

## CAPITULO XV.

## TEORIA GEOLOGICA.

Las leyes generales y armónicas de los seres creados cuyos grupos son todos necesarios unos á otros, el destino de la tierra, en este conjunto, las causas naturales conocidas y que obran sobre el globo para modificar su superficie, el estudio particular y detallado de las montañas primitivas comparadas con las montañas y terrenos secundarios, la comparación de estas montañas primitivas con las montañas volcánicas, el estudio detenido de la causa ígnea, nos han demostrado que la formación del globo primitivo con sus montañas, sus valles primitivos y sus primeras cuencas de mar, no podría explicarse racionalmente, sino por la misma causa que ha creado todos los seres y sus leyes armónicas; este es un punto verdaderamente adquirido á la ciencia. Pero el aumento de la corteza del globo, las modificaciones del suelo de la creación, como las del suelo secundario, son un resultado de las leyes creadas, y de las causas naturales y múltiples que descomponen y recomponen continuamente la superficie del globo; un resultado del trabajo y de la destrucción continua de los seres organizados; este es un segundo punto igualmente adquirido á la ciencia, y este punto es el objeto de las teorías geológicas. Así en estos límites nos es permitido formular una concepción geológica fundada en elementos positivos, y esto es lo que vamos á intentar.

Esta distinción profunda entre el globo primitivo creado en armonía con todos los seres que debían habitarle, y con los demás globos que debían regularizar sus movimientos y fijar las condiciones de existencia de los seres organizados, y entre el suelo de acarreo, resultado de las modificaciones posteriores del suelo de la creación; esta distinción profunda, decimos, parece perfectamente expresada en la nomenclatura original de Werner, cuando dividía los depósitos generales de los minerales ó terrenos, en primitivos y en secundarios, siendo los primeros creados, y los segundos producidos por la descomposición de los primeros y una nueva disposición.

Esta distinción es también la idea fundamental de Buffon aun en su sistema hipotético, en que se ha engañado tratando de crear el mundo á su manara.

Deluc admite igualmente que en la época en que el mar cubría los continentes que habitamos, tenía por fondo un suelo montuoso que ni él ni causa alguna conocida habían formado, y que por esto llama *primordial*. Entre estas montañas, unas se hallan sumergidas, y otras han salido fuera de las aguas y forman islas. En el número de las montañas primordiales, admite montañas calizas, y por consiguiente datan de la creación.

Esta es, en fin, de una manera aun mas clara, la tesis que sostiene Blainville en sus cursos y en sus obras, con el título de *Concepción geológica*, que trasladaremos aquí desarrollándola en algunos puntos.

Debe añadirse, dice en estas notas, que este núcleo central primitivo creado por el poder divino en masa, sin apariencia de capas, ofrecían naturalmente, por efecto de su modo de formación, la cristalización de los minerales constitutivos, y en razón á su objeto, ó sea la creación de los seres vivos, presentaba en su superficie puntos mas elevados que los otros, y por consiguiente profundidades intermedias y proporcionales á las elevaciones. Las elevaciones formaron los picos, las montañas primitivas; las hondonadas, que lo mismo que las montañas se diferenciaban en tamaño en los tres sentidos, formaron las cuencas que contenían la parte líquida, separada la parte sólida.

Este punto de la creación directa del núcleo central para entrar en armonía con todos los seres creados, estaba, pues, lógicamente adquirido á la ciencia general como á la geología; sigamos la historia de sus modificaciones, tal como los hechos parecen indicárnoslos.

En primer lugar, por la acción de la electricidad, ó mejor del fluido etéreo general, obrando sobre los materiales del globo que está todo penetrado de él, se verificaron reacciones químicas sobre los diferentes minerales que componían el globo; de aquí pudo resultar una zona pastosa bajo los granitos ó en su interior; de aquí las eyecciones porfídicas, que rompieron y coronaron en varios puntos las cordilleras graníticas á las cuales son posteriores los porfidos, puesto que cortan transversalmente su dirección, y los cubren por lo general, ó los penetran por venas ó filones. Se concibe que por estos fenómenos las cuencas de los mares hayan podido ser modificadas y limitadas.

Por la acción de los agentes físicos, de naturalezas muy diversas, las alternativas de electricidad tanto interiores como exteriores del globo, las de temperatura en mas ó en menos, obrando tanto sobre el suelo primitivo y los minerales que la componen, como sobre el líquido contenido en las cuencas y en la atmósfera que le envuelve, han resultado no solamente evaporaciones y condensaciones acuosas, mas ó menos considerables y extensas, sino también desagregaciones y descomposiciones de los minerales que constituyen las elevaciones, y que arrastrados por las condensaciones acuosas que corrian por la superficie, han empezado á llenar las cuencas ó las excavaciones primordiales y naturales de la superficie del núcleo.

Así es como han debido formarse las primeras rocas de transición, que son mitad cristalinas y mitad sedimentosas, lo cual les ha valido el nombre de terrenos hemiliasianos. Son, en efecto, rocas que se han encontrado en toda la tierra, así como las rocas primitivas, que deben formar el fondo de todas las cuencas y aun remontando mas ó menos lo largo de las pendientes de las elevaciones, de manera que á primera vista parece que revelan una especie de alzamiento. Pero observando que las rocas hemiliasianas se distinguen en rocas que no contienen resto alguno orgánico, y en rocas que comienzan, por el contrario, á presentarlos; y que los primeros son mucho mas cristalinos y están compuestos de materiales mucho mas semejantes, en la sustancia de la testura, á las rocas primitivas, y que las segundas, por el contrario, son muy diferentes en testura y composición que las rocas primitivas, hay motivo para buscar una diferencia en sus causas y en su origen. Las primeras, como el gneiss, etc., podrían muy bien no ser mas que una descomposición parcial de los granitos, verificada en el sitio, por los diferentes agentes físicos que pudieran haberle quitado ciertos elementos, y transformado su testura compacta en testura esquisto-sa, como se verifica todavía en las calizas y aun en los granitos superficiales.

