nódulos son compactos, y están compuestos de 98 por 100 de sílice, y el resto de cal, alúmina y

agua, infusibles, transparentes, fractura concoidea, húmeda al fracturarse, bordes y filos agudos, da chispas con el eslabon, sometido al fuego pierde el color, y se hace agrio y friable; finalmente, forma masas hasta de casi dos pies de diámetro.

El color varía: en Inglaterra es negro, sin duda por alguna porcion de manganeso; en Francia amellado: sus cualidades, y en especial la de dar chispas con el eslabon, hace al silex pirómico de suma utilidad por su aplicacion á las piedras de chispa destinadas á las armas de fuego, y su fabricacion ha progresado mucho en Francia y en Inglaterra, en cuyos paises hacen mucho comercio y esportan grandes cantidades de este artículo de primera necesidad para la guerra, y particularmente con destino á la Prusia, en cuyo suelo no se encuentra el silex pirómico.

Los nódulos de sílice contienen geodas tapizadas interiormente de cristales de calcedonia y con fósiles de la familia de los ursinos.

Contiene ademas la creta piritas de hierro en masas de magnitud diferente, cristalizadas, y con tendencia fibrosa, conocidas en Inglaterra por thunderbolts ó piedras de rayo.

Los restos orgánicos de la creta blanca son, si bien numerosos en las especies, los géneros están circunscritos entre límites muy estrechos, y con la particularidad que ni una sola especie tiene análogos en la vida orgánica de los mares actuales.

Se hallan en la creta: 1.º Restos de pescados. 2.º Los testáceos pertenecen á los ammonites ovato y circular, scafites, belemnites, géneros enteramente estinguidos; son pocos y raros los de la clase univalva espiral, al paso que son muy comunes los serpales y espirorbes.

Los bivalvos son ostras, pecten, terebrátulos, inoceramos, y estinguidos los cuatro últimos géneros.

La familia importante de los echinites puede considerarse como característica de esta formación.

Entre los zoófitos los encrines presentan varios géneros en la creta, y sus especies son diferentes de los actualmente existentes; únicamente el pentacrinus existe, y aun se diferencia materialmente del fósil.

La familia madrepora presenta una especie, y se distingue de las existentes en que la fósil está estriada y la viva no.

Los alciones y las esponjas ofrecen bastante dificultad para distinguirlos, y Lamarke los divide en cuatro secciones:

- 1.^a Forma ramificada.
- 2.^a Palmeadas.
- 3.^a Turbinada irregularmente.
- 4.^a De forma de embudo.

La mas notable es el alcion chonoides, de la palabra embudo; su forma es de embudo, fijo en el suelo por la raiz; la superficie exterior está compuesta de fajas ó manojos de fibras musculares que nacen del pie y proceden en forma de radios hácia la circunferencia, y cruzándose repetidas veces dan lugar á un plexus retiforme capaz de dilatarse y de contraerse, y de cuyas contracciones nacen y se derivan porcion de formas diferentes cuando afecta la forma de *embudo*, si está en parte estendido ó *gulthiforme*, y si lo estuviese del todo *discoidal*, y á veces forma como festones ondulados. Los manojos están ligados con otros laterales que aumentan la solidez del centro, y del interior de esta envuelta nacen tubos que pasan directamente á la cavidad del embudo, y terminan en pequeños poros ó aberturas circulares dispuestas en cierto orden; y en algunas especies llena los intersticios entre los poros una sustancia como la de las esponjas, y cada uno de estos poros es la celda ó sustancia de un pequeño pólipo. Algunos de estos alciones están envuel-

tos únicamente en la creta; pero por lo general se hallan mas comunmente en nódulos de silex pirómaco.

La creta blanca se estiende en Inglaterra desde Flamborough-head á Southampton, frente á la isla de Wight, comprendiendo el terreno desde Cambridge á Malboroug, que puede mirarse como la seccion central de la creta en este pais.

Forma series de colinas y valles que figuran en su total una K inclinada al S. E., el escarpado de las colinas al N. O., y al S. E. se hunden bajo las capas terciarias, y la circunstancia de hallarse surcados por corrientes de agua, cuyo nacimiento se halla á un nivel inferior al de las capas superiores de la creta; y la relacion y enlace de estos valles con los longitudinales de la cadena, demuestran el origen del sistema hidrográfico de la creta, y que no es debido á la accion continua é incesante de los rios actuales. El esceso de la creta llega á 600 pies.

Se divide el total de la creta blanca en varias secciones por los lechos de silex pirómaco que presenta ó no en su masa, y por los restos orgánicos; asi, empezando por los lechos superiores, consta:

1.º Creta con mucho silex pirómaco y pocos restos orgánicos.

2.º Con restos orgánicos y silex.

3.º Con poco silex.

4.º Sin silex.

Es de notar que el silex pirómaco está siempre en capas y en formas bulbosas, y cuando se halla asociado á restos orgánicos forma su núcleo ó principio determinante uno de los restos orgánicos, que lo es de silificacion, bien sea de la clase de esponjas, bien de otra especie cualquiera.

La formacion cretácea de Inglaterra se estiende á las islas de Wight y Purbeck, y con la particularidad de que si bien coinciden en la naturaleza de las rocas,

se hallan trastornadas sus capas y en una confusion estremada. La misma formacion atraviesa el estrecho de Calais, y en la costa de Francia se estiende, correspondiéndose todos los pisos ó lechos del grupo cretáceo desde Calais hasta el Cabo la Heve, cerca de Havre, y con la particularidad de corresponderse las rocas, los fósiles y los accidentes; dato precioso y la mejor prueba de que hay continuidad geológica de un pais á otro y en las composiciones de sus terrenos.

En Francia, en Normandía y en Ruan la creta abunda en restos orgánicos, y sobre todo en la grifea columba. En Turena la arenisca verde está cementada por la silice; en Tours aparece la creta tufó ó calizo cretáceo con granos de silex, pajitas de mica y pólipos cambiados en silex, y es en ella característica la *grifea sinuata*.

En el mediodia de la Francia presenta otros fósiles; prueba que habia interrupcion en los mares en que fueron depositados los terrenos cretáceos, y estos trepan en los dos lados de los Pirineos en el Monte Perdido á 2000 metros sobre el nivel del mar.

Si de Francia pasamos al norte de la Europa, corre la creta al E. de Troyes, Rheims y Valenciennes, estendiéndose á lo largo de las orillas del Mosa á Lieja, reposando sobre las capas del terreno carbonífero, y se hunde bajo los terciarios de los Países-Bajos, aparece en Maestricht, corre á Berlin, debajo del depósito diluvial antiguo, con rocas errantes que cubren estos paises, y en Polonia se manifiesta afuera del manto que la cubria, formando una serie de colinas paralelas á los Montes Carpatos, apareciendo en Cracovia, y con abundancia de silex perteneciente á restos orgánicos. Sigue luego á Lemberg, continúa á Rusia en Kasankaiza en el Don, y rodea á la ciudad de Bielogorod, *ciudad blanca*, denominacion que toma por sus colinas cretáceas; y en fin, tambien se ha reconocido en Crimea.

No se conocen sus límites por el E. ó S. E., y únicamente puede conjeturarse que deberá correr al E. por el Báltico á la isla de Rugen, y pasa por el sur de la Suecia, puesto que la creta se ve en Malun y cruzando la costa de Zelandia á la isla de Mona, y luego por el Holstein á la boca del Elba, cruza el Océano de Alemania, y pasa á Famborough-head á Inglaterra.

En Irlanda, en Italia, en España, en el Eufrates, en la China, en la América septentrional, aparece y está reconocida la formación cretácea.

Pero si procedemos á analizar los diferentes retazos de estos terrenos, notaremos diferencias especiales que separan los grupos en dos secciones marcadas, una la boreal de la Europa, otra la alpina ó mediterránea. El primer grupo, cuyo tipo se manifiesta cumplidamente en Inglaterra, se divide naturalmente en dos secciones:

1.ª Arenisca verde,
2.ª Creta,

subdividiéndose la primera en arenisca ferruginosa y verde, al paso que la segunda lo hace en creta ordinaria y margosa.

Los depósitos inferiores ó de arenisca pertenecen á fluviátiles, y se han verificado en grandes deltas de rios, intercalándose de modo que se ha disminuido su estension, á medida que se sube en la serie, hasta el punto de tomar enteramente el carácter marino; y este hecho conduce á sospechar que el fondo del mar ha descendido progresivamente, y aumentando la dificultad de mezclarse sus depósitos á los de los rios. A esta circunstancia se deben las rocas conchíferas de Tilgate y las de Purbeck, las arcillas de Weald, las lumauelas, los calizos de grifea faba, y las areniscas margosas con restos de reptiles y de plantas de Hastings, la verde conchífera y las margas con fucoides.

Las rocas subordinadas de esta seccion forman la serie:

- 1.º Areniscas compactas, útiles para el empedrado.
- 2.º Lignites, rara vez con resina fósil (en Moravia).
- 3.º Lechos de silex pirómaco.
- 4.º Calizos en brecha, y siliciatados á veces.
- 5.º Depósitos de hierro hidratado, debidos á fuentes acídulas que se han abierto paso en esta época.

Los fósiles son petrificaciones siliciosas, y presentan en la parte superior los tipos del terreno terciario; en el medial los univalvos son raros: en la América septentrional algunas especies son idénticas á las de Europa, como la grifea-columba, belemnites, compresus, pecten, quinque, costatus.

Los vegetales, sobre todo en la arenisca verde, se hallan plantas terrestres, dicotiledones y fucoides, formando estas lavas marinas con resina fósil.

Las capas de la formacion de la creta son horizontales y poco inclinadas; sin embargo en la isla Purbeck y de Wight están casi verticales, resultado producido por una fuerza interior que ha caminado en la direccion E. O.

La blanca es una masa compuesta de partículas muy finas, como fango, cuyo origen puede haber sido, bien fuentes minerales ó restos de moluscos, y sobre todo zoófitos.

El sistema cretáceo de la serie alpina y mediterránea de la Europa lo componen alternados de areniscas cuarzosas micáceas, cementadas por las margas, intercaladas en ellos capas de calizos, algunos ruiformes, otros aglomerados anagenitos. En los skistos se hallan fucoides, targiona, furcates, intricatas y fragmentos de vegetales, y la efervescencia con los ácidos los distingue de la grawaka, con la cual podia confundirse.

En la Italia y en los Montes Carpatos la parte superior se hace muy margosa, y aun con yeso, y asociada á un calizo blanco y amarillo rojizo llamado *escaglia*, con ammonites, belemnites, aptychus y posidones, mientras que en los Alpes, Pirineos, Cataluña, Istria, Dalmacia, Grecia, y en los Apeninos, se convierte en aglomerados bastos en parte anagenicos, de cemento calizo, que no son otra cosa que un calizo de rudistos y numulitos. Despues se destacan grandes masas de calizos, los fósiles desaparecen poco á poco, y terminan por pasar á dolomíticos, muy semejantes á los jurásicos, y con el aire de calizos antiguos.

En España, Francia y en los Alpes se muestran algunos depósitos de yeso ó anhidrita, y con sal gema, envueltos en una masa arcillo-margosa, y que ha atravesado estos terrenos; y en algunas otras localidades se hallan en estos calizos hornagueras mas secas que grasas, ó de betun en su composicion.

Presenta ademas accidentes particulares, como: 1.º En Baviera los aglomerados de rocas granitoideas y porfíricas de la Selva Negra. 2.º Lo arenisca verde margas con inoceramos y turrilites en el Algau. 3.º Las capas ricas de hierro hidratado granuliforme, y conchífero y crustáceos en Auzeindaz y Sonthofen. 4.º Ciertas capas de calizo margoso con azufre y petróleo en Gallitzia y Sant-Boes, cerca de Orthez.

La estratificacion del sistema cretáceo de la Europa meridional está trastornada y levantada, aunque en algunas porciones se halle ondulado y casi horizontal, como en Foligno; y si en los Apeninos y en los Montes Carpatos las capas han sufrido grandes plegamientos, en los Alpes y en los Pirineos se añaden á estos accidentes grandes caidas y enormes levantamientos y hundimientos.

Mirado en conjunto el grupo cretáceo, puede considerarse como formado por una serie de depósitos de

arenas inferiores y calizos superiores, los primeros con el carácter de agua dulce, mientras que los superiores son evidentemente marinos; pero las rocas que constituyen su detalle varían en las diferentes secciones N. E. y S. O. ó meridional; y aun cuando se reconozca un orden general, al pasar á los detalles se halla casi imposible la concordancia; porque, á pesar de la inmensidad de los depósitos, el sistema cretáceo presenta el mismo carácter caprichoso, sea en la arenisca verde de la formación N. E., sea en la meridional; carácter que coincide con el reino animal en los terrenos á medida que se sube en la serie, pues si crecen en magnitud, no lo hacen menos en sus modificaciones de formas y accidentes, produciendo enlaces de familia como núcleos que se entremezclan y pasan por tránsitos de unos á otros, del mismo modo que los seres orgánicos.

La edad relativa de las rocas que los componen se caracteriza por los restos orgánicos que se aumentan en número y se aproximan á los terciarios, diversificándose y creciendo en número prodigiosamente; 686 especies diferentes de animales pueblan el terreno cretáceo, y todos los restos orgánicos vegetales y animales se hallan en situaciones determinadas, nacidas sin duda en muchos casos de la dirección de las corrientes que atravesaban ó desaguaban en los mares en que se formaron, y marcándose como los principales las ostras, pecten, terebrátulos, ammonites y rudistes.

La creta blanca esteriliza el terreno que cubre, y abiertas hendiduras absorven el agua que alimenta lagos subterráneos; la falta de humedad concurre con la naturaleza de la cal á impedir la vegetación; y por esta causa todas las fuentes de esta formación provienen de las aguas filtradas y detenidas en las capas margosas de la arenisca verde. Pero el principal carácter de la creta es decidirse mas si cabe en ella la carencia

de los metales útiles y crecer la proporción de la cal, presentar además los restos orgánicos muy bien conservados, y sobre todo el silex pirómico, que la califica, y que la distingue de los demás terrenos, con una cualidad que no admite duda alguna; circunstancias todas que hacen esta formación de sumo interés, y tanto mas cuanto en ella se halla el salto á otro orden de cosas muy diferente en la estructura de la tierra.



LECCION DECIMASESTA.

Si los terrenos que siguen á los carboníferos son importantes y de mucho interés en la estructura de la tierra, no lo son menos los comprendidos en el grupo cretáceo, ya por su naturaleza, ya tambien por los cambios que indican en el modo de ser de las rocas y de los restos orgánicos que los pueblan. Sus depósitos, que cubren y se estienden en grandes porciones de la Europa, presentan el hecho de haber sido trastornados y mutilados despues por grandes corrientes de agua, que han escavado los valles y los bajos fondos que los fraccionan, y en los cuales se han acumulado fragmentos de sílex pirómico perteneciente á su formacion, fracturados, y con las alteraciones consiguientes á la accion atmosférica del agua, aire, calor: por manera que con estos hechos puede conocerse debió trascurrir un espacio considerable de tiempo desde el depósito de la creta hasta que empezó á verificarse el de los terrenos posteriores, cuyas capas han venido

despues á ocupar las infractuosidades y escavaciones, y los valles y demas depresiones que fraccionan su superficie, y de la cual se destaca muy conocidamente, con un límite de separacion bien determinado.

Terrenos terciarios.

En las depresiones de la creta, y aun en las de otros terrenos anteriores, se han depositado los terrenos terciarios y en estratificacion discordante. La superposicion sobre la creta es el caso escepcional, y el general el de estenderse sobre todo terreno, llenando ó bordeando los valles, y formando crestas al pie de las montañas.

Se compone principalmente el terreno terciario de calizos, arcillas, yesos y algunas rocas areniscas, variando de unos depósitos á otros, y notándose en ellos la diferencia que comenzó á manifestarse en los superiores al carbon, que ha crecido con la serie de los terrenos, y que se desarrolla en estos en sumo grado. Divídense en tres secciones:

- 1.º Inferior.
- 2.º Media.
- 3.º Superior.

Y aun estos tipos presentan diferencias en los detalles cuando se descende á estudiarlos y compararlos en sus últimos rasgos. La formacion inferior aparece como tipo en los terrenos de París, estudiados con todo esmero por los profesores Elie Beaumont, Prevot, Dufrenoy, Cuvier y demas geólogos modernos; y la circunstancia de haber atravesado con pozos artesianos las capas de estos terrenos, ha hecho conocer el total de su composicion desde la creta sobre que reposan.

Se componen de una serie de rocas diferentes á base de cal y de sílice, pertenecientes á depósitos marinos ó de agua dulce, y que se sobreponen ó mas bien intercalan entre sí, demostrando con este hecho que ha variado el medio que ha servido de camino á sus depósitos; sin embargo, se dividen en la siguiente serie, empezando por la parte inferior:

- 1.º Arcilla plástica.
- 2.º Calizo basto.
- 3.º Yeso.
- 4.º Calizo silicioso.
- 5.º Margas verdes.
- 6.º Arenas.

Pertenecen estas rocas á las dos clases de agua dulce y marinas, reconocible esta cualidad por sus accidentes. Las de agua dulce se distinguen en los calizos por su estructura compacta, y atravesados en todos sentidos de pequeñas cavidades alargadas, ó de tubos muy irregulares. Las arcillas de agua dulce están subdivididas en muchas capas poco gruesas y con diferentes colores, formando un conjunto abigarrado.

Las areniscas de agua dulce son poco comunes, están siempre mezcladas con la cal y con materias arcillosas, mientras que las puras pertenecen á formaciones marinas bien calificadas.

Las marinas son areniscas, arenas, margas y calizos bastos, con muchos fragmentos de conchas y de cuerpos marinos, formando capas mas gruesas que las de agua dulce, y de colores menos variados. Pero el principal carácter que los distingue lo determinan los fósiles que contiene, pertenecientes en los de agua dulce á especies terrestres, y en los marinos á otras esencialmente marinas. Finalmente, los de agua dulce contienen el yeso, lignites, con impresiones de hojas, flores y frutos de vegetales terrestres ó acuáticos, y aun restos de mamíferos, reptiles y pescados fluviátiles; y

puede decirse que los calizos compactos y las arcillas dominan en las formaciones de agua dulce, y los calizos siliciosos y las distintas variedades de silex ó de la *piedra de molino*, *meuliere*, la pertenecen exclusivamente.