Los esquistos, propiamente dichos, que reposan inmediatamente sobre el costado de las montañas graníticas, y que no contienen cuerpos organizados, podrían considerarse como primitivos ó como una descomposición de rocas primitivas transformadas.

Se puede también, y aun muy probablemente, considerar á la mayor parte de estas rocas hemiliasianas, como un resultado de la acción combinada de las aguas, y del fluido etéreo general, en el momento en que este determinó la capa pastosa de donde salieron los porfidos.

En cuanto á las rocas hemiliasianas, cuya composición es cada vez mas arcillosa, y que contienen restos de cuerpos organizados, son evidentemente el resultado de la descomposición de las rocas primitivas, primero por los agentes atmosféricos que producen

detritus; estos, agitados y disueltos por las aguas, se han transformado en arcillas ó depositado en polvillos muy finos por vía de sedimento, envolviendo cuerpos organizados; despues han podido sufrir una desecación por la vía ígnea, ya sea por la fermentación química-electrica, ya por el resultado de las emanaciones mico-eléctricas, ya por el resultado de las emanaciones de la capa pastosa primitiva ya por la fermentación de las sustancias orgánicas oleosas que hubieran producido los aceites que se extraen hoy de algunos de estos esquistos. Todas estas causas separadas ó reunidas, han podido contribuir á la formación de los esquistos cristalinos de restos orgánicos; lo cual confirma, en mas de un caso, su cristalización regular en romboedros.

Sin embargo, como las elevaciones y las hondonadas primitivas, no eran semejantes en sus dimensiones, se puede concebir que los vegetales y los animales acuáticos fueron creados, los primeros en la mayor parte de las elevaciones, y los segundos en las diferentes cuencas, como parece en efecto confirmado por los hechos geológicos, mientras que un corto número de elevaciones continentales ofrecieron todas las condiciones necesarias á la existencia de los grandes animales terrestres que fueron colocados en ellas al tiempo de su creación, y que por consiguiente se desarrollaron y se extendieron según su especie, á medida que el suelo habitable se extendió tambien mas y mas; esta manera de ver está por lo demás confirmada por los hechos geológicos que nos presentan las primeras formaciones, hechas en mares profundos, ricas en animales marinos, y desprovistas de animales terrestres, mientras que las formaciones de ribera, que parecen posteriores, contienen animales terrestres.

Desde entonces á medida que los mares se estrechaban por una ú otra causa, y que el suelo salido de sus aguas se extendía, se ve cómo, continuando en obrar los agentes físicos inorgánicos, no uniformemente en todos los puntos de la tierra, lo cual jamás se ha verificado, los agentes organizados han empezado, por decirlo así, á venir en su ayuda. Y así la descomposición, la destrucción de las rocas primitivas han aumentado cada vez mas, produciendo arenas y arcillas, y despues con las mezclas, conglomerados, pudingas, margas, que siendo el resultado de causas por decirlo así, mecánicas, no han sido modificadas por las mismas causas que las capas hemiliasianas; nuestras numerosas pudingas sobrepuestas á nuestros esquistos cristalinos, en el fondo de nuestros valles de las montañas negras, en Gouri, demuestran plenamente este hecho. Las calizas han empezado á un mismo tiempo en varios puntos. Por esta razón las cuencas se han llenado cada vez mas desigualmente bajo todos conceptos, tanto bajo el de la variedad en la naturaleza mineralógica, como bajo el de la extensión y potencia; al mismo tiempo que algunas partes inorgánicas de cuerpos organizados (carbono, sílice, cal, etc.) conservando mas ó menos su forma y su estructura orgánica ha venido á agregarse, y desde entonces se han formado estos terrenos; los primeros en la serie llamada secundaria, que han recibido el nombre de hulfíferos, cañizos, etc.

Los hulfíferos aparecen los primeros, porque los vegetales creados en todos los puntos del globo, antes de que vinieran los animales que se habian de mantener de ellos, han debido depositar sus detritus en las localidades convenientes, en el fondo de las cuencas primordiales, donde se han encontrado tambien los restos de animales marinos ó de agua dulce.

Al mismo tiempo, los animales marinos han depositado sus despojos en otros puntos de las cuencas primordiales, donde los animales terrestres no podían aun llegar á causa de la gran extensión de los mares.

Se ve cómo en esta primera ocupación de las cuencas, necesariamente llenas de agua, la cantidad de

vestigios de cuerpos organizados vegetales y de animales marinos, es mucho mayor que la de los animales terrestres que no han podido venir hasta despues, cuando despues de ocupadas las cuencas, el suelo salido de las aguas ha podido ofrecerles una extensión mas vasta y mayor número de puntos de habitación.

Como es imposible admitir que la cuenca actual de los mares haya podido ser circunscrita, y por consiguiente formada por el alzamiento de las riberas que la limitan, hallándose frecuentemente constituidas estas riberas por capas horizontales y formaciones evidentemente marinas, no hay necesidad de admitir que hayan sido necesariamente producidas, al menos en muchos puntos, por grandes hundimientos, como lo ha supuesto Buffon y lo ha admitido Deluc despues de él, ó bien que los mares han bajado de nivel, y que la cortadura de estas riberas sea el resultado de la erosión de las aguas y de las causas atmosféricas, á las cuales habria que añadir la influencia del amontonamiento por las leyes de la pesantez.

Pero á medida que el reino animal se extendía por la superficie de la tierra, debía entrar cada vez mas en la parte que los cuerpos organizados toman por sus partes sólidas, en la formación de las nuevas rocas que entran en la composición de los terrenos, y como la extensión de las aguas saladas aumentaba al mismo tiempo que la de las aguas dulces disminuía, se ve cómo, en la composición de nuevos extractos ó capas, no solo la parte orgánica aumentaba, sino en primer lugar y sobre todo la parte orgánica marina, la que ha producido los terrenos terciarios y cuaternarios, en los cuales se encuentran tambien los seres organizados terrestres.

Esta manera de considerar la estructura y la marcha inorgánica del globo (esceptuando momentáneamente al menos las rocas volcánicas), como formada de un núcleo primitivo, cuya descomposición, cada vez menos considerable, juntamente con la influencia orgánica que lo será cada vez mas, ha facilitado elementos de las rocas que parecen formarse una especie de corteza, nos conduce á deducir que sería erróneo el querer hallar uniformidad en todas las cuencas de la superficie de la tierra; que esta uniformidad debe disminuir á medida que se va del interior al exterior y que así el análisis de la que es, debe haberse verificado en el mismo orden.

Segun esto, nos parece que el único medio de hacer positiva la geología que no tiene ni puede tener principio, pero que posee solamente un hecho de observación general, la superposición y no la subordinación de las capas en un orden constante, y que tiene en razón en lo que acabamos de exponer, es buscar una medida en una cuenca limitada, aunque bastante extensa, estudiando en detalle todos los elementos geognósticos que la ocupan y la constituyen desde la base fundamental ó granito, hasta las capas mas superficiales, sería necesario dar á cada elemento una denominación la menos significativa posible; poco importa despues que esta medida sea tomada en un solo punto, con tal que los datos sean de una sola cuenca.

Una vez establecida esta medida de una manera completa, es decir, conocida cada capa, cada estrato, cada lecho, cada hoja en sí mismos y en los cuerpos adventivos que pueden contener, bastaría llevarla sucesivamente de unas á otras cuencas, y ver entonces lo que ofrecerían de comun y de diferencial comparativamente á la medida, y entre sí, para que sea posible sacar de ellos los elementos propios para juzgar su sincronismo mas ó menos distante, su grado de antigüedad, su modo de formación, su conexión, y por consiguiente acercarse á una apreciación mas ó menos segura en todos los puntos de una misma cuenca ó de una cuenta desconocida, por la que existe en una cuenca conocida.

Para medida convendría tomar la cuenca que se pudiera llamar Germánica, porque en efecto comprende el mar de este nombre, rodeado por la punta de la península escandinava al Norte, la Alemania septentrional, la Holanda, la Bélgica, la Francia al Sur, la Escocia y la Inglaterra al Oeste, y todas las vertientes que van a parar á ella así como á la Mancha.

Esta medida ha sido estudiada en sus partes primitivas é intermedias en Alemania y en Inglaterra; en sus tres partes secundarias en Inglaterra; en sus partes terciarias y diluvianas en la Francia septentrional. Estas diferentes partes son lo que la geología posee mas completo y mejor estudiado.

Solo despues de un conocimiento tan exacto como fuera posible de esta medida, se le compararia la media cuenca occidental de Francia, vertiente de las montañas de la Auvernia y del Lemosin al Océano por el Loira y el Charente; de los Pirineos, por el Garona; despues la cuenca meridional, parte de la gran cuenca mediterránea, vertiente de los Alpes, del Jura, de las Cevenas, al Mediterráneo por el Ródano y sus afluentes superiores é inferiores; despues la cuenca del Adriático por el Po y sus afluentes occidentales y orientales, es decir Alpinos y Apeninos, despues la del mar Negro, por el gran afluente del Danubio, que recibe todos los rios de la Alemania meridional; por los de la Polonia, y de la Rusia meridional.

En cada cuenca, se examinaría cada terreno, cada capa, cada estrato, cada banco, cada hoja, y aun cada indicio de cuerpo organizado que se puede encontrar, arrastrado, aventual ó constitutivo de su composicion.

Pero este estudio no bastaria, porque hay otra causa de aumento y de cambio de nuestro suelo.

En efecto, mientras que estos cambios, estos aumentos por una especie de transformacion de los elementos primitivos, se verificaban sobre la tierra, y la producian una especie de envoltura cortical irregular en sus dimensiones locales, pero regular en su orden de produccion, se verificaban cambios mas desconocidos, mas ocultos en su origen, en su composicion misma, así como en su estructura, y que partian del núcleo terrestre mismo, ya de una capa pastosa inferior, ya del punto de contacto de los elementos primitivos y secundarios, ya de estos dos orígenes segun las circunstancias y los lugares, ya tambien de ciertas partes de los terrenos secundarios.

Estos nuevos materiales venian á unirse á la parte vertical, alterando necesariamente su disposicion, su vertiente, y aun quizá elevándola en cierto número de puntos. Aumentaron muy irregularmente el espesor de la capa cortical, por nuevos materiales que se extendieron sobre la superficie. De este modo determinaron nuevas desigualdades en la superficie de la tierra, así en las cuencas sub-marinas como en las descubiertas, y esto en épocas muy diferentes del primer orden de cambios.

Esto es lo que los geólogos conocen con el nombre de terrenos volcánicos, de formacion ignea, de estructura cristalina, y que subdividen en terrenos traquíticos, basálticos y volcánicos, segun su estructura y tu grado de antigüedad, y cuya transformacion, y modificaciones por la accion de los agentes físicos es de una naturaleza diferente de la que presentan los terrenos de primer orden. Así contienen un gran número de minerales cristalizados que les son propios y ningun indicio de cuerpos organizados, salvo, y aun rara vez, los que se hayan podido encontrar atravesando capas formadas de ellos.

Estos elementos geognósticos producidos por una causa en actividad á nuestra vista, pero intermitente y de todas las épocas, quizá desde la de la creacion del núcleo terrestre modificado por el fluido etéreo, ha debido obrar no solo modificando irregularmente el

espesor de la parte cortical, sino alterando sus materiales y rompiendo lo que estaba ya formado. Esta es, en efecto, una de las causas mas espasiosas que se han presentado al espíritu humano, para dar una especie de explicacion á las irregularidades secundarias, que presenta la superficie de la tierra y de que resultan nuevas cuencas secundarias, por el alzamiento de ciertas montañas, ó por el hundimiento de ciertos valles en épocas diferentes.

Esta elevacion y hundimiento arrastrando en su disposicion rocas ó terrenos evidentemente de formacion neptuniana, ha dado origen á la que se llama hoy en geología, teoria de los alzamientos ó mas bien de las dislocaciones, atribuidas por unos á una fuerza elevadora que no puede ser otra sino la fuerza volcánica, y por otros á una causa depresora, que ademas de la fuerza volcánica, obraria aun mecánicamente por la contraccion de los estratos, por su desecacion y su amontonamiento.