La arcilla plástica, que es la mas inferior en la serie, está compuesta de capas de diferentes colores, ya rojas, grises, blanquizas y tomando el tono de abigarradas, y asociadas á otros lechos de arena bastante dura. En ella se halla el lignites con resina fósil, hidrato de alúmina, fosfato de cal, estronciana sulfatada, y algunos restos de animales vertebrados.

El mayor de estos depósitos fluviátiles de arcilla con lignites se encuentra en Soissons, y con algunas conchas siliciosas. Las capas superiores se enlazan con un calizo cloritado, al que pasan, enlazándose por este con el calizo basto, *calcaire-grosier*, cuyas primeras capas son arenáceas; sus capas pasan á mas y mas compactas, á medida que se sube en esta roca; y en la parte superior es tan compacto y toma tal dureza, que se emplea como materia de construccion en París.

Califican á este calizo los fósiles marinos, como cerites, bilocalia, trilocalia y quinquelocalia, y alterna en la parte inferior con capas arenáceas y partículas verdes que le dan el carácter de cloritado. En la parte inferior se enlaza con la arcilla plástica, y contiene fósiles de agua dulce, como planorbas y nerinas, en el medio milliolites, y en la superior cerites.

Sobre el calizo basto reposa una serie diferente y formada á base de cal, pero con el ácido sulfúrico, constituyendo el yeso ó la serie yesosa de este grupo. La componen: 1.º Una serie de margas mas ó menos skistosas, y con concreciones siliciosas y cristales de yeso hemitropados y en hierro de lanza. 2.º Masa de yeso en cristalización confusa y menuda, aglomerados, de 20 metros de espesor, formando como prismas verticales regulares de seis y ocho lados, y la cal contie-

ne cierta cantidad de carbonato calizo que la hace de muy buena calidad para emplearla como material de construccion.

Contiene esta masa yesosa restos de animales cuadrúpedos pertenecientes á géneros y especies perdidas, y que dieron motivo á Mr. Cuvier para su importante trabajo de anatomía comparada. Estos restos fósiles son los paloterium, anaploterium, pertenecientes á la familia de los paquidermes, y muy próximos en su organizacion al cerdo y al tapir. Tambien se hallan restos de animales carnívoros y de roedores, y el tipo de esta serie se manifiesta en el cerro de Montmartre en París.

Es de notar que el calizo basto, dotado del carácter marino, se modifica en la parte meridional oriental, pasando á medida que se aparta de París á otro calizo silicioso con mas ó menos cavidades cilíndricas, y muy pobre en conchas fluviátiles ó de agua dulce, y que corresponde al depósito de yeso anterior verificado en la orilla del Sena, y margas arcillosas ó calizos con silex, *menilita* y cuarzo *néctico* con sulfato de estronciana, magnesita y capas de paludinas de ciclostomas, ó bien mezcladas las conchas marinas y de agua dulce.

Sobre el yeso se apoya un depósito de margas verdes con ostras en bancos ó en familias, y bien conservadas.

Esta formacion, ó sea la inferior de la terciaria, tiene su analogía en Inglaterra, y se compone: 1.º Arcilla plástica y arena sobre la creta. 2.º Arcilla de Londres. 3.º Formacion de agua dulce. 4.º Formaciones marinas superiores.

Consiste en varias capas de arenas, arcillas, margas y calizos poco compactos, y rodeados de colinas y límites cretáceos. Esta formacion se hunde bajo los depósitos terciarios, y es evidente que en sus depresio-

nes ó áreas cóncavas ha sido depositada ; y que forma cuencas. El mas al norte es el de Londres ; el sur lo forma la isla de Wight.

La arcilla plástica tomada en grande escala está compuesta de mucho número de capas, arenácea, caliza y cascajo, alternando irregularmente ; y todas ellas son contemporáneas, y en el tiempo trascurrido entre la mutilacion de la creta y el depósito de la arcilla de Londres.

Las arcillas son de varios colores y de diferentes grados de pureza, conforme á la cual se denomina refractaria, de ladrillos, de pipa ó de loza, y en ella concurre como en la de París la presencia del lignites, especialmente en la isla de Wight.

Los restos orgánicos pertenecen á ostras, cerites, turritela, ciclades, dientes de pescados, notándose que los restos vegetales y animales no guardan regularidad en su situacion en las capas, hallándose á veces en las de arena, otras en las arcillas, y en algunas localidades, careciendo todas de restos orgánicos.

Su estension es bastante considerable en Inglaterra, y de 200 pies de espesor, y en la isla de Wight hasta 1200 ; casi siempre es horizontal, á pesar de que en la isla de Wight se hallan las capas casi verticales.

Arcilla de Londres.

Sobre la arcilla plástica se sobrepone la serie conocida por arcilla de Londres, en razon á estar situada sobre ella la capital del imperio británico.

La compone algunas veces principalmente, y otras en su totalidad, una masa de arcilla blanca azulada, suave al tacto, y variando sus caracteres químicos y estension de unas localidades á otras.

Participa de la naturaleza de las margas, da la efervescencia con los ácidos, contiene á veces tierra verde, otras calizas, y sobre todo se caracteriza por la presencia de nódulos calizos, cuyo núcleo á veces es una concha, otras un pedazo de madera, y que dan excelente cal hidráulica. Su forma indica han sido transportados por corrientes de agua, y se conocen con el nombre de septarias, y con ellos se hace el cemento de Parker. En las costas de Inglaterra se ven los lechos de nódulos de cal.

Contiene además sulfato de cal, piritas de hierro y de magnesia, por cuya circunstancia el agua de esta serie no es potable, ó mejor, no es á propósito para los usos domésticos, y es de necesidad penetrar hasta las capas de arcilla plástica para obtenerla buena y potable. Asimismo contiene resina ó ambar fósil, sustancia abundante en otras localidades de Europa, en Italia, Francia, y especialmente en Prusia en las orillas del mar Báltico. Esta serie es muy importante considerada bajo el aspecto de los restos orgánicos que contiene.

Pertenecen á los órdenes superiores de los animales cocodrilos y tortugas entre los anfibios, peces, crustáceos y varias especies de la clase de cangrejos. Los testáceos moluscos son muy numerosos y perfectamente conservados, y tienen la apariencia de conchas recientes; siendo muy notable que quizás no haya una especie de las actualmente vivas que no tenga su representante en esta formación; pero los caracteres específicos se diferencian, y hay además muy pocos géneros de los estinguidos, tan frecuentes en los terrenos anteriores.

Los numulitos, tan comunes en Francia, no lo son tanto en Inglaterra, y los echinites que abundan en la cal son rarísimos en esta formación. Los zoófitos son también raros, y solo se han encontrado algunos coralinos.

Contiene masas de madera fósil, que aún conserva las fibras vegetales, de color negro y con perforaciones análogas algunas veces á las que hace el teredo navalis de los mares actuales en los buques; y la madera fósil ha sido el núcleo á que se ha adherido la sustancia caliza que forma las septarias. Pero el hecho mas importante que ofrece la arcilla de Londres es la presencia de una cantidad prodigiosa de semillas ó frutos vegetales, y entre los que hay 700 especies diferentes, y ninguna está duplicada, y muy pocas convienen con las semillas conocidas actualmente, y se hallan en la isla de Sheppy y en la costa de Essex; y algunas reconocidas por Mr. Crosse parece pertenecen á los climas tropicales y á las especies del cacao y otras.

Todos estos restos y su posicion indican lo bastante, que fueron depositados en la desembocadura de un gran rio que mezclaba sus acarreos con las aguas del mar.

La estension de la arcilla de Londres comprende grande espacio de la superficie de la Inglaterra en la parte occidental de la isla, y que se estiende desde pocas millas al N. de Harvick á la isla de Wight, y de 200 pies de espesor en las inmediaciones de Londres, y de 700 en el alto Beath; su inclinacion es casi horizontal, pero en la isla de Wight sus capas están verticales.

La arcilla de Londres resiste al arado y rueda delante de la reja, desmenuzándose en una tierra húmeda; despues de llover adhiere al pie, y seca se fractura en grietas de mas de media vara de profundidad y de algunas pulgadas de ancho, y al norte de Walton forma una especie de empedrado, dividiéndose por la sequedad en columnas ó prismas exagonales, muy parecidos á los basálticos de la calzada de los Gigantes en Escocia.

En este terreno se crian hermosas y corpulentas

encinas, pinos, &c., pero requiere el beneficio de mezclarla con la cal para que dé buen trigo; y en las cercanías de Londres se ha logrado hacerla excelente para el cultivo mezclándola con la cal y con los mantillos; sobre todo la vegetacion es la mejor y de mayor lozanía en las localidades en que está mezclada con arena. Compacta en sumo grado, impide el paso al agua y es impermeable; y la mayor cantidad de agua consumida por el público en aquella capital proviene del depósito de este líquido establecido en las capas de aluvion superiores á la arcilla, que si no es del todo potable como la de la plástica, al menos es útil para los trabajos de la industria, como en las fábricas de azúcar y demas establecidas en Londres y sus alrededores.

Todos los caracteres que acompañan á esta serie en Inglaterra, y los indicios de su depósito en un golfo en el cual se mezclaban los acarreos de grandes corrientes de agua dulce con los depósitos del mar, establecen muchos puntos de semejanza y de relacion geognóstica con la serie inferior de los terrenos de París; y aun en Polonia tambien se hallan las margas y las arcillas, y con ambar ó succino, que corresponden á las inferiores de la formacion terciaria.

La superior en París se compone de un depósito de arenisca y de arenas lacustres y de arcillas, y sílices *meullieres*, careado con conchas ó no de agua dulce y con restos de la planta cara; y los depósitos son:

1.º Arena y arenisca de Fontaineblau, con cal carbonatada cristalizada y conchas marinas.

2.º Silex careado ó *meullieres*, y calizo de agua dulce con granos de cara planta, que vive hoy en Francia en las aguas de lagunas estancadas, y conchas de agua dulce, y con todos los indicios de haberse depositado en lagunas poco profundas, y que cubrian parte de la Francia en Normandía, Auvergne, y terreno le-

vantado despues. En Auvergne ofrece este depósito gran número de restos orgánicos y conchas de agua dulce y terrestres, asociadas en familias, y tambien granos de cara.

Los cuadrúpedos y reptiles y tres ó cuatro pájaros, y aun en esta serie empieza á aparecer el antracotarium y el hipopotamo.

El 3.º lo forman margas siliciosas con masas yesosas y paloterium. El 4.º es un calizo de agua dulce.

En Tours la componen masas incoherentes formadas de fragmentos de conchas y falhum; en Duai roca aglutinada por la cal. Este terreno continúa ó forma serie á retazos, prolongándose al mediodia, como en Gascuña, que está compuesto de calizo basto y arena de las Landas, en los Pirineos, y en Provenza hasta la Suiza.

La mollasa forma toda la llanura de la Suiza y sus pequeñas montañas, alternando capas margosas de agua dulce con restos de grandes animales en las margas y en el yeso, en Italia y en Austria; y el antracotarium se halla en Volhinia y Podolia en capas superiores á las correspondientes del terreno de París.

En Inglaterra la parte superior de los terrenos terciarios está compuesta de tres secciones muy marcadas y distintas: 1.ª Capas marinas sobre la arcilla de Londres, que alternan con otras de arena en la isla de Wight, y que es una marga conchífera. 2.ª Capas de arena de Bagshot. 3.ª La superior formada de un depósito de cascajo y arenas con conchas de caracteres particulares, llamado *crag*. Este consiste en una reunion de arena suelta y cascajo, con conchas, y cementada por arena ferruginosa.

Los restos orgánicos convienen con los que caracterizan la formacion superior de París, y son pecten, *mactrae*, y todos con la circunstancia de ser el mayor número semejantes á las conchas de los mares actua-

les, al paso que hay pocas de las perdidas. Entre estas las ostras y los terebrátulos se diferencian de los de Lamarke, mientras que pertenecen á los primeros la patella angárica, millitaris sineusis, crerita, turbo, murix, y huesos que se cree pertenecen á grandes mamíferos.

La elevacion de este terreno sobre el nivel del mar es corta, es fértil, y la agricultura puede utilizarlo con ventaja. La arena de Bagshot está compuesta de sílice suelta sin cemento; pero asociada con tierra de ladrillos, no contiene minerales y restos orgánicos, solo algunos y mal conservados, y tan imperfectos que hacen imposible reconocer sus especies. Forma un terreno estéril y de arena muerta en donde domina esta serie.

La formacion de agua dulce, *fress-water formation*, pertenece á los superiores, y contiene porcion de restos orgánicos, de conchas muy bien conservadas, pero sin ningun marino, y comprenden helices, planorvas linneas asociadas con semillas de forma oval y fragmentos de insectos. En fin, la parte inferior de esta serie está compuesta de lechos arenáceos, calizos y arcillosos, con materias combustibles algunas veces. Los restos orgánicos son los mismos que la anterior, y ademas un bivalvo del género *mitylus* de agua dulce.

Pero no solo se estiende á Inglaterra esta formacion; corre asimismo al sur de la Francia en Auvergne, enlazándose el terreno de París con el de Orleans, y al S. O. corriendo por las Landas y al Langüedoc y la Provenza, calificada por sus margas, arcillas y arenas con lignites. En Suiza, Baviera, Austria, está representado por las mollasas y aglomerados, y en Hungría, Italia, Grecia, Argel, las mollasas y capas poderosas de arcillas, arenas y calizos, y siguen á Italia en las vertientes del Apenino en Cerdeña, Sicilia y en la Grecia.

En España tambien el terreno terciario está muy desenvuelto, y puede asegurarse que las aguas de nuestros grandes rios, como el Guadalquivir, Ebro, Guadiana, Tajo, &c., corren en su mayor parte en los terrenos terciarios. Sin embargo, algunos de ellos atraviesan en su curso extensiones notables de otros terrenos, como el Ebro; primitivos en las inmediaciones de Oña; el Tajo de transicion en Estremadura; el Guadiana de transicion en los montes de Toledo y Estremadura, &c. Ademas las mesetas centrales de la Península, como las Castillas y la Mancha, son de terrenos terciarios, que fueron depositados sin duda en golfos ó mares interiores, separados por los islotes primitivos ó de transicion que los separan.

Por manera que los mares en que fueron depositados los terrenos terciarios, ocupan ya mayor extension, y se dilatan casi por toda la Europa, por el África y América.

Estos terrenos presentan el carácter de componerse de capas de diferente origen, sea fluvial ó marino, alternando en cierta altura de la serie; y la que conocen los geólogos franceses por terrenos terciarios medios. Los de esta clase de la cuenca del Loire en Francia están compuestos de arcillas margosas con bancos de ostras, arenas cuarzosas, cementados por la cal carbonatada, y cantos rodados agujereados, por conchas marinas, falhun, que son rocas ó masas de conchas fracturadas, pero ligadas por partículas calizas, agregadas á pólipos, aglutinados débilmente, confundidos á veces con los calizos concrecionados, calizos conchíferos cementados por el hierro ó cal, que llaman algunas veces tufos.

El del S. O. lo forman mollasas arcillosas en parte huesífera (*paloterium*) ó falhun y calizos de agua dulce, arenas, margas, arenáceas y arcillas con minerales de hierro. A la misma época de la parte superior de

los terrenos terciarios corresponden las mollasas, con maderas bituminíferas y ciertos aglomerados ó nagelfluhes levantados en Rigi y en los Alpes. Las mollasas de la Suiza se extienden al Austria baja; y en el mismo horizonte que en Francia y en la Italia se han verificado depósitos de lignites acompañados de calizos fluviales ó compuestos en la parte superior de arenas aglomeradas, falhuns y calizos lenticulares y de pólipos.

En Polonia y en Carinthia la mollasa y la arcilla azul están asociadas á grandes depósitos de sal común, y con conchas marinas algunas veces, en Wielicka y en Podolia, y cubiertas con capas arenáceas conchíferas, que son el contrapeso de las rocas terciarias de la Sicilia, ó bien los restos de mares que se extendían en las estepas de la Rusia.

La Georgia presenta una semejanza marcada con la España meridional, golfos que penetraban en el interior, y en los que se han verificado los depósitos de lignites, como hay ejemplos en el Ebro. Ultimamente, los depósitos de la Italia posteriores á los segundos terciarios están formados de capas de pudinga de cantos gruesos y lignites, que han sido depositados en lagos, y posteriores á los cuaternarios verificados ya, y que se marcan en Pouzol y en el templo de Serapis.

En suma, la grande estension que cubrían los mares terciarios, y las circunstancias de haber pasado muchos de salados al estado de agua dulce y aun de mezclarse estas dos formaciones, hace hasta cierto punto confuso el estudio de las capas que los forman y de su composicion. En los de París, tipo del estudio de estos terrenos, están alternadas tres formaciones marinas y de agua dulce, y en Londres se percibe el mismo fenómeno; y en todos los terrenos terciarios la parte media que los compone está caracterizada por esta circunstancia. Se habia creído que semejantes alternativas

eran debidas á los movimientos de la costra terrestre; pero Mr. Constant-Prebot ha comprendido mejor el fenómeno, y ya está fuera de toda duda y reconocido su sistema, reducido á admitir fueron formados en golfos en donde desembocaban grandes corrientes de agua procedentes de estensos continentes, y el de París lo fue por un grande rio que venia del S. E., y que mezclaba sus acarreos con los depósitos del mar en las grandes avenidas, y por igual procedimiento puede esplicarse la de Inglaterra, y las alternativas de formaciones marinas y fluviátiles que se notan en todos los depósitos terciarios.

Si estos terrenos son importantes por la variedad que manifiestan y por su estension, lo son mucho mas en razón del lujo y desenvolvimiento del reino orgánico, y en el cual aparecen ya rasgos de semejanza con el actualmente vivo, y que se aparta ya en su modo de ser de los terrenos anteriores.

Distínguense en estos terrenos tres grandes secciones de restos orgánicos: 1.ª Inferior. 2.ª Media. 3.ª Superior.

En la primera domina el reino orgánico testáceo; y aunque aparecen restos de grandes animales, su número es pequeño comparado á los moluscos. En la segunda ó media crece aquel número, y con la particularidad de pertenecer á géneros estinguidos; y finalmente, la superior encierra restos de animales semejantes á los que viven ahora en ciertas localidades.

El primer carácter que distingue estos terrenos es la carencia de ciertos géneros que poblaban los secundarios, como los ammonites, y el especial de presentar otros análogos á los que viven actualmente.

Segun Mr. Deshayes, de las novecientas especies de conchas reconocidas en los terrenos terciarios medios, no admite sino 18 por 100 que tengan análogas vivas, y 19 por 100 que sigan fósiles en el inmedia-

to; y en el superior ha reconocido 52 por 100 análogos.