Igualmente es la causa volcánica la que ha producido el metamorfismo de las rocas, ó la transformacion de rocas neptunianas en rocas cristalinas á semicristalinas.

Esta manera de considerar y entender la geognosis fundada en la generalidad de los hechos, nos parece tener por resultado importante el manifestar cuan ventajosa debe ser la panteología ó el estudio de los vestigios que los cuerpos organizados han dejado en el seno de la tierra, para ilustrar las cuestiones de sincronismo y de grado relativo de antigüedad de las capas depositadas en las diferentes cuencas, la cual debe conducir á su etiología tanto como sea posible con ayuda de una analogía bien manejada en la apreciacion de las causas que obran á nuestra vista, y de las que han obrado en la sucesion de los siglos.

Segun esto, se ve que la clasificacion de los terrenos que son las unidades de la serie geológica, aunque frecuentemente poco distintos, poco separados puede ser seguida en la gran concepcion de Werner, desde el suelo de la creacion hasta los terrenos actuales, y dar:

I. *Las rocas primitivas ó primordiales*, creadas tales, y origen y manantial de las otras, se han designado despues con denominaciones sumamente variadas, sacadas de los puntos de vista bajo que se las ha considerado, comprendiendo en ellas las rocas de transicion ó intermediarias como simples modificaciones, resultados de la accion del aire y del agua, y quizá del calor, y que hemos llamado *primarias*.

II. *Los terrenos ó rocas secundarias*, comprendiendo *las terciarias*, etc., son modificaciones mas profundas de las rocas primordiales, determinadas por los agentes físicos, por el aire, las aguas, como por los seres organizados que las han habitado y hecho entrar sus despojos en su composicion.

III. En fin, las rocas intercalares que quizá no son tampoco mas que modificaciones de las rocas primitivas, pero por el fuego, obrando ellas mismas para producir lo que se llama hoy *rocas metamórficas*; que no deben en manera alguna constituir una clase distinta, lo mismo que los *aglomerados* que no son sino modificaciones mecánicas de estas mismas rocas.

En la primera clase es muy difícil establecer buenas divisiones entre las rocas que la constituyen; la misma de *transicion*, *intermedia* ó *primaria*, que se fundaria en la disposicion mas ó menos esquitosa, seria bastante difícil de caracterizar de una manera exacta; sin embargo, se la comprende, sobre todo teniendo en consideracion, como hemos indicado, la presencia ó ausencia de los cuerpos organizados.

En la segunda clase, la de las rocas secundarias, se encuentran por el contrario buenas divisiones que establecer, tomando por base su posicion con relacion á dos terrenos principales, considerados como una especie de horizontes, de faros, en la posicion; estos

son la hulla y la creta. Esto produce necesariamente tres divisiones ó sub-clases, que segun su posicion constante, se pueden designar con el epíteto de inferior, de medio y de superior, y cada una de estas sub-clases puede á su vez ser dividida en tres, con relacion á un terreno considerado como principal: así en el primero, como el carbon hullifero es el principal, se subdividen estos terrenos en *sub-hullifero*, *hullifero* y *supra-hullifero*; lo mismo sucede en los terrenos secundarios medios, con relacion á la caliza jurásica que será dividida *sub-jurásica*, *jurásica* y *supra-jurásica*, esta última formada por los terrenos cretáceos. En fin, el terreno superior, terciario de los autores, está ya dividido en *eoeno*, *mioceno* y *plioceno*, que podrían llamarse *sub-calizos*, *calizos*, *supra-calizos*, tomando la caliza grosera como centro.

En cuanto á los terrenos ó rocas de la tercera ó última clase que Werner habia pasado en silencio, confundiendo con los terrenos primitivos, como Humboldt propone, no se las podría considerar como modificaciones de los terrenos primitivos y aun de los terrenos secundarios, sino por la accion del fuego y como verdaderamente anormales bajo todos los aspectos y considerarles siempre como accidentales, y dividirlos segun la roca principal interna en *sub-basálticos* ó *traquitos*, *basálticos* y *supra basálticos* ó lavas.

En fin, no debería formarse un grupo de terrenos diluvianos bajo el título de terminales; en efecto, estos terrenos llegan necesariamente los últimos, cuando el suelo ha salido de las aguas, despues de haberse formado completamente debajo de ellas; ellos y los terrenos primarios de transicion no pueden venir, sino en las dos extremidades de la serie.

Si se consideran los restos de los cuerpos organizados en sí mismos, no hay ley alguna en el orden de aparicion y desaparicion de las especies en la serie de los terrenos, ya se siga la gradacion animal ó su degradacion. No se puede, pues, atribuir los fósiles sino á las circunstancias de habitacion y de ningun modo al orden de creacion.

En efecto, si se encuentran abundantemente restos fósiles y vestigios de especies de las mas elevadas en la serie animal, en los primeros terrenos zóoticos, se encuentran tambien de las últimas.

Un hecho digno de ser notado, es que, si para las especies marinas se encuentran diferencias notables entre las que se hallan hoy en nuestros mares, y las de los trópicos ó mares meridionales, tanto en las especies como en las formas genéricas, esto no se verifica con las especies de agua dulce, ni con las terrestres; en todas partes de la superficie de la tierra, son planorbos, fisas, limneas, paludinas y ciclostomos.

Otro tanto puede decirse respecto de las formaciones geológicas; si los estratos de nuestras formaciones marinas encierran en gran número vestigios de especies y de géneros que parece no se encuentran en nuestros mares actuales, no es lo mismo de los estratos de las formaciones de agua dulce ó terrestres; estas son siempre limneas, planorbos, fisas, ancilas apenas distintas como especies, de las que viven hoy en nuestras aguas dulces, pero ciertamente sin formas nuevas. Si se encuentran melanospiles en ciertos terrenos de agua dulce, es en las comarcas donde existen aun vivas, en España, Grecia y otros países.