En la misma serie media comprende especies de paloterium diferentes de los de la inferior, la mayor parte de lophiodontes, antracoterium, y las especies mas antiguas de los géneros mastodonte, rinoceros, hipopótamo, castor, &c. La superior presenta los restos de elefante, hiena y los animales que se hallan en las cavernas huesosas y en los aluviones antiguos.

Esta situacion de los restos orgánicos, su abundancia, y la relacion que guardan con los terrenos anteriores, ha conducido á Mr. Lyell, geólogo inglés, á fundar el principio de la division de estos terrenos en secciones marcadas por los mismos restos orgánicos; y aun cuando llamemos de primera intencion, y comprendamos en el grupo de terrenos terciarios todas las capas depositadas desde la creta hasta la época diluvial antigua, existen diferencias muy notables de unas á otras; y hay hechos que prueban deben haber mediado espacios considerables de tiempo, que hay un orden sucesivo de generacion como en los secundarios, y en fin, que han sucedido grandes cambios locales en la forma del exterior de la costra terrestre; y si bien en los terrenos terciarios se percibe mas semejanza y parecido en la composicion y contornos geognósticos de sus capas, y tanto que sea casi imposible distinguir las por solos sus caracteres mineralógicos, y separar capas entre cuyo depósito pueden haber mediado miles de años, sin embargo, este resultado puede obtenerse con la mayor exactitud estudiando los fósiles que los pueblan, y que conservan sus formas bien determinadas.

Semejante observacion se nota ya en el tránsito de los terrenos secundarios á los terciarios, puesto que la principal diferencia entre estos dos escalones de la vida de la tierra, está fundada en la presencia, en los

terciarios, de restos idénticos á las especies actualmente vivas, cuando en los secundarios no se hallan; salto de suma importancia en esta época geológica, y el cual marca un nuevo modo de ser, y un enlace que nos lleva desde hoy á los primeros dias de la vida orgánica, y que coincide con el grande depósito de la creta, en la cual hizo empuje el poder orgánico para estenderse como le vemos actualmente.

Partiendo Mr. Lyell de este principio, ha dividido los terrenos terciarios, ó mas bien las capas que los forman, en cuatro periodos.

- 1.º Eocene.
- 2.º Miocene.
- 3.º Antiguo pliocene.
- 4.º Nuevo pliocene.

La palabra *cene* es griega, y significa *reciente*, y el resto la *proporcion* que guardan los restos orgánicos con los actualmente vivos.

El primer periodo, que lo forma el depósito inmediato á la creta, se llama *eocene* por las especies que empiezan á aparecer, semejantes á las vivas hoy. El segundo *miocene*, de *meior*, menor. El tercero *pleiocene*, de *plesion*, mayor cantidad; y en fin, *nuevo pleiocene* por el aumento en esta proporción.

En el primero, ó en algunas capas inmediatamente sobre la creta, se ha encontrado que en 1238 fósiles que contiene hay $3\frac{1}{2}$ por 100 que pertenecen á las especies vivas, y forma el periodo eocene.

Sigue otra serie de capas, y en 1228 especies de fósiles contienen 20 por 100 vivas, y es el periodo miocene. Se hallan otras que de 6618 especies contienen 50 por 100 vivas, que forma el antiguo pliocene; y en fin, el nuevo pliocene tiene 90 por 100 de especies vivas en la actualidad, y relativa á este dato forman la serie:

Eocene. 3½ por 100 vivas.

Miocene. 20 por 100

Antiguo pleiocene. 50 por 100

Nuevo pleiocene. 90 por 100

En los fósiles moluscos vivos hay:

Univalvos. 3616

Bivalvos. 1264

Total. 4780

En los terrenos terciarios hay 30, á 36 á 123 especies comunes á toda la formacion, 123 á mas de una cuenca, 17 á los cuatro periodos.

En el pliocene 350 que viven en el mar Mediterraneo, y 5 comparables á las del Senegal; en el miocene crece la proporcion de los comparables al Senegal, y en el eocene 42 especies vivas é idénticas á las del Mediterraneo, Nueva-Holanda y Senegal; prueba que las condiciones de la vida han variado, y que la temperatura del Mediterraneo era en aquella época la de la zona tórrida.

Pero sería estender demasiado los límites de la ciencia el pretender fijar de este modo los límites de los periodos que se han sucedido en estos terrenos, pues las observaciones anteriores no son otra cosa que la espresion en signos arbitrarios de la clasificacion indicada por los caracteres dominantes en épocas diferentes, ó mas bien, los términos que esplican el estado actual de nuestros conocimientos. Hace muy pocos años que los geólogos establecieron la division terciaria, y los conocimientos adquiridos han hecho conocer sus detalles, y nuevas investigaciones darán mas luz para determinar límites y contornos no conocidos ahora.

Sin embargo, en esta época geológica estaba dado

el paso de los grandes mamíferos y especies semejantes á los vivos en la actualidad, lo que indica identidad en las condiciones de la vida, y que habia mares y continentes, diferencias de zonas y estaciones, y que la vida orgánica se diferenciaba, no solo en las formas, sino tambien en cualidades de inteligencia y perfeccion moral.

En fin, todo conduce al resultado que las especies vivas ahora no son de la misma antigüedad en la tierra; que unas se han precedido á otras, mediando intervalos inmensos de tiempo, cuyos límites ignoramos; y si bien el hombre no habia llegado aún, entonces apareció el embrión de su forma en los vertebrados mas perfectos: y aunque no podemos decidir todavía si la especie humana entró en la escena de la vida en grupos ó por individuos (cuestion del mayor interés), tal vez descubrimientos posteriores vengán á resolverla de un modo indudable.

Finalmente, si los terrenos terciarios interesan por sus caracteres, importan mas en razon á la influencia que parece tienen en el desenvolvimiento de la vida, y con especialidad del género humano, puesto que, fértiles de suyo, acumulados en ellos los restos elaborados de los anteriores, mezclados ademas sus elementos generadores, reúnen los elementos mas á propósito para que sea posible la acumulacion de los grandes grupos de nuestra especie.

LECCION DECIMASÉPTIMA.

Interesan los terrenos terciarios en el estudio de la Geología por la circunstancia de ser los mas próximos á la época cuaternaria en que vivimos; y los caracteres geognósticos de las rocas que los componen, los de los restos orgánicos que pueblan estas rocas, y el fluvial ó marino en que se subdividen, son modos preciosos de clasificación, y guías muy seguras para proceder con acierto á deslindar los elementos diferentes que los componen.

Reconocimos como uno de los primeros rasgos de estos terrenos la alternativa de varios depósitos de origen marino y de agua dulce, que prueban la existencia de grandes lagos y corrientes de agua dulce, y que habia ya continentes estensos fuera del mar, en los que vivian y se alimentaban los seres cuyos restos arrastraban las aguas á los golfos que penetraban en estos continentes; y si este carácter es tan marcado, no lo es menos el desenvuelto por la creación orgánica, ya sea

atendiendo al número, ya á su variedad, y sobre todo á su analogía con los que viven actualmente; y tanto, que ya estaban separados los tipos que hoy vemos, y con el enlace de vivir, morir y sucederse unos á otros los seres vivientes, esparcidas en ellos las cualidades que, reunidas mas tarde, han constituido los seres mas perfectos. Esta multiplicidad de formas no lo es únicamente en la organizacion; y los depósitos terciarios, si bien nacidos todos de un mismo tronco, sufren modificaciones, y los distingue un mayor carácter de volubilidad en iguales épocas geológicas; hecho que ha ido creciendo desde el depósito de los primeros terrenos de origen mecánico, que se complica á medida que suben en la serie, y consecuencia necesaria del influjo de las causas secundarias y locales que han podido influir cuando las generales no poseen la energía que en los primeros dias de la vida del globo, y solo en accesos cada vez mas distantes unos de otros.

Reune esta formacion el hecho importante de ser el punto de partida de la época actual, en la que nos llegó á nosotros el momento, y á los animales y vegetales que viven hoy, de aparecer en la cadena de la vida; y con esto empieza la época cuaternaria con sus aluviones y demas fenómenos que le son propios.

Terreno aluvial.

Comprende estos terrenos el aluvial, ligado de tal modo al suelo terciario por tantas relaciones botánicas, zoológicas y geológicas, que es muy difícil en muchos casos separarlos con facilidad, ni dejar de confundir las arenas terciarias con los aluviones arenáceos, especialmente si los primeros no han sufrido trastornos que sirvan de guía en esta cuestion; y aun la division

que se admite en geología de aluvion antiguo y moderno, es á veces muy difícil y aventurado separar.

Ademas, al llamar ciertos depósitos aluviales con el nombre *diluvium*, se comete un error y de trascendencia, porque supone una especie de coincidencia y de analogía con los diluvios recordados en la memoria de los hombres; y al confundir épocas tan diferentes pueden causarse aún mayores dificultades, porque el rasgo principal de las ciencias debe ser la exactitud en las ideas fundamentales.

Asi, pues, debe entenderse que bajo este aspecto han existido gran porcion de diluvios mas ó menos parciales ó generales, y acaecidos en intérvalos de tiempo muy diferentes; y todos los depósitos arenáceos son procedentes de diluvios, y entre los antiguos y los de Moisés, Ogiges, Deucalion, &c., precisamente deben haber mediado millares de años.

Los depósitos de los aluviones antiguos se ligan á los terrenos terciarios cuando se han verificado bajo unas mismas aguas, y el relleno de ciertas cavernas osíferas, la produccion de algunas turberas y traberinos, y de ciertos minerales de hierro y tierras vegetales, dunas, &c., pueden muy bien haber tenido lugar en tierras emergentes durante el periodo terciario. Por otro lado, en los golfos y bajo los mares vecinos á las islas ó á los continentes, los sedimentos de aluvion pueden haber formado serie en prolongacion del suelo terciario, si no se han verificado trastornos ni cambios en estas localidades en los tiempos que han mediado entre sus depósitos; pero si hubiesen ocurrido habrá discordancia en la estratificacion, y los aluviones ocuparán los niveles inferiores respecto á los depósitos terciarios, cuando por ejemplo haya tenido lugar la emersion de una tierra submarina, ó bien si se ha desaguado un lago interior.

Los aluviones antiguos tienen mayor estension y

potencia que los modernos, suben á mayores elevaciones, parecen anteriores á la abertura de ciertos valles, y están compuestos de fragmentos de rocas que no se hallan en el pais. Sobre todo se conocen los aluviones antiguos en que cubren grandes extensiones de terreno, y los fondos de los valles y las alturas, de trozos de rocas estrañas á los terrenos en que se hallan, y su formacion se debe sin duda al levantamiento de alguna cadena de montañas, con la cual estará en relacion precisamente, y cuyas erosiones habrán producido movimientos de grandes masas de agua ó *diluvium*, oscilaciones de los mares inmediatos y trastornos inmensos.

En los modernos solo hay que estudiar la accion y los efectos de las corrientes de agua, sea como destructoras ó como fuerzas motoras, y los desagües de los lagos; y tambien, aunque rara vez, los volcanes han producido movimientos que representan en pequeño los que las montañas han causado en los aluviones antiguos.

Los depósitos superficiales de turba son tambien fragmentos de las montañas, tierra vegetal, &c., y es muy difícil clasificarlos, para lo cual es indispensable valerse de los fósiles y de los huesos que se hallan en ellos.

La estratificacion de estos terrenos es indistinta, en cuyo caso son horizontales y muy poco inclinados; sin embargo, en algunos casos están fuertemente inclinados.

Componen estos depósitos varios otros muy diferentes, y determinados por circunstancias especiales, y son: 1.º Arenas y cascajo. 2.º Fragmentos en los valles de las montañas. 3.º Rocas errantes. 4.º Loes ó lehem. 5.º Depósitos margos-calizos. 6.º Calizo mediterráneo. 7.º Brechas huesosas. 8.º Cavernas osíferas. 9.º Depósitos ferríferos. 10. Turberas. 11. Otros depósitos.

Las arenas y el cascajo ó cantos rodados constitu-

yen casi la totalidad de los aluviones antiguos, y varían su naturaleza segun sea la de las rocas y montañas de que procedan. Porque compuesta la superficie del globo de asperezas, debidas á las rocas primitivas cristalinas y macizos que las componen, es evidente que sus fragmentos y restos arrancados y llevados por las aguas, formarán las arenas, y de este modo los aluviones del valle del Rhin contienen cantos rodados de las rocas de los Alpes, los del Guadiana en Estremadura de las de los montes de Toledo, &c. Ademas de las arenas y cantos rodados contienen estos aluviones capas subordinadas de arcillas fangosas, margas bastas, areniscas y pudingas producidas por la reunion de estas, y por lo comun el cemento mas general es el agua cargada de óxido hidratado de hierro y de cal carbonatada.

Pero una de las circunstancias que mas califican estos depósitos, es sin duda la de contener minerales de metales preciosos, ó mas bien, la riqueza mineral que los acompaña; y en ellos se encuentra el oro, platino, estaño oxidado, hierro titanífero, diamante, záfiro, espinela, circon, &c., mezclados siempre con arena y cascajo mas ó menos grueso. Es de advertir que estos depósitos metálicos están asociados siempre con otros, y las arenas auríferas del Rhin lo están con los aluviones cuarcíferos y micáceos de este rio, ó bien con los de las rocas sieníticas y dioríticas en el Oural, y siempre con depósitos formados de fragmentos procedentes del suelo primitivo, ó de masas eruptivas y de origen evidentemente ígneo.

El platino con el osmio, el iridio y el palladio están en arenas alguna vez auríferas, mezcladas con el hierro titanífero, cobre piritoso y estaño oxidado á los aluviones de rocas cuarzosas procedentes de terrenos primitivos. Los diamantes se hallan en las arenas cuarzosas con la espinela, amatista, cimofana, y entre los fragmentos de los skistos cristalinos, talcosos ó micáceos.

Las arenas titaníferas se hallan en localidades en que abundan las sustancias sieníticas y dialógicas, y todas las rocas ígneas producen por su descomposición acarreos que contienen los minerales encerrados en su masa, y es bien claro el origen y el procedimiento por que han llegado á reunirse semejantes depósitos, puesto que se conoce ya que el criadero del oro y del platino está en las sienitas y serpentinas, así como el diamante se halla implantado en las masas ferríferas ó gemmíferas de los skistos talcosos.

De esta manera, y generadas todas estas masas en las rocas ígneas ó eruptivas, y en las vetas que las atraviesan, es muy natural que los trozos mas salientes y superficiales de estas hendiduras hayan recibido mayor porción de sustancias metálicas, una vez que en toda sublimación las porciones mas pronto enfriadas deben recibir mayor depósito, como se demuestra por el diferente tamaño de las pepitas de oro y platino, ya estén en aluviones, ya el diseminado en las rocas.

Espuesta luego la superficie de las porciones mas salientes á la acción de los agentes exteriores, y en una época marcada por el movimiento de grandes masas de agua, han debido ser arrancadas de su criadero y arrastradas con los restos de grandes mamíferos, haciendo una especie de apartado que haria el agua y depositaria despues á distancias diferentes, y en razon inversa de la magnitud y peso de la materia trasportada.

Ademas, estos depósitos aluviales presentan el hecho de no formar mantos ó capas continuas en un pais, y por el contrario se hallan á distintos niveles, ó como en pisos, formando especie de mesetas. Es de notar que los desagües sucesivos de los lagos y los cambios de sus diques han producido disminuciones considerables en su estension; y de aqui el haber lechos emergentes de cantos rodados y cascajo á diferentes nive-

les, y que es preciso no confundirlos con los anteriores de los aluviones antiguos.

Si las orillas del mar han sido levantadas en diferentes épocas, habrán necesariamente espuesto á la vista lechos de cascajo mezclados con conchas marinas, ó mas bien mesetas de aluviones marinos; fenómeno frecuente en las costas de la Gran Bretaña, que contienen huesos de cetáceos. Estos depósitos nunca pasan ciertos limites en su altura sobre el nivel del mar. En la Europa continental los aluviones antiguos quedan en las llanuras, y no trepan á los valles de las montañas, sino enlazándose con los fluviátiles, con los que se confunden, y jamás se hallan en la cúspide de las montañas; hecho que manifiesta el absurdo de fijar su origen en un diluvio universal que cubrió toda la tierra, para explicar los depósitos producidos por cataclismos particulares y correspondientes á épocas mucho mas antiguas que el diluvio de Noé (y aun de acuerdo con los geólogos bíblicos), anteriores á la aparición del hombre sobre la tierra.

Deben asimismo referirse á estos depósitos marinos de las orillas de mares antiguos: 1.º Las arcillas con bancos de ostras y esqueletos humanos que forman las bóvedas de San Miguel en Lherm, cerca de La-Rochelle. 2.º Algunos depósitos conchíferos, acompañados á veces de rocas cubiertas de lavas, en Suecia, y cuyas conchas subfósiles se hallan en los mares del norte á 200 pies, y 450 en Noruega sobre el nivel del mar; y Mr. Lyell ha probado que todo el litoral de la Escandinavia ha sufrido levantamientos locales, verificados á sacudidas y despues de la época aluvial antigua y de la dispersion de las rocas errantes; y Mr. Keel ha ligado este fenómeno con los frecuentes terremotos de la Escandinavia, cuyos pequeños accesos han producido levantamientos considerables; como se verifica en Chile tambien, cuyas costas se han levantado, y con ellas ban-

cos de conchas á 1500 pies de altura. 3.º Arcillas con ostras y otros fósiles conchíferos del Báltico, y en Schleswig y Holstein. 4.º Pertenece á esta formacion ciertas margas muy conchíferas fuertemente cementadas que se hallan en el Mediterráneo, y pobladas de conchas que han conservado sus colores, y que se hallan vivas en los mares actuales, y segun Mr. Deshayes llegan á 96 por 100 análogas vivas; y Mr. Marmara cree haber descubierto fragmentos de alfarería grosera en las arenas subfósiles de Cagliari en Sicilia. 5.º Tambien existen las mismas capas litorales en las costas del Brasil, Chile, Patagonia y en la Nueva-Holanda, y aun se hallan trozos de lithodomas en rocas de las orillas del mar á diferentes alturas en el Mediterráneo, y las mismas rocas presentan señales de erosiones y cavernas que ocupan un nivel mas elevado que el de los mares actuales.

Tan luego como se formó una montaña y empezó á sufrir la accion atmosférica, comenzarian á rellenarse sus valles con los fragmentos arrancados de las crestas mas elevadas, y segun la resistencia que opusiera la naturaleza de sus rocas; y por consecuencia la formacion de los depósitos de los valles data de la época de la emersion de cada seccion de los continentes actuales, y en los mas recientes los huesos de cuadrúpedos y los fragmentos de la industria humana indican con exactitud la época de su formacion.

El movimiento de las aguas, el de los lagos, el de los mares, son los datos que pueden conducir á resolver este problema, y sobre todo el de la degradacion de las montañas, con el cual se liga naturalmente; pero hasta de ahora no se ha establecido por medidas barométricas la pérdida de altura que ha sufrido un pico de montaña determinado en un tiempo tambien conocido.

En los depósitos de aluvion antiguo se hallan gran-

des fragmentos de rocas estrañas al lugar de su situacion, de formas angulosas, y las cuales no están en armonía en su peso y magnitud con las fuerzas actuales de trasporte, esto es, que ha desaparecido el vehículo que los ha trasportado. Esta circunstancia, y la de hallarse muy distantes de su criadero, hace conocer que son las pruebas de las grandes revoluciones que han trabajado ciertos distritos del globo.

Es preciso no confundir estas rocas con los fragmentos de granito que se hallan en los planos inclinados de las montañas del Harz, Bohemia, Moravia, Escocia y Pirineos, y en los cuales las rocas salientes se fracturan y ruedan por su peso á los valles en que se hallan.

En todas las cadenas de montañas de Estremadura el fraccionamiento de sus crestas formadas de cuarcitas ha producido depósitos en los flancos de trozos angulosos que no tienen época fija geológica, ó mas bien, componen una serie seguida desde su creacion hasta el dia de hoy.

Las rocas errantes están diseminadas en las llanuras, valles, flancos, y aun en las crestas de las montañas, y de tal modo agrupadas, que forman elipses alargadas, cuyo eje mayor se halla en la direccion de la fuerza impelente; abundan en la abertura de los valles y en los ensanches de estos, pero faltan en los desfiladeros, en los que naturalmente debió ser mayor la velocidad. Forman en su situacion series, ya hundidas en la tierra vegetal ó entre arena y cascajo, y á veces sobre turberas. Pertenecen á los skistos cristalinicos y rocas ígneas, como gneis, protoginas, granito, pórfidos, eufotida, calizos, cuarcitas, y siempre en cada pais están en relacion con la naturaleza de las cadenas de montañas de que se derivan. Su magnitud es muy variable, desde muchas toesas cúbicas á poco considerables, y en sus formas se nota que las mayo-

res están menos redondeadas, pudiendo compararse á grandes masas de lavas proyectadas por los volcanes, al paso que las pequeñas con el cascajo de los rios.

La elevación á que se hallan varía segun sea el nivel de que han partido y el del pais inmediato. En las montañas de la Suiza y de la Saboya están en grandes alturas, mientras que se hallan muy bajos en las llanuras de la Rusia, Alemania y de la Suecia.

Al hablar de las modificaciones de la superficie de la tierra, indicamos las causas que pueden haber producido este fenómeno, y todas ellas convencen el ánimo que, prescindiendo de algunos accidentes locales, la causa verdadera de las rocas errantes es el levantamiento de las montañas, que han producido movimientos de grandes masas de agua, cuya densidad, cargada de materias terrosas, ha podido, unida á la velocidad, compensar el peso excesivo de estas rocas; y es de advertir que en la Europa septentrional indican todos los datos un movimiento de trasporte de N. E. al S. O., esto es, de las montañas de la Finlandia y la Escandinavia á las llanuras del sur del Báltico y del mar de Alemania; y por esta razon, segun Mr. Kloden, el desagüe del mar del norte europeo y sus anejos puede haber complicado este trasporte, que es en mayor escala que el de los Alpes, y que empezó tal vez antes de la época terciaria.

En Inglaterra se nota igual fenómeno, y en los Estados-Unidos y en Chile; por manera que está suficientemente probada la existencia de grandes convulsiones en la costra de la tierra, que han motivado estos trasportes en direcciones fijas y determinadas.

El loës ó lohem es un depósito mas bien lacustre que fluviátil, y compuesto de arcilla margosa ó fangosa con concreciones ovoides de marga caliza endurecida, y con masas de arenas y cascajo en los lechos superior ó inferior de sus capas horizontales.

A este depósito se refieren las capas arenáceas con huesos de animales estinguidos y de conchas lacastres y terrestres de Suffolk, de Worcestshire; y el Loes es el criadero que contiene el mayor número de los huesos de mamíferos enterrados durante la época aluvial antigua: y aun en las mismas capas del lohem es en donde se han encontrado los huesos humanos de razas no europeas en Baden y en Krems en el Austria.

Durante la época aluvial antigua las fuerzas minerales han producido depósitos de travertinos ó tufos calizos, en los que se hallan envueltos huesos de cuadrúpedos que no viven ya en el país, y aun de especies perdidas y conchas lacastres y terrestres, con la circunstancia de ser de diferentes especies que las del país. Del mismo modo, alimentados los lagos de aguas aciduladas y cargadas de carbonato calizo, han producido depósitos margosos que alternan con la turba.

Los fósiles de estos depósitos son huesos de animales estinguidos, como de ciervo gigante, castor y planorba linneas, y chara ó plantas de marismas con sus gramas.

Las fuentes de aguas cargadas de carbonato calizo han cementado en todo el litoral del Mediterráneo y en las orillas marcadas con el sistema jurásico y cretáceo, las arenas y pudingas, y depositado además fango calizo en las hendiduras de las rocas, debido á una especie de lavado calizo ó al de aguas acídulas cargadas de ácido carbónico al pasar por las rocas calizas.

En la zona mediterránea el calizo es amarillo obscuro y mas ó menos arenáceo, y envuelve conchas marinas no petrificadas, y constituye el calizo mediterráneo de Mr. Risso.

Los terrenos terciarios de la Europa meridional han sufrido dislocaciones considerables, y que han producido grietas ó hendiduras mas ó menos estensas. Estos vacíos se han llenado despues con trozos calizos

reunidos por la infiltracion de las aguas caidas de la atmósfera y cargadas de ácido carbónico, disolviendo la cal y formando la gran cantidad de brecha negruzca y rojiza tinturada por el fango rojizo, propio del terreno calizo, como sucede en el Rosellon.

Es natural que hayan caido en estos vacíos durante su relleno los huesos de animales cuadrúpedos terrestres pertenecientes á las especies estinguidas ó vivas del pais; á veces las aguas han arrastrado los mismos huesos, y las brechas pasan á huesosas por estos dos caminos. Estas brechas se hallan á distancia mas ó menos considerable del mar; en el primer caso los restos orgánicos son enteramente terrestres, como helix y cuadrúpedos, carácter que presentan en Romagnano, en el Veronés, Aragon, y en el valle de Wellington en la Nueva-Holanda, en cuyas rocas se han encontrado entre los huesos marsupiales los de elefantes, animal que hoy no vive en aquel continente. En el caso de hallarse las brechas á la orilla del mar, ha sido posible la mezcla de restos marinos, como se verifica en Niza, Gibraltar, Cagliari, Sicilia, Trípoli, Siria, al paso que no hay animales marinos en Cetre, Antibas, Bastia, Córcega, Pisa, Cabo Palinuro, Dalmacia, islas Jónicas en Grecia, Bermudas, &c. En fin, los huesos encontrados en las brechas huesosas pertenecen á rumiantes, roedores; están calcinados, rotos y mas ó menos gastados, y aun en Dalmacia Mr. German cree haber encontrado huesos humanos en brechas, y aun un pedazo de vidrio ordinario.

Al hablar de los calizos de transicion reconocimos en ellos una tendencia á formar cavidades ó cavernas, y esta propension sigue en el jurásico, en el cretáceo y en el muschelkalk; y las masas de yeso ofrecen este carácter y cavernas sin salida.

En general puede admitirse que la forma, estension y aun existencia de las cavernas estarán en rela-

cion con la naturaleza de las rocas; y si bien los calizos son los mas propensos á este accidente, no por eso deja de haberlas en las lavas y en el basalto, en los skistos cristalinos de la Grecia, en los Pirineos y en el granito del Indostan. Por lo comun están situadas las cavernas en la separacion de los depósitos y de las capas, en los declives de las montañas, en el fondo de los valles, ó en los flancos de los barrancos profundos ó muy elevados sobre el lecho de los torrentes, ó á flor de agua de los rios.

La boca ó entrada de las cavernas es á veces una gran portada, otras una hendidura, y obstruida tambien por hundimientos é incrustaciones, y sus dimensiones y formas interiores varían en estension, y aun con figuras bizarras y caprichosas en ocasiones.

El interior generalmente está tapizado de estalactitas y de estalagmitas, especialmente en las calizas; las hay que presentan señales evidentes de hundimientos violentos y de surcos de corrientes de agua; otras presentan el pulimento debido al paso repetido de animales carnívoros, y en todas ellas hay depósitos compuestos de: 1.º Incrustaciones. 2.º Brecha caliza. 3.º Arcilla ocrosa roja. 4.º Tierra bituminífera. 5.º Cascajo y loes. 6.º Eflorescencias salinas.

La temperatura varía en razon de la media del pais y si hay cavernas secas; otras tienen depósitos de agua mas ó menos estensos, lagos, y aun algunas están atravesadas por arroyos, rios; y la hidrografía de las cavernas interesa, no solo por su disposicion particular, sino porque puede explicar su formacion en muchos casos.

Sirven de habitacion á muchos animales y plantas, y ciertas criptogamas y los *proteos anguinos* viven en las cavernas en que habitan los murciélagos y algunos carnívoros pequeños, y en América las culebras de cascabel, en la India las hienas.

Hay cavernas que no contienen restos orgánicos, al paso que otras abundan en huesos de géneros y especies estinguidas, de osos y hienas, mezclados con otros de especies vivas y conchas terrestres mezcladas al fango y cascajo que tapiza el suelo de las cavidades de las cavernas. Se han encontrado además en algunas, como en el Langüedoc y Bélgica, huesos humanos mezclados con otros de carnívoros, paquidermes, roedores y rumiantes, y con fragmentos de loza gruesa.

Para estudiar con fruto las cavernas debe atenderse á dos puntos capitales: 1.º La formación de las cavidades que las forman. 2.º Los depósitos que contienen. Su origen puede variar, y ser por hundimientos, encorvamiento ó pasos de la situación horizontal á la forma arqueada, y de todos el mas general son las hendiduras, ensanchadas despues por las aguas cargadas de ácido carbónico que disuelven la cal. Algunas cavernas tienen salida, otras no, las hay sin huesos de animales, mientras que algunas los tienen con abundancia.

Las que presentan esta última circunstancia contienen huesos de hienas, osos, y excrementos de hienas, hecho que ha dado lugar á Mr. Buckland á creer que los huesos contenidos en ellas han sido acumulados poco á poco por las hienas que arrastraban los animales que servian de pasto á su voracidad. En algunas no cabe duda estarían habitadas por las hienas, y habrán podido dejar sus esqueletos y excrementos mezclados con los restos de su apetito carnívoro; pero parece imposible que estos animales sean los autores de los museos zoológicos que encierran las cavernas.

En primer lugar hay muchas que no admiten la posibilidad de haber podido penetrar en ellas los grandes animales cuyos huesos encierran; y tienen las cavernas

formas tan irregulares y caprichosas, que es muy difícil puedan haber vivido en ellas las hienas cuyos huesos contienen; y todas estas consideraciones conducen al resultado que las generaciones de las hienas podrán haber vivido en algunas cavernas, pero la mayor parte han sido rellenas por corrientes de agua que llevaban conchas y huesos de animales y de la especie humana. En este concepto se dividen en dos clases:

1.^a Cavernas osíferas, que han sido pobladas de estos restos por corrientes de agua.

2.^a Cavernas que han servido de habitacion á los animales carnívoros, los que han mezclado sus esqueletos con los restos de su presa.

Después de estos acumulamientos, y por los dos medios indicados, pueden haber llegado los huesos de los conejos, zorras, topos, gallinas, &c. Algunas pueden haber sido habitadas por el hombre, y otras servido de sepultura ordinaria, ó accidental por consecuencia de venganzas, como en la isla de Sky en Escocia, en la cual fue ahogada la tribu de los Maccleods por medio de hogueras encendidas en la boca de la caverna á que se habian refugiado.

Se han encontrado huesos roídos y señalados de los dientes de las hienas, del mismo modo que ahora lo hacen estos carnívoros, y se hallan en las cavernas 23 especies diferentes de animales y 6 de carnívoros, 1 de osos, 1 de zorras, 4 paquidermes, 4 rumiantes, 1 buey, 4 roedores, 5 pájaros, y el tigre de las cavernas es mayor que los mas corpulentos de Bengala. Finalmente, en algunas se hallan medallas y figurillas romanas y fragmentos de loza antigua; y estos accidentes, y los de contener depósitos fangosos y con fragmentos angulosos ó rodados y cascajo, indican las corrientes ó no del agua, y el origen del depósito de los huesos que encierran.

En la época de los aluviones, como en la de la

arenisca verde, las fuentes minerales han depositado pisolitas ferríferas; y arcillas amarillas, pardas y rojas, mas ó menos cargadas de óxidos de hierro, ocupan las cavidades ó embudos que abundan en la formación jurásica y cretácea del Mediterráneo; y esta capa de arcilla impide la filtración de las aguas, y da lugar á fertilizar estos terrenos.

Turberas.

Componen las turberas alternados de lechos de arcillas, cascajo, arenas y lignites compacto ó friable con piritas, y alguna rara vez con leños atravesados de lithodomos, y pueden mirarse en general como formados por sustancias vegetales, alternando otros producidos por acarreos de rios ó arroyos y depositados en bajos fondos.

La edad se determina por las capas sobre que reposa; las hay sobre tufos calizos con huesos de animales estinguidos; otras con restos de mamíferos perdidos ó vivos, y otras que contienen maderas de sauce, nogal, como en Saint-Germain, cerca de Beauvais. Cuando se han formado próximas al mar puede éste haber roto mas tarde el dique que lo separaba, y cambiar su formación en submarina, de cuya coincidencia hay ejemplares en las costas de Inglaterra, en el canal de la Mancha y en el Báltico, y compuestas de troncos de árboles trastornados cuyas especies viven aún en el país, pero que se hallan lejos y en el interior; prueba evidente que han cambiado las circunstancias locales. En estas turbas se encuentran granos y piñas, conchas terrestres ó lacastres y huesos de mamíferos terrestres, especialmente de rumiantes.

Durante este periodo aluvial antiguo se habrán

formado bancos de arena y pólipos, cuya clasificacion es difícil porque carece de fósiles, ó si los tiene son de poca utilidad para este fin.

En la zona boreal los hielos alternan con las capas de fango, fragmentos de rocas, y envuelven animales perdidos, como elefantes, mammoth, y algunos conservados hasta con la carne y la piel.

Terreno de aluvion moderno.

Estos, como los antiguos, están formados de depósitos terrestres, marinos, lacustres, fluviátiles.

Los terrestres se dividen en: 1.º Productos químicos y mecánicos del reino inorgánico. 2.º Productos de la vegetacion y de la vida animal.

Las olas del mar y las corrientes acumulan en sus orillas sustancias arenáceas, fango, vegetales y animales, y reunidos por los vientos forman las dunas, cuya movilidad disminuye á medida que las plantas gramíneas cubren su superficie, forman montecillos, y su distribucion está en armonía con la direccion de los vientos reinantes.

En la Europa meridional está la arena mezclada con la sal, y en el litoral oceánico se hallan granas de América, y en Edimburgo se conserva una canoa de los Esquimales traída á las costas de Escocia por la gran corriente ecuatorial.

En algunas localidades se aglutina la arena por la cal, y forma calizos y pudingas y con huesos humanos, como se ve en la isla de Guadalupe; y en los países cálidos, en Canarias, Bermudas, toma el carácter oolítico. El calórico influye poderosamente en la formacion de los calizos, y es mas cristalino en los cálidos y ecuatoriales que en las zonas templadas bo-

reales. En la misma zona cálida los zoófitos forman las islas de pólipos, como las Maldivas y las Bermudas, en cuya formación los vientos y las corrientes tienen mucha parte.

Los lithodomos agujerean las rocas; y este dato puede ser de mucha utilidad, como en el templo de Serapis, para conocer las alteraciones y movimientos de las costas.

Todas las corrientes de agua y los grandes rios arrastran con sus aguas fango, cascajo y sustancias vegetales y animales, que depositan en su desembocadura, y forman bancos, deltas, islas, como lo hacen el Po, Rhin, Nilo, Ebro, Amazonas, Misuri, Misisipí, y las inundaciones contribuyen tambien á este mismo resultado; y cuando los rios se pierden debajo de tierra, como el Ródano y el Guadiana, deben formar tambien en las cavidades que recorren iguales ó semejantes depósitos.

En los lagos concurren estas circunstancias de acumular cascajo y lechos de los mismos fragmentos, y luego quedan á descubierto al desaguar por cualquier accidente. Las fuentes de aguas cargadas de sales producen depósitos: 1.º Travertino, tufo calizo ó falso alabastro, y es fluvial ó lacustre; si la fuente afluye á un lago, los lechos son horizontales. 2.º Pisolitas producidas por fuentes incrustantes, y por consiguiente de ácido carbónico que levanta los granos de arena y que se cubren de calizo. 3.º Estalactitas, aragonitos, limonitos, hierro hidratado limonoso, sulfato de sosa.

Ademas, en la superficie de la tierra se halla salitre, sulfato de magnesia, sulfato de amoniaco, cloruro sódico.

El calor influye poderosamente en la formación de los salinos, y es mas cristalino en los cálidos y evaporables que en las zonas templadas por

Turberas modernas.

Se dividen las turberas de esta época: 1.º Turberas marinas. 2.º De pantanos. 3.º De bosques, compuestas de restos vegetales. 4.º De montañas. 5.º Limonosas ó fangosas, que están formadas de sustancias carbonosas arrastradas por las aguas.

En las turberas de los bosques se encuentran árboles á medio cortar por el hombre, y en las pantanosas conchas lacustres y terrestres, huesos de animales y de hombres, y en la Irlanda se ha encontrado un cadáver vestido á la romana; pero sobre todo son mas abundantes los huesos del ciervo gigante.