¿No es este un argumento contra la disminucion de la temperatura en la superficie de la tierra? En efecto, si esta disminucion se hubiera verificado, es evidente que hubiera debido alcanzar mucho mas á las aguas dulces que á las saladas, y por consiguiente á los seres que encerraban.

Esta observacion no es favorable á la disminucion en la profundidad de los mares, que ha podido deter-

minar la destruccion sucesiva de un gran número de especies que no se encuentran hoy sino en mares profundos; las cipreas, las olivas, los estrombos y aun los murex y otras muchas, se hallan en este caso. Otros varios hechos tienden por lo demás á probar esta disminucion en la profundidad de los mares.

Si ahora comparamos esta concepcion *á priori* con el conjunto de los hechos generales y de los terrenos geológicos, veremos que se adapta exactamente, y que está verdaderamente deducida de ellos.

El suelo granítico es siempre inferior á todos los terrenos, y las cordilleras de montañas graníticas son en general las mas elevadas del globo; este suelo y estas montañas son, pues, anteriores á todos los terrenos y á la existencia de los seres organizados; es propiamente el suelo de la creacion con sus tierras vírgenes.

Las partes mas superficiales de las montañas graníticas, descompuestas en el sitio, han podido dar origen al gneiss, y quizá aun á ciertos micasquistos.

La degradacion atmosférica, meteórica y acuosa de estas capas de gneiss y de micasquistos, ha desnudado las cumbres graníticas, de manera que ya no se encuentran el gneiss y los micasquistos sino en los costados de estas montañas.

Pero un hecho importante es que estos gneiss y estos micasquistos reposan siempre, sin intermedios, sobre los granitos, con los cuales se comunican por pasos imperceptibles, y cuando las capas secundarias reposan inmediatamente sobre los granitos, lo cual tiene lugar frecuentemente, no hay gneiss, ni micasquistos en aquellas localidades. La razon es evidente; porque los granitos, cubiertos muy pronto por calizas ó arcillas, etc, han sido protegidos contra las causas que los han descompuesto en otras partes, para formar los gneiss y los micasquistos. De manera que estos últimos deben siempre salir de debajo de todos los verdaderos depósitos acuosos.

Pero hay otros micasquistos y aun quizá otros gneiss que contienen restos de cuerpos organizados, pueden estar ó sobrepuestos á capas secundarias ó terciarias, ó reposar inmediatamente sobre los granitos. Pero en uno y en otro caso se les debe considerar como un transporte mecánico por las aguas, de los restos de los primeros gneiss y de los primeros micasquistos con los cuales se han mezclado en el transporte los restos de cuerpos organizados.

En fin, los gneiss y los micasquistos que han producido el metamorfismo de las capas calizas sobre que se encuentran sobrepuestos, parece que deben ser atribuidos á la causa ignea que ha impelido sus materiales de abajo á arriba en diferentes localidades. Por lo demás, otro tanto se puede decir de los granitos accidentales que se encuentran sobrepuestos á algunos depósitos acuosos. Estas son excepciones á la marcha general de los fenómenos.

Llegamos despues á un grupo que los geólogos sistemáticos han referido, ya á los terrenos de transicion, ya á los secundarios. Se distingue por un gres compacto, penetrado en el interior por una arcilla negra ó gris, lo que le ha hecho dar el nombre de grauwacke. El esquisto arcilloso alterna regularmente con el grauwacke, cuyo lugar ocupa muchas veces; la caliza que se encuentra en esta formacion, es de color oscuro, casi negro. Se encuentran en ella trilobitos, crustáceos, moluscos y pocas plantas. Los moluscos son generalmente animales de mares profundos, salvo algunos traquelipodos fitófagos, y cierto número de patelas que son por lo comun animales de riberas. Se encuentran tambien políperos y un gran número de crinoideos, animales de mares profundos.

Segun estos hechos, se deben considerar, pues, los grauwackes como un resultado de la continua agitacion en que las aguas han tenido á la sustancia cuar-

zosa de las rocas ganíticas; esta sustancia cuarzosa se ha convertido en un gres compacto al cual se ha mezclado la arcilla negra ó gris, que ha podido proceder de la descomposición de la mica. Y en ciertos casos, estas micas convertidas en arcillas, se han encontrado solas, y reemplazan á los grauwackes. Pero siendo estas rocas el resultado de una descomposición mas profunda, de una desagregación y un transporte mas considerable en mares mas ó menos profundos, deben ya separarse, y se separan en efecto, mucho mas de los granitos.

Las calizas negruzcas ó azuladas de esta formación son generalmente arenosas, y contienen políperos, muchos crinoideos y aun peces; han sido, pues, formadas en mares profundos, y probablemente al mismo tiempo que los grauwackes y los esquistos cuyos elementos contienen y con los cuales se unen. También se podría suponer que las que contienen muchos peces, habrían podido ser depositadas en la inmediación de las primeras emanaciones volcánicas sub marinas, y otras que forman montañas que parecen rotas en sus capas, estarían sin duda modificadas por la causa ignea.

En esta división es donde se encuentra el antracito, especie de carbon metálico, diferente de la hulla, que podría deber su origen á sustancias vegetales mezcladas con sustancias minerales y modificadas por el calor.

En fin, estas diversas formaciones mas ó menos paralelas entre sí, y por consecuencia contemporáneas, están cubiertas superficialmente en un gran número de puntos por tierras arcillosas parduzcas, limonitas, arenas blancas ó amarillas, algunas veces rojas, colores que pueden hacerlas considerar como fragmentos de gres rojos ó de granitos de color de rosa, etc.

Estas arenas y estas arcillas han sido frecuentemente consideradas como pertenecientes á los tiempos modernos; pero es mas probable que se refieran, lo mismo que los terrenos metalíferos, á los últimos términos de los terrenos hemisilianos, de que acabamos de hablar.