La tierra vegetal, en fin, es el manto que cubre el todo de la tierra, y su formacion es muy lenta, y debe estudiarse su color, peso específico y demas caracteres, para determinar, si fuera posible, la cantidad formada anualmente ó en un siglo, con las circunstancias que se apreciarian en el mismo cálculo. Tomados en grupo los terrenos de aluvion, pueden mirarse como un conjunto de fragmentos de rocas anteriores, y debidos á la accion de causas poderosas que terminaron sus efectos, que han sido grandes y muy eficaces, y los modernos ú otros que continúen tal vez trabajando la superficie de la tierra.

Los aluviones antiguos, mal llamados diluvium, corresponden á la época conocida por Mr. Lyell con el nombre nuevo pliocene, y contienen la serie de loes y cantidades inmensas de cuadrúpedos, con especialidad elefantes, rinocerontes, y entre ellos ocho especies de mastodonte, parecido al elefante.

En la América del norte, en las vertientes de los montes Apalachanos cerca del Ohio, en Big-bonehik, y en el rio Hudson, tambien se ha hallado el mastodon-

te, elefante, rinoceronte, caballo, buey, y el megaterio que pertenece á la familia de los perezosos.

Este animal se ha encontrado en América; y un esqueleto enteramente completo que posee el Museo de Madrid, tiene las dimensiones del rinoceronte, y cubierto de cotas como el armadillo; vivia de raices, para lo que se valia de sus enormes uñas, y de una pequeña trompa que terminaba su hocico. Este esqueleto fue hallado en las orillas del rio Lujan en Buenos-Aires en un depósito de arena, y traído á España por el célebre D. Antonio Ulloa. En el norte de América se han encontrado huesos de estos animales, pero del tamaño del buey, y que se conocen por megalonix.

Estos restos, los de las cavernas, y los fragmentos rodados de las rocas y el cascajo que cubren los valles, prueban que la tierra sufrió en esta época grandes revoluciones y trastornos; que grandes masas de agua han mudado su asiento y situacion, y que al verificarlo mutilaron los continentes, y extinguieron géneros y especies de los grandes animales que poblaban la tierra. En fin, el estudio de los aluviones, sea los antiguos ó bien los modernos, es de suma importancia en la teoría y en la aplicacion de la Geología, puesto que por ellos pueden conocerse las últimas fases por que han pasado nuestros continentes, los mares, los lagos que han existido: aplicando estos datos con criterio á los terrenos antiguos, podrá encontrarse la esplicacion natural de los terrenos anteriores.

LECCION DECIMOCTAVA.

Las circunstancias especiales que presentan los terrenos de aluvion antiguos y modernos, demuestran de una manera indudable la importancia de su época geológica en la vida de la tierra, pues si bien en los anteriores cambia la condicion de su ser y estar, en estos últimos se enlaza con la vida actual, con los seres, y con todos los elementos actuales de existencia orgánica é inorgánica.

Su carácter vital de transporte, y la necesidad consiguiente de existir continentes, islas, mares, rios, los determinan, y mas todavía la existencia de seres que vivian unos á espensas de otros, como si fueran el laboratorio en que se elaborasen los elementos alimenticios necesarios á la vida y al desarrollo de los mas perfectos. En fin, con estos terrenos ha concluido la serie no interrumpida de depósitos de origen mecánico, que empezó en la grawaka, y que forma la epidermis de la tierra.

Pero ademas de estos terrenos de origen mecánico

y debidos á los agentes exteriores, y durante su formacion y depósito, la parte fluida de la tierra ha continuado su accion sobre la sólida con intensidad diferente en las distintas épocas de la tierra y sus productos inyectados, y que se han abierto paso al través de la costra de origen mecánico; alternan con estos depósitos, y constituyen la serie de terrenos plutonianos de origen volcánico.

Tan luego como se solidificó la superficie del globo, empezó esta capa exterior á sufrir la accion de la masa interior ó fluida, y á estravasarse, produciendo deyecciones mas ó menos importantes, repetidas ó intensas segun la época en que se verificaron.

Esta accion de la masa interior sobre la exterior de un planeta se llama accion volcánica, y se conoce por poder ó accion volcánica la que ejerce la masa aún fluida de la tierra sobre la corteza oxidada y ya solidificada que la cubre.

Bajo este punto de vista, segun Buch, un volcan es el canal aún permanente, ó la comunicacion entre el interior y el exterior de la tierra. Humbolt añade que es su accion intermitente, formulada en accesos mas ó menos distantes unos de otros; y se concibe facilmente que debieron ser mas frecuentes y numerosos los volcanes en las primeras edades del globo, que ahora cuando han trascurrido espacios tan considerables de tiempo, y como lo prueban los muchos volcanes apagados; y que aún no han cesado estos efectos y la accion del interior, se traduce y con vigor en los volcanes que conocemos en actividad y con todo el poder de sus efectos ígneos.

Se dividen en tres clases:

1.^a Permanentes ó en actividad.

2.^a Efímeros ó variables.

3.^a Apagados.

El número de volcanes ha variado con el tiempo,

y se cuentan muchos apagados y cuya época de actividad no se recuerda en la memoria de los hombres, al paso que hay otros que continúan sus accesos desde tiempo inmemorial. En el día, según Mr. Arago, había en 1827 ciento sesenta y tres en actividad en el mundo conocido; mas antes de examinarlos debemos formar idea de los fenómenos que acompañan á la vida de los volcanes.

Se llama así á las montañas mas ó menos elevadas que constantemente ó en accesos arrojan de su seno, sea por la cúspide ó por aberturas laterales, corrientes de sustancias fluidas, como metal fundido, y que causan los estragos consiguientes, á que acompañan temblores de tierra, lluvia de cenizas, &c.

El Etna ocupa un lugar preferente entre los volcanes que se conocen por su constancia de acción y por los sucesos que ha producido. Conocido de tiempo inmemorial y anterior á Homero, que le llama la columna del cielo y el asiento de los cíclopes, tiene, según Herschell, 3314 metros de elevación, y lo forma una montaña de áspera subida, terminada por una chimenea que da paso á los vapores que arroja el volcan, y que medida por el descenso de una piedra tiene, según Elie-Beaumont, 450 metros de profundidad. El Vesubio dormía ó reposaba; y en tiempo de la república romana no había memoria en los hombres de haber entrado en actividad, y tenía la forma y la elevación que indica aún la *somma* prolongada á la cúspide de la montaña ó al cono superior; y en el reinado de Tito y en el año 79 de la era cristiana sacudió su letargo, entró en actividad, arrojó toda la parte superior, y cubrió á Pompeya con sus cenizas. Desde aquella época continúa en periodos intermitentes arrojando lavas y otras sustancias volcánicas; su elevación es de 1152 metros, y la *somma* de 636. El volcan de Stromboli tiene 662 metros de elevación, y la singularidad

de producir bombas de luz cada minuto; está en actividad desde antes de la era cristiana. Las luces que arroja cambian con el viento, y son menores cuando reina el N., y fuertes, intensas si sopla el E. S. E. ó Siroco; fenómeno que se esplica muy bien por la menor presion del viento: es una especie de barómetro.

Pero no solo la Italia es la patria de los volcanes: en Europa, en Islandia, en América, en los Andes y Méjico, y en las islas de Sandwich, existen estos fenómenos aun con mayor poderío; prueba segura que la accion interior se ejerce en todas partes del globo, y con mas ó menos efectos. La elevacion de los volcanes conocidos es:

Chimborazo.	6850 metros.
Antisana.	5833
Cotopaxi.	5753
Pico de Tenerife.	3710
Etna.	3314
Quito.	2908
Isla de Borbon.	2479
Vesubio.	1152

Los volcanes producen una serie de fenómenos que se llaman erupciones, y compuestos:

- 1.º Ruidos subterráneos.
- 2.º Temblores de tierra.
- 3.º Vapores acompañados de descargas eléctricas, y sus productos son: 1.º Gaseosos. 2.º Líquidos. 3.º Pierrosos.

El primero comprende el agua en vapor, hidrógeno puro y sulfurado, azoe, azufre, cloro al estado de ácido muriático, ácido carbónico, ácido bórico, arsénico, hierro, oligisto, muriato de hierro, sales de cobre, cromo, estaño, cobalto, manganeso.

El segundo está formado por las lavas, que se diferencian en la forma.

Acompañan siempre á las erupciones volcánicas ruidos subterráneos parecidos al que hiciera un carro cargado de piedras, y movimientos de la costra terrestre conocidos por temblores de tierra, que pueden ser horizontales, verticales, ó mistos ondulados.

Los primeros son los menos peligrosos; pero sean de cualquiera especie imprimen tanto terror en todos los animales, y aun en el hombre, que todos olvidan sus inclinaciones y costumbres mas pronunciadas, y en estos momentos supremos se han visto los animales mas feroces asociados con aquellos que son su presa habitual, y anonadados todos por el peligro comun. El instinto es tal, y tan grande la impresion que ejercen estos fenómenos en su moral, que todos los perciben desde luego; los perros ladran de un modo particular, indicando el peligro; el caballo, el buey, las aves, todos los seres espresan con gritos y en su idioma la sensacion de un riesgo que es comun á todo lo creado.

La primera impresion en el hombre es salir apresuradamente de los edificios para situarse al aire libre; y asombrado con el peligro, rodeado de la muerte en todas partes, sin suelo que lo sostenga ni cielo que lo cubra, átomo imperceptible en esta lucha de los elementos, si por fortuna salva su existencia en medio de tanta catástrofe, un impulso, nacido del fondo de su alma, le lleva, tan luego como puede ser dueño de su entendimiento, á dirigir todos sus votos, á implorar del supremo Hacedor el remedio de sus peligros y de los males que le rodean, y los sentimientos religiosos son su esperanza, su consuelo, y el bálsamo que, si no puede curar al pronto, dulcifica al menos las desventuras consiguientes á estas grandes revoluciones de la tierra, que todo lo llevan delante de sí, al hombre y sus obras, á los seres y hasta sus recuerdos.

Los temblores de tierra se prolongan á distancias

considerables: el de Lisboa corrió la Europa, el Asia y la América, y los hay que son periódicos, como en Granada, Italia y en Concepcion de Chile. El Vesubio en su estado habitual arroja una columna de vapores blancos, y cuando empieza la erupcion se anuncia por grandes detonaciones, arroja inmediatamente mucha cantidad de gases, y forma á la manera de grandes esferas de vapores, que despues se estienden en forma de paraguas.

Tambien arrojan los volcanes grandes cantidades de agua, procedentes sin duda de la atmósfera, y cenizas que suelen lanzarlas muy lejos, y en el Etna han llegado hasta Constañtinopla. De todas las lluvias de cenizas, la mayor se verificó el año 79 de la era cristiana en el reinado de Tito; el Vesubio, que hasta entonces habia permanecido en reposo de tiempo inmemorial, se agitó de repente, y comenzó por arrojar la cúspide ó parte superior, que estaba compuesta de aglomerados de escorias y cenizas, rebajando su elevacion hasta la altura de la somma, y cuya masa de cenizas cubrió á Pompeya con una de 15 á 20 pies, y luego el Herculano con otra de á 9. Las deyecciones posteriores del Vesubio han elevado otra vez su altura como ahora se halla: por manera que puede decirse se ha elevado el volcan con las materias arrojadas de su seno en 1762 años 490 metros, y puede concluirse que las cenizas de los volcanes no son otra cosa que la masa de tierras que se hallan á su paso, y las lavas solidificadas en el cráter, que arroja pulverizadas á distancias muy considerables.

Las lavas son unas sustancias líquidas, que saliendo del cráter del volcan rebosan de su boca, y descienden por su peso y fluidez en una direccion determinada por la inclinacion y obstáculos que encuentran.

No siempre los volcanes abren su cráter en la cúspide de las montañas; á veces son laterales y forman los

volcanes parásitos: pero sea esta ó aquella la situación, las lavas rebosan en virtud de la presión interior, y descienden luego por su peso, avanzando lentamente y rellenando los bajos; y saltando por cima de los diques que se les oponen, se pliegan, los rodean, y terminan al fin por engullirlos en su masa; y bajo este punto de vista puede considerarse que las lavas avanzan á la manera de serpientes, y debe considerarse en ellas:

1.º Movimiento ó velocidad.

2.º Resfrío.

3.º Forma.

4.º Naturaleza.

El movimiento depende de la elevación de que parten las lavas: la del volcan de Jorullo es de 2277 metros, la del Etna 2000; y este dato enlazado con la inclinación de la pendiente de la montaña, circunstancia que influye poderosamente en el resfrío y en sus formas.

Presentan las lavas muchas irregularidades en sus formas, y dependen: 1.º De la manera de hacerse el resfrío. 2.º De los gases que exhalan. Cuando el resfrío es lento se generan en las lavas del Vesubio cristales de anfigena y en masa compacta; mientras si es repentino y se alteran por la velocidad del descenso, forman masas globulosas entrelazadas y con cristales microscópicos.

Como las lavas descienden siempre por los planos inclinados de las montañas, adquieren por el resfrío la forma de bolas entrelazadas, que se comprimen despues, y que trasportan las escorias y cenizas delante de su masa. Sucede ademas con mucha frecuencia, que se solidifica la superficie y continúa en correr líquida en el centro, á la manera de un conducto de agua; hecho que dió lugar en una erupción del Etna á cuestiones entre dos pueblos, porque los vecinos de aquel en cuya dirección corria rompieron la envuelta solidificada, y la

lava marchó en otra diferente que perjudicaba á las propiedades de otra poblacion, y cuyos vecinos reclamaron de la autoridad judicial, que decidió en justicia continuara la corriente en su primitiva direccion, y que sufrieran los primeros los efectos consiguientes á su situacion y al destino. En general la forma y la estructura de las lavas están en relacion con su resfrío.

Algunas veces están compuestos los volcanes de pequeños conos situados en líneas paralelas, y en Quito, en los Andes existen 8 conos, en los que se suceden alternativamente las erupciones.

Los productos volcánicos son muy diferentes en su composicion, y forman la serie: 1.º Lavas á base de feldspato labrador. 2.º A base de piroxena. 3.º A base de anfigena. 4.º A base de feldspato orthose.

1.º Los productos del Etna y de Stromboly son pasta de feldspato labrador con partículas de piroxena, cristales de labrador y de hierro titanífero, y jamás presentan la obsidiana ni la piedra pomez.

2.º La piroxena es característica en estas lavas; entra en su composicion mucho hierro hasta 50 por 100, y contiene tambien cristales de feldspato; se cree sea una mezcla de labrador y piroxena con hierro titanífero. En las lavas de Lanzarote tiene ademas peridoto; las del Vesubio están compuestas de piroxena y anfigena, pero siempre sin obsidiana ni pomez.

3.º Las de feldspato orthose son pasta de este mineral con cristales del mismo; carece de albita; el hierro titanífero es raro; no asi la piroxena y el anfíbol, que abundan en cristales.

Las escorias forman las cenizas, sea cualquiera su magnitud.

El trapp lo constituyen las cenizas arrastradas por corrientes de agua, y la puzolana está formada por las escorias descompuestas.

La sílice influye mucho en la naturaleza de los

productos volcánicos; así la piroxena del Vesubio está menos siliciatada que el fedspato, éste menos que la pomez.

Estos mismos productos volcánicos han variado en las diferentes épocas de la vida de la tierra, y para conocerlos es preciso examinarlos, y su composición y la edad en que han aparecido y entrado á concurrir con los demas depósitos á formar la costra de la tierra.

Lavas.

—

Son piroxénicas, feldspáticas, anfigénicas, lithoideas, vitriosas, semi-vítreas y de pomez.

Basálticas.

—

Doleritas se presentan en coladas, sea en los volcanes modernos en actividad ó en los apagados, en culotes, vetas, capas, alternando con las del carbon, ó con los skistos cristalinos, granitos y sienitas. Las doleritas son feldspáticas en los terrenos secundarios, y contienen algunas porciones amigdaloides con hoquedades y tapizadas de cristales.

Los basaltos forman vetas en todos los terrenos: pero sus mayores erupciones ó accesos han tenido lugar en la época terciaria; algunas masas pequeñas aparecieron en la de la arenisca abigarrada ó roja, y tambien forma culotes en el sistema jurásico y en el lias.

Los de la época terciaria están en capas ó coladas mutiladas y de cráteres; unas veces forman islotes ó masas, y otras han rebosado por grandes hendiduras, formando verdaderos hongos de lavas.

En el suelo terciario y aluvial los basaltos han corrido repetidas veces sobre sedimentos no acabados de consolidar, como lo prueban las capas alternadas con los basaltos.

Los grandes depósitos basálticos mutilados se derivan todos de un focus central de donde han partido; otras veces la situación de las antiguas coladas está marcada por series de conos alargados, tanto mas pequeños cuanto mas lejanos se hallen del centro volcánico, y aun se hallan en las cimas ó mesetas de colinas separadas por valles de denudacion; otras veces forman enormes fragmentos de lavas antiguas en la pendiente de las montañas y de formas paralelepípedas aplastadas, y siempre en la terminacion de las lavas basálticas se hallan fuentes alimentadas por la filtracion de las aguas en su masa, porosa en demasía.

Los basaltos recientes se distinguen en ser feldspáticos ó piroxénicos, y están caracterizados por el oligisto, sobre todo si están sobre un suelo granítico, en cuyo caso envuelven bolas y fragmentos de granitos.

Tambien hay brechas basálticas en Wutemberg y en Baviera en el sistema jurásico, y son rocas que contienen fragmentos del trias y de skistos primitivos, que indican el enlace del suelo antiguo de la Selva Negra con el de la Bohemia.

Las vetas ó filones basálticos penetran las masas estratificadas en todas las direcciones é inclinaciones posibles desde la horizontal á la vertical; se intercalan á veces entre las capas, se subdividen y describen curvas y ondulaciones en zig-zag.

Su direccion es á veces constante, otras no; y estudiadas con inteligencia, se percibe que todas las vetas de un distrito se derivan y parten de un centro comun ó gran focus, al que están ligadas algunas veces por líneas continuas de comunicacion; contienen como todas las vetas metálicas fragmentos de las ro-

cas adyacentes; y en fin, el basalto presenta su masa en glóbulos y prismas horizontales, y si la erosion ó la accion atmosférica ha destruido la masa de los terrenos que le envolvian, aparece bajo la forma de diques.

El efecto de los basaltos sobre las rocas inmediatas varía segun su naturaleza, la arenisca se cambia en jaspoidea, la hornaguera en antracita, los calizos en mármol sacaroideo, &c.

Trapp.

La roca llamada trapp es una dolerita muy feldspática, y por lo comun descompuesta; está en masas, vetas, vetas-capas en el terreno de la grawaka, calizo carbonífero y en las capas del carbon. Tal es el toadstone ó trapp amigdaloido en vetas-capas del Dervishire en Inglaterra. En la seccion central de estos terrenos es donde se presenta la estructura granitoidea mas decidida, y son anfibólicas, micáceas, piroxénicas, y muy rara vez granatiformes y epidóticas.

Al rededor de estas montañas y en sus flancos se hallan las erupciones mas recientes, ya sea en coladas ya en culotes. En Kamtschatka, Kennity y Méjico ciertos pórfidos traquíticos han pasado al estado sólido repentinamente, sea por el contacto del agua ó por su naturaleza particular, y han formado las perlitas. En otras partes la obsidiana aparece en coladas, como en la isla de Lipari; algunas porciones de estas masas, con especialidad las superiores, pasan á verdaderas pomez; en fin, el Kamtschatka es célebre por sus traquitas vitriosas, y parece abundan tambien en el gran distrito volcánico de la América occidental sobre el rio Colombia.

Pomez.

Estas rocas son masas feldspáticas volcánicas y de forma vitriosa, llenas de ampollas, debidas á la emision de grandes cantidades de gases, con cuya esplosion la masa en fusion ha sido hinchada y lanzada fuera del seno de la tierra. El último periodo de los volcanes en actividad se marca algunas veces en ciertos paises con erupciones semejantes; y este efecto se ha verificado en las épocas aluvial antigua y terciaria. Si la pomez ha caido en el agua salada ó dulce, ha sido depositada en su fondo y removida por el elemento acuoso; y este es el origen de los inmensos depósitos de aglomerados de pomez, de trapp y de pomez triturado, que contienen los macizos traquíticos, ó que alternan con las rocas aluviales y terciarias. Las orillas del Rhin, la Hungría, Transilvania y la Italia tienen depósitos de esta especie, y en ellos abundan maderas opalizadas, siliciosas, impresiones de hojas de árboles, y á veces conchas marinas.

Rara vez se halla la boca ó cráter que ha vomitado la pomez antigua nacida de la traquita ó del suelo secundario ó terciario; pero el cráter lago de Sta. Ana en Transilvania es uno de los ejemplos mas caracterizados, puesto que no muy distante y en el monte Rudoshegy existe en la traquita una hendidura ó solfatarra de la que se exhalan vapores sulfurosos y de temperatura elevada.

A veces las traquitas envuelven fragmentos de otras mas antiguas, formando brechas traquíticas, como las sienitas y las dioritas; pero deben distinguirse estas de los aglomerados; de los que se diferencian mucho. Los aglomerados son capas neptonianas for-

masas de traquitas acumuladas por las aguas de los torrentes y por las eyecciones volcánicas alrededor de los islotes traquíticos. En algunas ocasiones estos aglomerados forman depósitos enormes que cubren montañas de traquitas hasta una elevación considerable; y de aquí puede creerse que ciertos aglomerados mezclados de pomez, como algunos piperinos, no son otra cosa que restos de traquitas arrastrados al mar ó á los lagos por torrentes producidos por las grandes lluvias; y estas corrientes fangosas las vemos actualmente, y tienen semejante origen, que es bien natural y sencillo.

También hay aglomerados feldspáticos, que son en realidad masas de polvo feldspático, y pueden mirarse como el contrapeso de los litomargas en los depósitos porfíricos secundarios, y que los forman sedimentos de las aguas enturbiadas por erupciones submarinas, ó por la caída de sustancias volcánicas muy diminutas.

Cuando los aglomerados traquíticos están atravesados por vapores sulfurosos, se forman las alunitas, como se verifica en las solfataras, y las aguas thermales cargadas de sílice en disolución depositan el cuarzo resinete, y nectico y pulverulento, y producen los porfidos molares. Sin embargo, debe cuidarse de no confundir algunos aglomerados reagregados con los verdaderos de erupción, y los cristales imperfectos y rotos y la estructura fragmentaria bien estudiada los separa con claridad.

Las erupciones traquíticas han empezado mas pronto de lo que parece á primera vista: y si bien su mayor masa parece haber rebosado durante la época terciaria, media y reciente, hay traquitas que han aparecido antes del fin del depósito de la creta, ó al menos inmediatamente despues; y esta circunstancia hace ver que no está fuera de ley la opinion de ser meta-

líferas las traquitas, puesto que siendo algunas coexistentes con los pórfidos piroxénicos, pudiendo haber sido actuadas en terrenos metalíferos de feldspato por fuegos subterráneos, nada tiene de extraño que el oro, las piritas, &c., se hayan introducido en las traquitas ó en sus aglomerados inmediatamente colocados sobre ó inmediato á sus masas.

Y tomado el carácter general de las rocas ó productos volcánicos, podemos decir que la serie de las rocas ígneas antiguas está caracterizada por la anfigena; y de esta especie son las que se hallan en las inmediaciones de Roma procedentes de antiguas erupciones, que se han extendido y cubierto casi todo el suelo de la Italia, y compuestas de una masa litoidea, con cristales de piroxena y de anfigena, con feldspato alguna vez, y siempre acompañadas de hierro titanífero y amigdaloides, y en las cavidades aragonitos, zeolitas, &c.

La somma en el Vesubio está compuesta de esta clase de roca y con lechos ó capas alternadas de lavas de anfigena, y aglomerados de cenizas volcánicas; y en los escarpados se ven vetas de la misma lava, que no sube á la cúspide, y que atan y consolidan la masa, y algunas veces estas vetas llegan hasta la capa de lava, que parece es la boca de su salida; y por estas indicaciones y otras, derivadas de la situación de los lechos que la constituyen, Mr. Elie Beaumont ha concluido, que la somma ha sido levantada por fuerzas interiores.

Las lavas feldspáticas negras se componen de una pasta ó mezcla de labrador, piroxena y anfíbol, y hierro titanífero diseminado.

Las lavas están asociadas á tufos basálticos, y estos y las wackas se consolidan por la arcilla.

El basalto contiene á veces granito, y caracterizado éste por el corindon y fragmentos de arenisca, calizo, dolerita, granate, hierro oxidulado, y las amigdaloi-

des contienen aragonitos, zeolitas y calizos. Pasa á la testura litoidea por enfriamientos repentinos en las vetas delgadas; se dividen en formas particulares. 1.º En bolas. 2.º Prismas verticales, y se llama en este caso trapp porque presenta la forma de escalera.

El nombre de las rocas volcánicas, como el de todas las demas, está derivado de la forma, no de su naturaleza ni de su composicion; las areniscas por la forma de desagregacion arenácea; las lavas de las corrientes, y el trapp, *escalera*, por la division en que se fractura; y estas formas son el resultado, ó mas bien se derivan de la resistencia á la division mecánica, y se mide por la proximidad al círculo.

En este concepto al consolidarse la masa fluida parece que lo verifica al rededor de núcleos con tendencia al círculo; pero como todas las fuerzas tienen y ejercen la suya con igual intensidad, presentarian una masa compacta si la contraccion de la misma masa no la obligase á romper la continuidad; y se conoce que no pudiendo acomodarse las formas circulares, lo harán los poligonos mas próximos á este, y la figura exágona será la mas facil y comun que presenten los basaltos; despues de esta la cuadrangular cuando la resistencia es mayor, y la triangular termina la serie, porque la forman el menor número de planos que puede encerrar un espacio; y todas estas circunstancias reunidas á la presencia del peridoto y de la piroxena, demuestran que el basalto ha salido fluido del centro de la tierra.

Esta roca ocupa grandes estensiones en la costra terrestre; las islas Canarias casi están formadas en su totalidad de basalto; la de Lanzarote y Palma de alternados, de conglomerados y de basaltos, y en esta última hay vetas de basalto que contienen dolerita, granito y gneis; hecho que prueba forman estas rocas la base de este terreno, y algunas capas de aglo-

merados contienen restos marinos, y el basalto hierro oxidulado y peridoto.

El basalto depositado bajo del mar presenta el mismo aspecto que el de Auvergne, que lo ha sido al aire libre; abunda en varias localidades, y entre otras es célebre la Calzada de los Gigantes en la isla de Stoffen, una de las Hébrides en Escocia, que está formada de una masa de basalto, cuya parte inferior ha sido destruida y arrancada por el mar, y la gruta de Fingal, la mas regular de la Europa. Segun Mr. Humboldt, la cascada de Regla, situada á 25 leguas al N. E. de Méjico, entre la mina del Real del Monte y las aguas minerales de Totomilco, presenta tal identidad de formas y hasta en los mas pequeños accidentes con la del Fingal, que debe concluirse fue una causa idéntica la que los produjo.

Forman los lados de la cascada de Regla columnas basálticas de 90 pies de altura, y en sus hendiduras vegetan el castus y la yaca filamentosa. La mayor parte de las columnas de basalto están verticales; algunas las hay á 45° de inclinacion y otras horizontales, formando grupos generados en diferentes focus de consolidacion; reposan sobre una capa de arcilla, que á su vez lo hace sobre el basalto; pero en general descansa esta masa basáltica sobre el pórfido del Real del Monte, y en Totomilco sobre una masa de calizo compacto, formando el total una region basáltica, elevada 6000 pies sobre el nivel del mar.

Las rocas del trapp atraviesan los terrenos, y la época de su aparicion varía. En el N. de la Inglaterra es posterior á la creta; en Newcastle despues del depósito del terreno carbonífero, y en el Dervishire se notan tres lechos diferentes de calizo y zoadstone; y en esta roca es muy notable la circunstancia que empobrece las vetas de plomo, y aun desaparecen de todo punto en algunos casos.

La traquita es dura y áspera al tacto, y está compuesta de anfíbol y piroxena, formando un grupo de rocas volcánicas que se divide en dos secciones: 1.ª Sólidos, compactos. 2.ª Conglomerados. La primera es una masa feldspática con cristales de feldspato orthose, y ha sido inyectada entre los conglomerados, y pasa á resinita con cristales de feldspato y mica.

El terreno traquítico se desenvuelve en Italia en las inmediaciones de Nápoles, y compuesto de traquitas y conglomerados, que se prolongan hasta Roma y á las islas de Lipari. Además está muy esparcido en todo el litoral del Mediterráneo, en los Alpes, en el Etna, Islandia, Francia, en Auvergne en los volcanes apagados de Cantal y Mont-Doré.

Los volcanes abiertos al través de las traquitas son feldspáticos.

La fonolita es una roca compuesta de pasta feldspática mezclada con ceolitas, y la traquita de los Andes está compuesta de albita.

Reasumiendo todo lo espuesto acerca de los productos ígneos de los volcanes, y si lo enlazamos con lo manifestado relativamente á las rocas y terrenos ígneos, sin perder de vista la naturaleza de su composición y la edad geológica de su aparición en la estructura de la tierra; puede reconocerse desde luego el hecho, que han variado las sustancias ígneas vomitadas del interior de la tierra en los diferentes periodos de su vida, y que pueden separarse en tres grandes épocas:

1.ª Rocas plutónicas, que las componen los pórfidos y las serpentinas, que recorren todos los terrenos desde los primitivos á los secundarios; su carácter es la compacidad de su masa sin cavidades ni ampollas; análogas á las sustancias productos de nuestras fraguas ó de los volcanes.

2.ª Rocas volcánicas, el basalto y la traquita, y en

ellas se manifiesta la estructura celular y escoriada, que las aproxima á las lavas de los volcanes actuales.

3.^a Rocas volcánicas: comprenden todas las lavas que vomitan los volcanes en actividad, ó que han sido arrojados por los volcanes apagados, y cuyas erupciones pertenecen á la época cuaternaria, y marcadas por el carácter de vitrificación, y estar cribadas sus rocas de cavidades celulares como las escorias de los hornos; circunstancia que las hace sumamente ligeras de peso.

Todos estos hechos manifiestan los esfuerzos continuos de la parte líquida sobre la sólida de la tierra, que se manifiesta al exterior por los volcanes, y que denotan se ha ejercido y continúa ejerciéndose la fuerza en regiones ó zonas, que las actuales corren de E. al O. E., desde la Persia hasta Canarias; en América de N. á S., y en la Islandia y en el centro del Asia. Segun Mr. Humboldt existen tambien zonas volcánicas; y con estos datos podemos considerar á los volcanes como aberturas en cráter que lanzan de tiempo en tiempo materias fundidas llamadas lavas, y acompañadas de fenómenos admirables y de consecuencias inmensas.

Se anuncia por un ruido subterráneo sordo y profundo, que termina con un desprendimiento de humo espeso; el ruido crece en intensidad, y muy parecido al trueno ó á descargas de artillería; la tierra tiembla, y parece agitada, convulsa hasta en sus cimientos; el humo se hace mas y mas espeso; el cielo se obscurece, y de repente el cráter lanza una columna inflamada de cenizas, cuya luz rojiza y aterradora contrasta con las tinieblas de la atmósfera.

Entretanto redoblan las sacudidas del terreno y el ruido interior; las sustancias comprimidas, buscando una salida, empujan delante de sí cuantos obstáculos se le oponen, abren camino, y lanzan con violencia piedras y trozos de roca á distancias considerables; en

fin, las lavas rompen su prision con estrépito espantoso, rebosan por el cráter, y se acumulan á su alrededor formando un cono inverso.

Estos fenómenos no son continuos; desahogado el volcan la calma se restablece, y queda en inacción ó duerme durante un tiempo variable; el Vesubio lo habia estado 500 años; cuando á fines del siglo pasado rompió el sueño con una erupcion mas terrible y espantosa de cuantas recordaba la historia.

Las lavas corren segun el plano de inclinacion, y debe ser muy fuerte para que corra una legua por hora; comunmente corren con mucha lentitud, y no andan sino algunos metros, y con la particularidad de correr años enteros; y aun hay ejemplos de correr fluidas diez años despues de su salida del volcan.

La acumulacion de las sustancias volcánicas eleva las montañas, y de este modo los volcanes se hallan en elevaciones compuestas en su totalidad de sustancias arrojadas por los mismos volcanes; todos los de Auvergne, los del Vivarais y Cevennes están en este caso, el Antisana y el Chimborazo; y este último, segun Mr. Bousingault, debe estar hueco interiormente en razon de lo poco que desvia el péndulo comparado á su masa. La isla de Santorin, de ocho leguas cuadradas de superficie, ha sido formada por un volcan submarino en algunos años. Doscientos volcanes en actividad, los numerosos que hay apagados, prueban que en otras edades del globo ha sido mas vigorosa la accion volcánica; están en reposo, pero no puede asegurarse que no volverán á entrar en accion, cuando el Vesubio lo ha hecho, y de un modo tan enérgico y poderoso.

Los temblores de tierra se sienten á distancias inmensas, y determinan levantamientos de terrenos. En el de Lisboa se abrió una montaña en el Africa; el de Lima en 1746 produjo una hendidura de una legua

de largo y cinco pies de ancho; y al fin del siglo XVII en la Jamaica se hundió la montaña mas elevada de la isla, que fue reemplazada por un lago; en Orihue-la en nuestros dias los movimientos de la costra terrestre indican ser aquella una region trabajada por fuerzas interiores; y los trastornos interiores producen y esplican la estincion repentina de las fuentes, la desaparicion de los rios, fenómenos consiguientes á las convulsiones de la costra terrestre.

En fin, estos trastornos periódicos en ciertas localidades, los volcanes en actividad que arrojan las lavas á nuestra vista, todo indica su origen, debido á los efectos de la fuerza expansiva de las materias fundidas que constituyen la parte interior de la tierra, que busca una salida, arrojando un peso que la fatigaba; y como dijimos en otra ocasion, los volcanes son las válvulas de seguridad del globo que habitamos.

Y estos fenómenos son de la mayor importancia, porque nos dan razon de las alteraciones de la superficie de la tierra, ó mas bien, de uno de los mas poderosos elementos que los causan, y con ellos las desigualdades y las arrugas que alteran y rompen la uniformidad de su faz, y las montañas; tan necesarias bajo muchas consideraciones para la vida actual del globo terrestre.

Los volcanes que arrojan las lavas á nuestra vista, todo indica su origen, debido á los efectos de la fuerza expansiva de las materias fundidas que constituyen la parte interior de la tierra, que busca una salida, arrojando un peso que la fatigaba; y como dijimos en otra ocasion, los volcanes son las válvulas de seguridad del globo que habitamos.

Y estos fenómenos son de la mayor importancia, porque nos dan razon de las alteraciones de la superficie de la tierra, ó mas bien, de uno de los mas poderosos elementos que los causan, y con ellos las desigualdades y las arrugas que alteran y rompen la uniformidad de su faz, y las montañas; tan necesarias bajo muchas consideraciones para la vida actual del globo terrestre.

LECCION DECIMANONA.

Las consideraciones que hicimos al ocuparnos de los volcanes, y los fenómenos que nacieron de su examen; pueden elevar nuestra convicción hasta el punto de reconocer el grande y poderoso influjo de estos agentes eficaces en muchas de las modificaciones por que ha pasado nuestro planeta.

Cuando menos, y sin llevar muy lejos las indagaciones, se comprenderá la verdad innegable de la existencia de grandes fuerzas interiores que han trabajado y actúan sobre la parte exterior de la tierra, interrumpiendo en todas épocas la acción sedimentosa mecánica, alternando con ella y mezclándose bruscamente entre sus productos; y sus efectos han sido la causa, no solo de resultados mecánicos en cambios de formas, sino que acompañados del calórico en cantidades prodigiosas y por tiempos de consideración, las rocas inmediatas se han trasformado, enmascarándose con la faz que no le es propia; la cadena de la vida ha sido rota á veces; el suelo, las aguas, hasta el firmamento

luchaban y han luchado entre sí; y la intensidad de estas convulsiones y grandes enfermedades de la tierra pueden solo comprenderse al examinar los efectos que han producido, rompiendo y alternando los contornos y las formas de la costra sólida de la tierra sobre que ejercia su poder.

En una palabra, la accion volcánica en toda su estension es la clave para esplicar el origen de las formas, la edad y los contornos de estas grandes desigualdades que surcan la superficie terrestre, y que conocemos por montañas; y aun estendiendo esta influencia y mirando sus efectos con relacion al globo en su totalidad, de la forma, estension, direcciones y configuracion de los continentes, y de los mares en que está dividida su superficie.

Para comprender cual conviene estos grandes fenómenos y sus consecuencias, es de notar que las rocas ígneas han aparecido en diferentes épocas en la tierra, inyectando sus masas entre las de sedimento, y que la misma inyeccion ha sido derivada de las propiedades generales, ó mas bien, de las condiciones y fuerzas concurrentes que han actuado y determinado la existencia de nuestro planeta.