Si se añade que todos estos terrenos de transición ó primarios están á descubierto en las partes mas septentrionales de Europa, de Asia y de América; que igualmente en el Norte, en Alemania y en Inglaterra, etc., es donde mejor se han estudiado estos terrenos, porque existían en la superficie; que en la península escandinava, en Noruega, en Suecia, en Finlandia, en la Rusia septentrional, europea y asiática, en las costas del mar de Behring, en la Groenlandia y una gran parte de la América del Norte, los terrenos secundarios y terciarios faltan totalmente; que aun en muchos puntos de estas comarcas la formación primitiva de granitos, gneiss, no está cubierta por ninguno de los terrenos primarios, secundarios y terciarios. Si se añade todavía que hay algunas hacia el polo Sur, y que aproximándose á las partes medias y ecuatoriales de la tierra, se encuentran mas abundantemente los terrenos secundarios y terciarios; si se consideran todos estos hechos generales reuniéndolos, hay motivo para creer que todas las comarcas donde se observan tambien terrenos primitivos y de transición, han sido las primeras que han sufrido de las aguas, y por esta razon no han podido ser cubiertas por las formaciones secundarias y terciarias. Esto, por otra parte, estaria de acuerdo con el movimiento general de las aguas de los polos hacia el ecuador.

Estas conclusiones que serán cada vez confirmadas por los hechos que vamos exponer, nos conducen á considerar que los terrenos secundarios fueron depositados antes del fin de las formaciones primarias y que las han constituido despues.

Hemos dividido los terrenos secundarios en gres

hullífero, trias, lias, jurásico y creta, á los cuales podemos añadir los terrenos terciarios.

Estos terrenos se han desarrollado muy desigualmente en el globo. Es bastante raro encontrar, si es que existen, todos los miembros de la serie de las formaciones secundarias y terciarias reunidos en un mismo país. Las series mas completas, sin contenerlos todos, se muestran en Turingia, en el Hannover, la Westfalia, la Baviera, la Francia septentrional, el centro y el sur de Inglaterra. Muchas veces grandes formaciones, por ejemplo, el gres rojo ó la caliza alpina faltan enteramente, otras veces el segundo está contenido en el primero como una capa subordinada; otras veces tambien, todos los términos de la serie geognóstica, entre la caliza alpina del Jura ó los que son posteriores á la creta, se encuentran suprimidos.

El terreno hullífero compone la división mas inferior de los terrenos secundarios, algunas veces hace una excursion en las divisiones superiores, muchas tambien, se separa de ellas, y en general presenta muchas irregularidades en sus yacimientos. Va acompañado del gres hullífero y de la caliza carbonífera. Con frecuencia se ve, en las hulleras de Alemania, pórfido cuyas erupciones pueden ser consideradas como una de las causas de la presencia del carbon en las entrañas de la tierra. Los depósitos estratificados de hulla, su extension, conducen á creer que cierto número de hulleras fueron primero depósitos de turbas. La turba es una sustancia que ha experimentado ya en su tejido la modificación que caracteriza á la hulla; la nata está desarrollada en ella; ahora bien, esta sustancia meral no existe en un vegetal fresco ó seco, y no puede desarrollarse sino cuando este vegetal ha quedado sepultado bajo las aguas y ha sido privado del contacto del aire atmosférico. Una turba compacta, como se encuentra algunas veces, está en condiciones que la acercan mucho á la hulla. Pero si añadimos que, en un gran número de casos, la totalidad del yacimiento de la hulla ha sido calentada y abrasada por erupciones volcánicas, la mayor parte porfídica, sin que los principios gaseosos hayan podido escaparse, la transformación de la turba en hulla adquiere un grado mas de certeza. Frecuentemente se encuentran en las hornagueras troncos de árboles que no dejan duda alguna sobre el origen de muchas hulleras.

Pero en otros casos tambien; todo conduce á creer que las hulleras han sido formadas por el transporte de sustancias vegetales en lagos ó en golfos mariscos. Además de los numerosos fósiles vegetales que se encuentran en el terreno hullífero, los fósiles animales son ó especies marinas, algunas veces de mar profundo, algunas veces de ribera, ó especies de agua dulce. El estudio de estos fósiles podría, pues, conducir á determinar el modo de formación de las hullas locales.

Como quiera que sea, el gran depósito de hulla se encuentra en el límite de las rocas de transición y de las rocas secundarias. En la zona templada del antiguo continente, la hulla descende hasta los lugares mas bajos del litoral. Cerca de Newcastle-en-Tyne se encuentran al nivel, y sobre el nivel del mar, cincuenta y siete capas de arcilla endurecida y conglomerados, alternadas con veinticinco capas de hulla. Las arcillas y los gres son las rocas que alternan mas generalmente con las hullas y que las cubren, y algunas veces estas reposan inmediatamente sobre el granito.

Todas estas circunstancias de ya inminente prueban que en la época de la formación de las hullas, habia tierras fuera del agua en que crecían vegetales, rios que los transportaban, pantanos y lagos que formaban hornagueras, lagos y golfos marinos que recibían los restos vegetales arrastrados por los rios; que estos rios llevaban, al mismo tiempo; los detritus de las

rocas primitivas y primarias que habian salido del agua, de donde han procedido los gres y los esquistos que acompañan á las hullas; estas circunstancias, con la posición del gran depósito hullífero, intermedio entre los terrenos primarios y secundarios, es decir, en contacto con los primeros y con los segundos, nos conducen á reconocer que las hullas marinas se han depositado, no lejos de las riberas de los mares primitivos, mientras que otros se han depositado al mismo tiempo ó mas tarde, en lagos de agua dulce, y desde este momento no debe esperarse encontrar hullas bajo las grandes masas secundarias que se formaban al mismo tiempo y despues en el seno de los mares mas profundos.

Pero, además del gran depósito hullífero, hay criaderos excepcionales de hulla, que se han formado sin duda de la misma manera, pero probablemente en otras circunstancias de suelo y mas tarde. Se ven ya, por ejemplo, hulleras en la oolita jurásica, y aun hay una explotación cerca de Buckenbourg. Se encuentran en varias localidades en cuencas pequeñas, y su presencia en las cuencas elevadas del Jura, ha excitado la curiosidad hace mucho tiempo. Estos depósitos excepcionales prueban mas y mas el origen vegetal y natural de las hullas, que no pueden, en tal caso, ser atribuidas á otras condiciones que las de la naturaleza actual.

La segunda división de los terrenos secundarios, que hemos llamado *supra-hullífero*, corresponde á las hiladas superiores del gres hullífero y al trias. Esta división consiste en una serie de capas de gres, de caliza, de arcilla y de marga, que afectan comunmente una textura esquistosa. El *bunter-sandstein* de la escuela de Werner, el gres abigarrado de los franceses ó el nuevo gres rojo de los ingleses, es la capa mas desarrollada en todos los países que pertenecen al terreno secundario; por todas partes, y tan lejos como alcanzan nuestras noticias, sabemos que forma cordilleras de montañas. En Alemania y en Francia, sostiene el *muschelkalke*, rara vez sin intermedio, porque lo mas frecuentemente se encuentra un lecho de marga roja ó verde interpuesto. Capas de la misma naturaleza separan al *muschelkalke* del lias que tiene sobrepuesto. Buch ha dado el nombre de Keuper á estas capas y á todas las que se refieren á ellas. Debajo del gres abigarrado se encuentra en Alemania un esquisto calizo llamado *zechstein* en aquel país, caliza magnesiana en Inglaterra, y caliza fétida y gris entre nosotros. Esta caliza va acompañada de una arcilla esquistosa que contiene cobre sulfurado, muy visible en el país de Mansfeld. Esta serie de capas está apoyada en el gres rojo de los alemanes ó viejo gres rojo de los ingleses, ó *pudinga*.

Los pórfidos del gres rojo se encuentran en la extremidad meridional de la Alemania, en el Tyrol.

El *zechstein* ó caliza alpina, se extiende en una parte de la Alemania, de la Francia oriental, en los Alpes suizos, la Baviera meridional, el Tyrol, la Estiria, etc., etc. En el monte Perdido, en la cordillera de los Pirineos, esta roca de caliza fétida se eleva á mas de 1,750 toesas de altura; en los Andes del Perú, se eleva hasta 2,000 y 2,207 toesas. La gran altura á que se encuentran estas calizas fétidas, su olor, su estructura esquistosa, sus fósiles, prueban á no dudarlo, que han sufrido la acción de volcanes submarinos y que han sido alzadas sin duda en las localidades do se legan á tales elevaciones.

En Alemania el *zechstein* se encuentra algunas veces cubierto por la serie sobrepuesta del *muschelkalke*, del yeso fibroso y arcilloso, del gres abigarrado ó oolítico, del yeso foliáceo y salífero. El *muschelkalke* de las orillas del Weser, es paralelo al lias de Inglaterra, lo que prueba que en las dos extremidades del gran mar secundario, estos dos terrenos, que se consideran como sobrepuestos en las clasificaciones ar-

tificiales, han podido depositarse al mismo tiempo.

En los gres de este grupo secundario, se encuentran vegetales fósiles terrestres, reptiles y peces. En las margas se encuentran moluscos de ribera, bocinas y mias, que viven ordinariamente en las margas de las riberas. En los yesos, restos de reptiles, de peces, moluscos, muchos de los cuales son de riberas, tales como naticas, venericardias, mias, avículas, etc. En las calizas se encuentran reptiles ictiosauros, moluscos de mar profundo, encrinos, radianos de mar profundo; pero tambien moluscos de riberas.

Así la posición de los diferentes grupos de esta división *supra-hullífera*, ó triásica, la naturaleza de sus fósiles, vegetales terrestres, reptiles de embocaduras, moluscos de riberas, peces y moluscos, así como radiados de mar profundo, prueban que estos terrenos son de formaciones fluvio-marinas en gran parte, que estas formaciones podían efectuarse mas ó menos lejos de las embocaduras, y engranar entonces bajo las capas de transición y sobre la que llamaremos terreno jurásico, despues recibir en diferentes puntos enclaves de terreno hullífero, sobre el cual han podido igualmente engranar.

Llegamos á los tres últimos grupos secundarios que hemos llamado *sub-jurásicos* ó lias paralelo al trias ó *supra-hullífero*, y probablemente de la misma época, *jurásicos* ó *oolíticos*; *supra-jurásicos* ó *cretáceos*.

El grupo oolítico ó jurásico contiene hulla y es muy rico en fósiles. Se compone de terrenos muy variados y se extiende desde los Alpes hasta la Franconia, y quizá las calizas de los Alpes deben referirse á esta formación; se encuentra frecuentemente en las montañas que cercan el Weser y en Inglaterra.

La caliza jurásica reposa cerca de Lafenbourg sobre granito, en el Schavazwald sobre el gres rojo ó hullífero. La formación jurásica constituye la cordillera del Jura Suizo, da origen en Alemania á los Alpes de Suabia, ha hechado ramificaciones en la parte oriental de Franconia y en el alto Palatinado. La caliza de los Apeninos forma quizá parte de este grupo. La capa inferior de esta gran formación es llamada lias en Inglaterra donde predomina, y es como hemos dicho, paralela al trias del Weser.

La formación jurásica ó oolítica se compone en general de una alteración de rocas calizas, arenáceas y arcillosas; las arenas y las arcillas son una descomposición mas profunda de las rocas primitivas á cuyos restos se han mezclado los de las rocas de transición y de las rocas secundarias que hemos visto reposar sobre las primitivas y sobre las de transición, tales como los gres *supra-hullíferos* y triásicos; todos estos restos, transportados mecánicamente, se han mezclado con los productos de los cuerpos organizados.

El terreno cretáceo es muy dilatado y contiene muchos fósiles curiosos y todos marinos.

Los gres y arenas ferruginosas, los gres y arenas verdes, los gres secundarios de lignitos se manifiestan entre la caliza alpina, jurásica y la creta, es decir, hacia el límite de las dos.