Por otra parte, al querer estudiar el origen y accidentes de las grandes desigualdades que surcan la superficie terrestre, es de necesidad proceder desde la formacion del globo, punto de partida para verificarlo con acierto, y sin olvidar sus modificaciones.

En este supuesto, admitimos al hablar de la geogenia de la tierra la teoria ígnea de Mr. Cordier, y con ella que el globo es un esferoide compuesto de dos partes: 1.ª Masa fluida bajo la accion de grandes cantidades de calórico. 2.ª Una cubierta ó envuelta sólida de $\frac{1}{7}$ del radio del esferoide de espesor.

Al paso que el núcleo exterior continúa solidificándose, sigue el resfriamiento de la superficie al centro por la

radiacion del calórico al través de la masa solidificada; y esta, segun las observaciones repetidas, se halla en el caso de poder considerarse como dotada la superficie de la tierra de una temperatura media invariable, y determinada por la situacion de las capas de la costra terrestre y por la influencia solar, y en consecuencia debe contenerse segun la disminucion de volúmen de la masa interior por el resfrio gradual; y todas las revoluciones que presente la misma capa solidificada pueden mirarse como nacidas de este principio de contraccion, y consecuencia necesaria de las fracturas debidas á la mas ó menos energía de esta fuerza de contraccion.

Es de necesidad que al contraerse la parte sólida comprima á la fluida, y que forme por las leyes del equilibrio convulsiones que á su vez ejercerán su poder sobre la parte sólida, ó en los puntos ó líneas resultantes de aquellas fuerzas, produciendo movimientos, fracturas y trastornos en la misma costra solidificada, y cuya esfera de union se estenderá en líneas mas ó menos paralelas, segun y como se haga el primer impulso, y segun la resistencia que encuentre este mismo impulso y sus derivados.

Estas consideraciones, y todas las que son sus accesorias en la serie de las leyes de la mecánica aplicada, dan las consecuencias importantes:

1.ª La cohesion y el rozamiento disminuye las oscilaciones de los líquidos, y no pueden propagarse á mucha distancia; de modo que las arrugas paralelas del globo deben formar únicamente fajas de corta anchura.

2.ª A pesar que las ondas fluidas ejercen una impulsión igual en toda la estension de la faja paralela al eje impelente, el efecto que produce varia segun la resistencia de las secciones en que actúa; habrá porciones resistentes que volverán á su posicion natural,

mientras que otras (especialmente las mas trastornadas y arrugadas) trastornarán y fracturarán de nuevo, y formarán bandas paralelas al eje, y tanto mas cuanto mas lo hayan sido anteriormente.

3.º Como el resfrío del núcleo fluido interior es cada vez mas lento, los periodos de agitacion serán cada vez mas lentos tambien, y mayor la serie ascendente de los intervalos entre dos revoluciones sucesivas.

4.º El aumento gradual del espesor de la costra terrestre por el enfriamiento, aumentará asimismo la resistencia, y de aqui tambien crecerán los periodos de tranquilidad; y como esta resistencia medirá la intensidad de las fuerzas necesarias para vencerla, se sigue naturalmente que la magnitud de los fenómenos y de las causas que los producen crecerán en la misma proporcion.

5.º La resistencia de la capa solidificada se aumenta por la masa que se consolida constantemente; pero la reproduccion de las dislocaciones en las regiones fracturadas, y la masa sedimentosa que se hace á espensas de las mismas rocas dislocadas, tiende á aumentar la diferencia de resistencia en las diferentes regiones de la superficie terrestre, y se acumularán y concentrarán sus efectos en la esfera de accion de los continentes existentes; y tal es el carácter de las montañas, pues ninguna presenta el carácter de simplicidad que sería propio y genuino de una cadenaalzada de un golpe en el centro del Océano por ejemplo.

6.º En fin, las leyes de los enfriamientos, supuesto establecido el equilibrio, demuestran que el espesor de la costra terrestre en las diferentes localidades será tanto mayor cuanto menor sea la temperatura media; que la serie de las revoluciones generadoras de los continentes actuales, y sus formas y rasgos mas pronunciados, han debido encontrar mayor resistencia en los

polos; y de aquí nace la abundancia y la estension de los mares polares.

Con estas premisas, notaremos que la superficie de la tierra está compuesta: 1.º De escabrosidades llamadas montañas. 2.º Llanuras.

Observando la primeras, se notará forman series ó mas bien grupos en direcciones determinadas, y con elevaciones y estensiones diferentes, y están formadas de masas de rocas y de capas.

Estas se hallan constituidas por masas de formas paralelepípedas y de sustancias sedimentosas, y han debido formarse horizontalmente, ó en posicion próxima á la horizontal. Pero estas capas se hallan mas ó menos levantadas; así la de la cresta de los Pirineos sube á 3410 metros en el Monte Perdido; las del carbon en Bélgica, Inglaterra, están hasta verticales; las jurásicas en el pie de los Alpes tambien mas ó menos inclinadas; el terreno se eleva gradualmente desde París á la Auvergne, de cuyo hecho se colige que ó París debe haberse hundido, ó levantado el terreno de la Auvergne en las inmediaciones de los volcanes; y finalmente, en todos los terrenos las capas han dejado la posicion horizontal y tomado otra inclinada, como se nota en todas las cadenas de la Península, especialmente en las de Estremadura y Sierra-Morena, compuestas de cuarcitas, y cuyas capas están en algunas verticales: y todos estos hechos prueban que la costra terrestre ha sufrido cambios de posicion, ó mas bien, la conclusion (que *la costra terrestre es movable*).

Los movimientos que puede sufrir una capa horizontal pueden ser:

- 1.º Levantamientos.
- 2.º Hundimientos.
- 3.º Mistos.

Analizados estos movimientos, son consecuencia unos de otros, y se circunscriben á un pequeño es-

pacio, ó abrazan grandes extensiones; siguen direcciones lineales, ó curvas ó angulosas, y cuando se encuentran se cruzan; y como la superficie de la tierra es esférica, estos movimientos forman en sus trazos arcos de círculo; y las progresiones de sus enlaces y continuidad deben buscarse sobre la superficie curva de un esferoide, y no sobre una plana, que daría un resultado enteramente falso.

Existen mayor número de montañas compuestas de capas inclinadas que horizontales, ó mas bien no hay verdadera montaña que no tenga el primer carácter: por consecuencia puede admitirse como un hecho que la mayor parte de las desigualdades de la tierra deben su existencia á estos cambios en la posición de las capas que forman su masa.

Es de notar que las regiones marcadas por la actividad de agitaciones y temblores de la costra terrestre son los puntos en que las capas recientes se hallan mas dislocadas; y tal es el rasgo mas característico en España, Grecia, Italia; al paso que el norte de la Europa está marcado por el carácter enteramente opuesto.

Las fuentes termales y minerales se hallan en las localidades mas trastornadas y en que las capas mas recientes se hallan dislocadas. Los volcanes están asimismo siempre en las montañas, y enlazados con sus masas y derrames geognósticos.

Puede decirse que la capa solidificada (y que tiene probablemente 60000 metros de espesor) debe ser un obstáculo por su peso y resistencia para que se verifiquen estos trastornos; pero podrá apreciarse la fuerza de que es capaz este movimiento al observar, que para elevar la lava del Etna, cuya altura es de 9314 metros, debe tener una fuerza, tomado el peso específico de la lava, de 796 atmósferas, fuerza capaz de levantar sobre sus hombros la montaña entera sino tuviese

una chimenea para salir y perderse con la lava arrojada. Esto supuesto debe admitirse:

1.º Que ha habido levantamientos de montañas.

2.º Que ha habido hundimientos.

A pesar de estar admitidos estos hechos, los geólogos se han dividido en tres escuelas: 1.º Que creen á las causas actuales capaces de explicar los fenómenos. 2.º Que se deben á otras mas poderosas. 3.º Mista.

Pero los depósitos de sedimento que se hallan en los diferentes terrenos de la costra terrestre, y la masa inmensa de cantos rodados, prueban que se han verificado cambios repentinos y de mucha consecuencia en la capa solidificada del globo. Además se nota que los trastornos de las capas de la tierra están asociados á estos depósitos, de tal modo que puede decirse con exactitud, que los momentos de agitaciones y de revueltas del planeta en que vivimos son aquellos en que han tenido lugar las dislocaciones de la costra terrestre; y estas dislocaciones pueden formularse: 1.º Levantamientos en fractura longitudinal. 2.º En un solo punto ó centro de acción. 3.º Mistos cruzándose dos longitudinales. 4.º Sucesivos.

El de un solo punto es el caso mas simple; y suponiendo una superficie á la que se aplique una fuerza interior, la levantará fracturándola; y como la convexa es mayor que la plana, se abrirá en sentido del radio, formando sectores, tanto mas abiertos cuanto mayor sea la elevacion y las hendiduras en la superficie. Esta superficie la da el cálculo conocida, que sea la estension de la que ha sido levantada y su elevacion adquirida; y tal es la exactitud de la fórmula, que en todas las montañas calculadas con estos datos es mayor siempre esta superficie natural que la encontrada por el cálculo, como se concibe naturalmente, y es consiguiente á la acción destructora de los agentes exteriores.

Verificado este primer hecho, la montaña debida al levantamiento de un punto afecta la forma de una abertura central y superior, que desciende por valles en direccion de los radios; y como los agentes exteriores atacan los puntos mas salientes, las aguas ensancharán estas hendiduras, y concurrirán á formar un valle central circular, del que partirán otros en la direccion de los radios; forma de montañas muy comun, y que lo es mas en las de terrenos volcánicos y en las localidades marcadas por las traquitas y los basaltos.

En los volcanes se percibe con claridad, y forma valles de cráter ó levantamientos, y que tienen de estension:

Pico-Tenerife. . .	<i>muy pequeño diámetro.</i>
Vesubio.	300 metros.
Etna.	350
Pichincha.	1500
Montdore.	3000
Somma.	4000
Isla de Palma. . .	6600
Santorin.	7000
Central.	10000
Tenerife	13000
Cabo Norte. . . .	22000

Y estos datos demuestran que las fuerzas que actuaron sobre los volcanes antiguos han sido mas enérgicas y de mayor intensidad que los de los actuales. Debe añadirse á las causas exteriores los desprendimientos que ayudan á ensanchar los valles, como son ejemplo el Calberazo y el Cotopaxí.

Atendiendo á la manera con que las lavas corren, por pequeña que sea la inclinacion de la montaña volcan, se concibe facilmente que en muchos casos no se han formado en la situacion en que se hallan, y no será posible queden lavas rebosadas formando valles

circulares ; de consiguiente , cuando se hallan en esta disposicion , se sigue deben formarse horizontalmente : y sin admitir las hendiduras ó fraccionamientos formados por levantamientos , no es posible explicar los valles formados por erosion ; y de esta base se ha partido para mirar los volcanes del Etna y de Tenerife como abiertos en puntos actuados de antemano , y preparados á la fractura en una masa de traquita. Mr. Buch dice que la isla de Palma ha sido levantada en una masa traquítica que habia corrido debajo del mar ; y Buckland cita ejemplos de esta especie en la creta de Inglaterra , y aun los hay en el Jura y en las montañas y traquíticas. El Monte-Blanco lo es , y compone una masa granítica inyectada de una sola vez , que rompió y trastornó las capas del calizo jurásico , inclinándolo en sentido diferente en sus dos flancos ; y Mr. Herschel cree haber descubierto diferentes masas de sustancias volcánicas en la luna , y la misma disposicion de calderas ó valles centrales de levantamientos circulares.

Cuando los levantamientos se han combinado con el movimiento de elevacion de las capas , han dado lugar á estas cavidades elípticas , circulares , curvas , ó á circos de levantamientos , como en Carinthia , Delfinado , valles circulares de Grecia ; y los hundimientos han producido cavidades , en las cuales las capas convergen á un punto central á la manera de embudo.

Tambien pueden verificarse los levantamientos y hundimientos en estension lineal , y producir casos *simples* cuando operan sobre capas horizontales , y *compuestos* si un levantamiento está cruzado por otro en diferente direccion. De este modo si una seccion de la superficie del globo ha sufrido una sola revolucion , las capas están dislocadas segun una ley regular , y los planos elementales de la superficie rota siguen la misma direccion , al paso que la inclinacion es variable de un elemento á otro ; siguiéndose de esta ley , que un

estrato ó capa levantada forma arrugas, afectando la forma cilíndrica, cuyas aristas son horizontales y paralelas á un eje comun; pero la seccion perpendicular á este eje puede afectar una figura cualquiera, y ser continua ó interrumpida por faltas, roturas, soluciones de continuidad, y aun por la interposicion de rocas extrañas.

Comparada la posicion de cada uno de los elementos de superficie antes y despues del movimiento, puede descomponerse este en dos muy diferentes: 1.º Que los ha trasportado paralelamente á sí mismos, subiendo ó bajando del nivel primitivo. 2.º Que los ha obligado á rodar alrededor de una línea paralela á la direccion del sistema en un espacio y direccion determinada por la inclinacion actual del elemento.

Si suponemos que sobre un sistema de roturas cruza otro, se producirán los mismos fenómenos, con la circunstancia que serán los mismos en los puntos no accidentados, mas en los del cruzamiento adoptarán accidentes de direccion é inclinacion resultantes de los anteriores y de los nuevos, y la solucion del problema depende esclusivamente del estudio del último movimiento; y para comprender las revoluciones de una region de terreno que haya sufrido muchas, es de toda necesidad poseer los medios de distinguir un resultado simple de otro complejo; distincion fundada en los fenómenos que acompañan al cruzamiento de dos sistemas de roturas en la superficie de la tierra.

De este modo los cruzamientos de los accidentes de esta superficie se manifiestan por trozos mas ó menos simples; pero en las caidas acompañadas de levantamientos y hundimientos, y cuando se cruzan ademas, presentan problemas muy difíciles, y cuya complicacion depende de haber sido ó no concomitantes; y de esta manera, cuando son levantadas capas ya trastornadas por otro levantamiento que las cruza, resultarán dos caidas

y faltas, y una montaña mas elevada que las demas de la cadena, puesto que rota ya en el punto de interseccion, la continuidad cede mas facilmente á la nueva fuerza, y se levanta á mayor altura; y tales son los nudos de las montañas en que parece se ayudan unas á otras, y en realidad es asi. Por el contrario, cuando se ha verificado elevacion y nueva rotacion, presentará una masa de capas, que se diferenciaron del sistema cruzado y del que cruza nuevamente; y con estos datos Mr. Gras, ingeniero de minas, ha calculado fórmulas para determinar los casos posibles de estos accidentes siempre que la interseccion de dos levantamientos lineares sea bien conocida, y su direccion y la inclinacion de sus capas. Llamados A y B los dos levantamientos, i d la inclinacion y direccion de A respecto á B , r el ángulo de rotacion del último levantamiento, d é i se modificarán en la interseccion, y serán variables x y , y sus valores en funcion de las d , r , i dan la fórmula siguiente:

$$\text{Tang. } x = \frac{\text{sen. } d \times \text{sen. } i}{\text{sen. } i \times \text{cos. } d \times \text{cos. } r - \text{sen. } r \times \text{cos. } i}$$

$$\text{Cos. } y = \text{sen. } r \times \text{sen. } i \times \text{cos. } d \times \text{cos. } i + \text{cos. } r$$

Tambien se conoce la relacion $\text{sen. } x, \text{sen. } y = \text{sen. } i \times \text{sen. } d = \text{sen. } k$, siendo k el ángulo formado por el eje B , con el plano de los capas A ; de donde se deduce que k es el valor numérico que pueden obtener los ángulos x y k ; y últimamente r debe tomarse positiva ó negativamente para que la fórmula pueda comprender todos los casos de la rotacion, y calcular las líneas trigonométricas positivas ó negativas segun estos mismos casos.

Más á pesar de hallarse fundados estos valores en el cálculo mas riguroso, se concibe cuál debe ser la di-

ficultad de aplicar las fórmulas en la práctica, debiendo proceder á examinar terrenos muy accidentados que requieren atención, práctica, ojo esperto; y aun poseyendo estas cualidades, en las regiones que hayan sufrido muchos cruzamientos ofrecerán un verdadero dédalo de direcciones é inclinaciones, siempre difíciles de analizar y de poner en serie; pero mas todavía si no se camina con la detención debida, y sobre todo sin espíritu de sistema, que puede ocasionar infinitos errores en Geología como en todas las cosas humanas.

Siendo la elevación de las cadenas de las montañas la resultante de los levantamientos múltiples, se deduce que serán mas elevadas y estensas cuantos mas movimientos haya sufrido, y la extensión y profundidad de sus valles estará en la misma proporción.

Conocidas estas leyes, es de toda evidencia, y está escrito en la costra terrestre, que las dislocaciones no han sido todas de una época, sino que pertenecen á diferentes, y unas mas antiguas que otras; y uno de los grandes problemas enlazado con la historia geogénica de la tierra, es conocer el número y la edad de estos grandes movimientos, cuyas huellas han quedado trazadas en toda la masa terrestre con caracteres indelebles.

Podemos, pues, decir: 1.º Que hay movimientos verificados en un acceso ó de un golpe. 2.º Otros que se han sucedido á distancias de tiempos considerables.

Es sumamente difícil apreciar la edad relativa de los movimientos de la costra terrestre; y los elementos para resolver este problema, son la situación relativa de las capas de los terrenos de igual ó diferente formación, y pueden ser: 1.º Estratificación transgresiva. 2.º Discordante.

La primera tiene lugar cuando se han observado dos depósitos que pasan uno al otro de un modo insensible, y luego lo están rompiendo la continuidad

presentando uno las capas elevadas; pero si además acompaña á este un levantamiento ó un cambio de nivel en las masas mas antiguas, entonces el un depósito no habrá podido adosarse al primero, y estarán en estratificación discordante; y cuando estos depósitos se han verificado en épocas muy distantes entre sí, solo pueden servir sus situaciones para probar que unos terrenos estaban ya emergentes, cuando otros aún se hallaban bajo las olas del mar; pero la edad de los levantamientos queda indeterminada. Podria suceder que un levantamiento arrojase un macizo de capas á mayor elevacion sin trastornarlas; y en este caso las capas discordantes adosadas en sus flancos fijarán la edad del levantamiento.

Los hundimientos producen cavidades mas bien que asperezas; y si otro depósito llena el vacío, solo puede fijarse la época cuando el hundimiento ha sido en una porcion del depósito ó en el centro. En este caso los dos lados habrán quedado á su nivel; en el primero habrá sucedido en una porcion de su masa, y en el interior habrá una falta y estratificación discordante en cada uno de estos accidentes; pero en lo que haya quedado intacto será muy difícil reconocer la edad del movimiento.

La época de las hendiduras se juzga como la de los trastornos; pero como son parte de los levantamientos será muy difícil reconocer su edad relativa.

Tales son las causas mas simples de los levantamientos de la costra terrestre, y generalmente estas modificaciones dinámicas son mucho mas complicadas, porque unas han sido concomitantes con otras; y como el contraste de las estratificaciones solo es muy marcado en periodos lejanos de tiempo, es evidente que en los intermedios habrá una incertidumbre y vaguedad difícil, si no imposible, de vencer.

En tal apuro es de necesidad acudir á ciertos alu-

viones antiguos y modernos, á la erupcion de rocas ígneas y á sus enlaces con las estratificadas, y aun á los datos panteológicos; porque las causas mas notables de los cambios en las situaciones geológicas y panteológicas están en relacion con los movimientos del suelo, y cambian luego en sus relaciones mútuas para marcar límites en la formacion de ciertas pudingas, de las erupciones ígneas y de la flora y fauna, y habrán conocido las cuatro series de fenómenos que resolverán *à priori* los movimientos de la costra del globo, y que estarán encerrados en maneras análogas, puesto que las oposiciones de estratificacion en los terrenos son hijas de los movimientos; luego deben ser poco numerosos.

Se ha visto que las emanaciones ígneas coinciden con los aglomerados en estratificaciones discordantes, con las diferencias panteológicas; y aun la masa vomitada parece está en relacion con la intensidad y la estension del movimiento terrestre; y de este modo es un problema de cinco términos, de los que se puede conocer uno dados ó conocidos los restantes cuatro, pues el levantamiento de un continente que salga del fondo del mar cambiará los climas y ocasionará movimientos de grandes masas de agua, que á su vez mutilarán las tierras descubiertas, ocasionando depósitos de acarreo; y no solo estos grandes trastornos, sino que habrán acaecido otros en menor escala derivados de estos, cuyos rasgos se habrán perdido y borrado por otros posteriores mas intensos. Y de este exámen resulta, que si bien deben haberse sucedido muchos cambios en la superficie de la tierra sin poder determinar su número; sin embargo, no hay tanta dificultad para reconocer sus grandes oscilaciones, que son en pequeño número, y que han dado lugar á los principales rasgos, y mejor á la generacion de la parte huesosa ó al esqueleto del globo terrestre.

Así, las observaciones geológicas han conducido á reconocer seis grandes movimientos en la superficie de la tierra, acaecidos en épocas diferentes, y que se enlazan con los cambios que se notan en los depósitos, y con el desenvolvimiento de los seres orgánicos. Son consideraciones estas que llevaron á Mr. Elie Beaumont á estudiar la tierra bajo este punto de vista, y creyó percibir relaciones entre el paralelismo de las montañas, ó mas bien entre su formacion y los cambios y movimientos de la costra terrestre.

Procediendo en este camino, ha clasificado en sistemas estos movimientos y en doce grandes épocas marcadas, y que se prolongan y reconocen en los terrenos conocidos. Para esto debe observarse:

1.º Las montañas están mas bien en líneas ó sistemas rectilíneos que en puntos fijos y aislados. 2.º Los volcanes y su accion actúan en líneas tambien seguidas y marcadas por direcciones mas ó menos prolongadas. En Auvergne siguen los volcanes una línea de N. á S. en relacion con la direccion de los filones. El Vesubio no es un punto aislado, sino que forma parte de un grupo ó faja que corre de O. S. á S. N., y paralela á la línea de dislocacion del calizo que forma la cresta de los Apeninos. En Méjico siguen los volcanes la direccion E. O. en la de las Antillas, al paso que los de las pequeñas Antillas corren de S. á N., y en la América meridional, en Quito, la direccion es paralela á los Andes. Las Canarias forman una línea seguida y paralela á las Azores, y en todas se nota la ley de ser:

1.º Las montañas paralelas á las de los volcanes. 2.º Siempre en líneas mas bien que en puntos aislados. 3.º Montañas en líneas rectas ó en elementos rectilíneos. 4.º La configuracion de los continentes guarda relacion con las direcciones y cruzamientos de dichos elementos determinantes.

Pero no solo los volcanes han producido estos tras-

tornos; su poder es bien pequeño si lo comparamos al de las masas inyectadas de rocas, y que en diferentes épocas han causado los movimientos y grandes revoluciones de la tierra con los cuales están en relacion inmediata: por manera que podemos admitir el principio, que todas las dislocaciones de la superficie terrestre entran en la generacion de las diferentes formaciones de terrenos.

Examinados estos accidentes, se han clasificado seis grandes conmociones ó trastornos en las capas de la tierra: 1.º Antes del depósito de la segunda de las rocas primitivas. 2.º Antes de la formacion carbonífera. 3.º En el principio de los terrenos secundarios. 4.º Después de la época cretácea. 5.º Después de la formacion jurásica. 6.º Al fin de la época aluvial antigua. Además, Elie Beaumont y Sedgwick han observado otros trastornos intercalados entre los seis grandes enumerados antes, y el total de ellos los han calificado como sigue:

1.º El mas regular de todos los movimientos de la costra terrestre es el acaecido en los terrenos de transicion, y tal, que se halla en discordancia la parte superior con la inferior, indicando una revolucion que siguió la direccion N. E. S. O.; y el gneis, la grawaka y los skistos antiguos tienen esta direccion, produciendo roturas que siguen la de E. 40° N., O. 40° S., y que se prolonga por la Noruega, Escocia, Harz, Bretaña, Normandía, Galicia, Almaden, cadena de Santi Espíritus, y la misma direccion que afecta en grande la Europa y que determinó la emergencia de aquellos terrenos y la separacion de la superficie terrestre en tierras y mares, en que fueron depositados los terrenos superiores de transicion.

2.º El segundo sistema es el formado por el movimiento que trastornó estos terrenos de transicion, y dirigida la fractura de O. 12° N., al E. 12° S.; movi-

miento que puede seguirse en los skistos y grawakas desde la Irlanda á la Polonia, por Bretaña, Normandía y Estremadura en las mesetas de la Serena, ya en las colinas que bordean la frontera de Portugal al O. de Alburquerque, y sobre todo en la region de transicion de Almaden, en la que aun la configuracion del terreno determina las corrientes de agua, como el Guadamez afluente del rio Zujar.

Y es tan determinado este rasgo en el centro de Estremadura, que todo el terreno de transicion moderno de esta region conserva el sello de la revolucion O. 11 á 12° N.; y las capas y las cadenas de cuarcitas siguen esta direccion; y de tal modo lo imprimen, que al observar el conjunto geológico, no es posible desconocer que sus formas y su relieve se debe á la accion mecánica que ejerció sus esfuerzos segun una línea, cuyo eje es el islote de granito de Torremilanos ó Hinojosa, y que se enlaza con los de Castuera, Trujillo, Montanches y demas que fraccionan el suelo de Estremadura.

3.º Al fin del segundo periodo de transicion ha sufrido este un levantamiento en masa que ha producido un escarpado, á cuyo pie han venido á depositarse los terrenos carboníferos, distribuyéndose en Europa en valles alargados en la direccion E. S. O. N. accidentado, y arrugando el skisto de transicion de Estremadura en esta direccion.

4.º Despues del depósito del terreno carbonífero, y antes de la arenisca nueva roja, ha sido accidentado en Inglaterra y aun plegado en Bélgica segun la direccion de 5° O. á 5° E.

5.º El sistema de los Vosges producido por un movimiento de elevacion y hundimiento (pero no plegándose) y en la direccion de 19 á 23° N. á 19 á 23° S., y han dado lugar á la formacion del valle del Rhin entre Bale y Bingen, y aun puede ser contemporánea

de la generacion y direccion de las vetas metalíferas y feldspáticas de su época.

6.º La arenisca abigarrada y las margas irisadas han sido trastornadas en la direccion O. N. O., E. S. E.

Las islas de la Grecia están en prolongacion de los accidentes que han trastornado la Europa antes del depósito del Jura y en relacion con el sistema olimpico.

7.º El sistema cretáceo está trastornado por dos accidentes, formando dos series de dislocaciones, y el inferior con la direccion O. 25º S.

8.º Levantamiento considerable ocurrido despues del depósito de la creta y antes de los terrenos terciarios, y que ha impreso á esta cadena su direccion y formas gigantes en la de O. 48º S., y en relacion con las masas graníticas que se prolongan desde Perpiñan á Galicia, y que han levantado las capas de la creta hasta la cima del Monte Perdido; inyeccion de granito que apareció, y con ella la cadena de los Pirineos entre el depósito de la creta y el del calizo basto de Dax, y en Inglaterra tambien ha sufrido este terreno y paralelo á los Pirineos.

Los terrenos terciarios han sufrido trastornos de mucha consideracion: 1.º El que corre de París á Fontainebleau. 2.º En la Auvergne, y que fue posterior al depósito de los terrenos terciarios inferiores.

Esta revolucion, que sucedió entre la época inferior y la media, dislocó las capas terciarias en direccion N. S., formando los valles del Loir, Allier, Rhone.

La primera, acaecida entre el depósito de la seccion media y la superior terciaria, produjo el levantamiento de los Alpes occidentales en la direccion N. N. E. S. S. E., ó mas bien N. 26º E., S. 26º O., y la costa de Valencia ha sido levantada en esta direccion, que se prolonga al África por el Cabo Tres-forcas, en donde empieza el Atlas, y época en que tuvo lugar el alu-

vion alpino, así como el de la Escandinavia despues del anterior trastorno.

Este movimiento de los Alpes se ha estendido desde esta cadena hasta la Auvergne, en Baviera y á la costa de África, y aun las islas Baleares son paralelas á la direccion Alpina.

En África existen dos grandes accidentes: 1.º Paralelo á los Pirineos. 2.º A los Alpes. El Cáucaso presenta tambien dos series de movimientos de la costra terrestre paralelos á los Pirineos y á los Alpes como los anteriores, y aun la fractura de los Dardanelos corresponde á la aparicion y trastorno producido por los Alpes, grande columna vertebral de la Europa.

Los depósitos terciarios han sufrido en los Pirineos trastornos entre los modernos de estos y los aluviones segun una línea E. 18º N., O. 18º S. Los Alpes orientales, desde el Valais al Austria, siguen la de E $\frac{1}{4}$ N. E. á O. $\frac{1}{4}$ S. O., circunstancia que hace coincidir este movimiento con el depósito del aluvion antiguo; época en la que la masa de los Alpes ha sido levantada á la forma actual.

En América se han reconocido levantamientos y accidentes en relacion con los anteriores: en el Asia el Himalaya pertenece á las épocas recientes de la Geología, y los volcanes del continente americano son mas recientes todavía; en fin, todos estos movimientos de la costra terrestre se deben á la pérdida de temperatura y á la disminucion de volúmen que se ponen en relacion con las arrugas del globo, y determinan estos grandes efectos mecánicos por su tendencia al equilibrio.

Los seres organizados y sus variedades prueban la disminucion de la temperatura, y las variaciones que presenta la fisonomía del globo, formuladas en accesos sucesivos, son generadas por la aparicion de rocas ígneas concomitantes con estos grandes periodos climáticos de la vida del globo.

En la primera época ó en los terrenos de transición aparecieron las masas y vetas de granito, y las rocas granitoideas son contemporáneas, y produjeron los grandes trastornos que precedieron á la época del carbon.

Las de este periodo están caracterizadas por las rocas trapeanas y porfíricas, y el trap es asimismo la causa de los movimientos de la época secundaria. La creta ha sido trastornada por rocas graníticas. Los Alpes han sido generados por la inyeccion de las protoginas, y las dioritas han motivado los trastornos y convulsiones recientes de los terrenos terciarios; y finalmente, los ofites han terminado la serie de movimientos dinámicos en Europa con el último eslabon, y producido las formas y los contornos del continente europeo.

En la península española todo indica los grandes trastornos de su suelo y la revolucion que trastornó las capas del primer periodo de transición. Levantados los terrenos de Estremadura y de otras localidades en la direccion 40° N., y las sierras de Albarracin y Molina en los límites de Castilla la Nueva, Aragon y Valencia se hallan en el círculo máximo que pasa por Almaden y la Selva-Negra. A esta época corresponden los terrenos graníticos de Galicia, y la direccion de sus costas desde el Cabo Ortegal al Finisterre es la misma, y coincide con esta gran revolucion, y prueba que la Galicia debió su suelo á esta primera fractura de la superficie del globo, cuya fisonomía conserva aún.

Despues de este movimiento, los terrenos superiores de transición han sido trastornados en direccion 12° N., y elevados fuera de las capas terrenos considerables; y en esta época fue el primer movimiento de los Pirineos astúricos á cuyo pie vinieron despues á depositarse los ricos criaderos de carbon de la formacion asturiana, y á esta misma época se debe la aparicion del suelo de Estremadura, comprendido entre Tajo y Gua-

dalquivir desde la sierra de Estremoz hasta los montes de Toledo y Despeñaperros; y en el sur las montañas de las Alpujarras hasta la costa de Almería y Cartagena, célebres hoy por sus minas, son de la misma época á la que pertenecen, ó quizás son mas antiguos los montes Carpentanos que separan las dos Castillas.

Inmediatamente despues la revolucion que trastornó las capas de carbon, y que corre 15° O., empezó á diseñar el istmo que debió reunir la España al África por Gibraltar; y los movimientos del periodo secundario han dejado sus trazos al S. de la península.

La revolucion del fin del periodo secundario, y que produjo los Pirineos, levantando el terreno en tres cadenas paralelas, dió á la parte norte de la península, desde el Cabo Creus al Ortegal, la forma física que hoy tiene, formaba una masa aislada, y salia del nivel de los mares terciarios con otros islotes, como los montes de Toledo, Estremadura; Sierra-Morena, montes Carpentanos, &c.

En este estado, la revolucion alpina levantó la costa oriental de Valencia, y estableció sin duda otro enlace con el África. El aspecto que presentaba la península era muy diferente al de hoy: estaba reunida al África por una ó dos lenguas de tierra, bañada su parte norte por el mar de Vizcaya, que comunicaba con el Mediterráneo, lamiendo los Pirineos por la parte de la Francia. La España estaba ligada al África como hoy se halla á la Europa: aún no mostraba mas que los trazos de la forma que hoy tiene; su contorno estaba marcado, pero la provincia de Leon, las dos Castillas, la Mancha, Andalucía, parte de la Estremadura, se hallaban bajo las olas del mar, y sobre este descollaban las cimas de Guadarrama, montes de Toledo, Alpujarras, &c.

En tal situacion, los ófites, que produjeron el último levantamiento de los Alpes, elevaron de un gol-

pe el fondo de la península á 600 metros, puso á descubierto sus terrenos, y desaguó las aguas en la direccion que aún marcan en pequeño nuestros rios, y con tal trastorno rompió el istmo que la unia al África, atándola á la Europa por la Francia; trastorno inmenso que sin duda ha complicado extraordinariamente los accidentes de nuestro suelo.

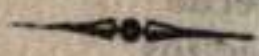
Y tal es por fin el cuadro maravilloso que presentan las revoluciones de la tierra. Hemos seguido paso á paso su marcha magestuosa desde su origen hasta el estado presente, y enlazando los diferentes rasgos que le caracterizan, construimos el gran edificio del universo, le amueblamos, poblamos su estension de seres distintos y en toda la escala orgánica, y considerando en fin el conjunto que presenta, mi trabajo está terminado; y ciertamente la mayor recompensa á los desvelos y á los afanes que pueda haberme costado un empeño tan superior á mis fuerzas, es sin duda la constancia con que ha favorecido el público mi pobre enseñanza; pobre por mi insuficiencia, pero grande y de interés por la importancia de sus resultados.

En fin, habré logrado mi propósito si en medio de todo he conseguido persuadir la utilidad é importancia de la Geología, su influjo en la felicidad de las naciones, y la necesidad de su estudio.

Señores, el templo está abierto; el trabajo, el estudio y la constancia todo lo vencen; y feliz yo si he indicado una necesidad y un camino que prometen á mi pais bienes positivos, y un porvenir de riqueza á que le llama la constitucion geológica de su suelo.



CORRECCIONES.



<i>Página.</i>	<i>Línea.</i>	<i>Dice.</i>	<i>Debe decir.</i>
—	—	—	—
21	16	en	con
63	12	jactatæ	jacuaræ
66	1	lograr porcion	lograr una porcion
67	34	siente	asiente
89	16	Meserlich	Mescherlich
Id.	27	dos	los
90	5	amor, simples,	amor á formas simples,
Id.	35	caso	nso
95	10	flores	flora
96	29	pedúnculos	pulmones
101	10	presenta	presentan
103	33	Meserlich	Mescherlich
140	18	media	nueva
141	28	diluvian	diluvium
142	8	varió	vació
Id.	28	quebrantó	quebrantaron
144	23	levanta	levantó
146	32	diluvian	diluvium
149	18	Idem	Idem
180	3	hemistropado	hemitropado
181	28	apartamiento	apuntamiento
Id.	30	scialino	hialino
182	19	kaoli sonoro	kaoli, sonoro
185	13	una	suma
190	5	molibda	molibdato
191	21	con	son
192	1	voolítico	oolítico
194	6	conoidea	concoidea
199	1	pederogenas	federogenas
202	9	meulados	mezclados
203	19	trastorno	trascorso
204	34	$F S^2 Ca S^2$	$L S^2 + Ca S^2$
205	12	pienita	picnita
Id.	14	karcerita	kurcerita
206	7	dar	dará
Id.	15	meuladas	mezcladas
207	4	lurita	eurita
Id.	21	meula	mezcla
209	22	con	son
223	11	pienita	picnita
231	27	Laipay	Leplay

241 22
 242 5
 249 22
 253 7
 254 5
 266 35
 289 17
 292 18
 300 36
 307 4
 319 5
 325 2
 Id. 13
 330 30
 343 2
 346 32
 350 19
 360 33
 369 22
 370 16

sin
 circus, acutus,
 Sarbuch
 carbonífera
 todos
 N. S.
 esceso
 lavas
 cal
 crerita
 macizos
 lacastres
 Idem
 Idem
 fedspato
 neptonianas
 yaca
 9314
 á S. N.
 Sedgowick

asi
 circus acutus,
 Sarbruch
 carnívora
 todo
 N. O.
 espesor
 capas
 cual
 cerita
 macizas
 lacustres
 Idem
 Idem
 feldspato
 neptunianas
 yuca
 3314
 á E. N.
 Sedgowick