En una nivelación barométrica, hecha en 1805, de Paris á Nápoles, Gay-Lussac y Humboldt han visto salir sucesivamente bajo la creta, la caliza del Jura, la caliza alpina, el gres rojo, el gneis y el granito. Se ha reconocido la creta en varias partes de Alemania, en el país de Hanover, al pié del Harz, cerca de Goslar, en el Brandeburgo cerca de Prentzlow, y en la isla de Rugen. Pero varios de estos pretendidos depósitos de creta son dudosos, porque muchas veces no se puede reconocer este mineral, sino por los cuerpos fósiles que presentan los trozos de terrenos margosos y arenáceos; ahora bien, los fósiles no son suficientes para colocar estos trozos de riberas en la creta verdadera que es siempre un depósito de

mar profundo. Su verdadera creta está en efecto rodeada por los depósitos jurásicos, sobre cuya extremidad interior engrana, y en varios puntos reposa sobre los terrenos de transición y primitivos; esta posición constante, unida á los fósiles de la creta, siempre marinos y animales de mar profundo, prueba que la creta es un depósito de alta mar.

Así en la formación del lias del terreno jurásico y de la creta, encontramos esta alternación de continente y de mar de las formaciones terciarias; hay solamente una gran diferencia en la disposición y en el tamaño de las cuencas. Las montañas jurásicas tienen mucho más desarrollo que las montañas terciarias; las primeras se hallan en cordilleras que se continúan muy lejos y cuyas rocas forman por lo común capas horizontales, mientras que las montañas terciarias tienen poca extensión. En la formación jurásica, vemos un gran continente, cuya continuidad nada viene á interrumpir, ó extensos mares que presentan fenómenos en relación. En la formación terciaria, el mar actual es el que ha hecho irrupción en un continente poco diferente del nuestro, ó mucho más probablemente que ha sido lanzado de él.

Los lignitos jurásicos, los vegetales, fósiles de este terreno, prueban que había en él tierras descubiertas; la hulla que el grupo oolítico ofrece en ciertas localidades, prueba la misma cosa, y una esta formación de una manera continua á las formaciones hüllíferas y sub-hüllíferas.

Los grandes saurios, animales de embocaduras, nos prueban, con los restos vegetales, que había grandes rios.

Los moluscos fósiles de los terrenos jurásicos presentan un gran número de animales de mar profundo, tales como los ammonitas, belemnitas, nautilos, etc., y animales de bahías y de margas de riberas como las carditas, y de agua dulce ó salobre como el unio, etc.

Los terremos jurásicos deben, pues, considerarse en parte como formaciones fluviomarinas pelágicas, es decir, que sus depósitos, resultados de las aguas fluviales y marinas, se formaban bastante dentro del mar, mucho antes que los terrenos de transición, y aun que los terrenos hüllíferos y triásicos; que nada por consiguiente impide considerarlos, sino en totalidad, al menos en gran parte, como contemporáneos y formados todos juntos, pero en diferentes puntos de un mismo mar.

Pero lo que hay de más notable en la formación jurásica, son sus inmensas cantidades de políperos, sus grandes masas de corales petrificados, que forman montañas, y que se deben considerar como los arrecifes ó islas de coral antiguas, análogas á las islas que los pólipos forman aun hoy en el mar del Sur.

La disposición de estas islas de coral colocadas en línea, ó dispuestas en grupos distintos, debe hacer suponer la preexistencia de cumbres de montañas submarinas que habrán servido de base á las construcciones de aquellos pequeños seres. Quoy y Gaimard, zoólogos de la expedición del capitán Freycinet, han probado que en varias islas los arrecifes de coral reposan sobre una roca que no contiene vestigio alguno de polípero. Ehrenberg ha hecho observaciones semejantes en las islas del mar Rojo.

Así la creta se encuentra rodeada de arrecifes y de montañas de políperos; ahora bien, Quoy y Gaimard han demostrado también que la lavadura de los arrecifes del mar del Sur da una sustancia enteramente análoga á la creta blanca, cuya huella han seguido en las corrientes por espacio de veinte y cuatro leguas; además, los políperos producen caliza, sílice y todas las sustancias que forman el fondo de la creta; se encuentran además en esta una gran cantidad de restos de pólipos y de corales. Todo conduce, pues, á afirmar, que la verdadera

creta ha sido formada á espensas de políperos jurásicos, y por consiguiente, al mismo tiempo que estos terrenos, solo que aun antes que ellos en el mar; lo que lo prueba más y más, son los demás fósiles de la creta, que son todos marinos y animales de mar profundo en general. Estos fósiles son numerosos y en general están rotos, triturados y no representan, como en las formaciones de ribera y de embocadura, innumerables reuniones de individuos de las mismas especies; en tal caso se comprende que estos restos han sido conducidos desde lejos que con los restos y las lavaduras de los políperos jurásicos, han contribuido á aumentar singularmente la masa de las cretas.

Así, como conclusión general de este estudio sobre todas las divisiones de los terrenos secundarios y de transición, se ve un mar inmenso, sembrado de islas y de continentes primitivos; en las orillas de este mar se forman terrenos de transición, y en otras partes terrenos carboníferos, que penetran hasta el suelo jurásico, sobre las riberas también y engranando en el suelo de transición, en ciertos casos, y en otros reposando inmediatamente sobre el granito, se han formado capas triásica y liásica, paralelamente, como el lias de Inglaterra, paralelo al trias de Weser. Mas adelante, se han formado en este mar capas jurásicas por el concurso de los grandes rios y de las aguas marinas, mientras que á su lado, en alturas de agua suficientes y sobre rocas primitivas submarinas, se elevaban arrecifes ó islas de coral y de políperos. De manera que en ciertos puntos esta inmensa formación jurásica reposa sobre el borde interior de los terrenos precedentes, y en otros inmediatamente sobre el suelo primitivo de la creación.

De la lavadura y de los restos de los políperos, mientras se elevaban, del acarreo de las conchas rotas y de los radiarios libres como los erizos marinos, se han formado las cretas enteramente en el seno de este mar profundo, de manera que la creta reposa en diferentes puntos sobre los diversos terrenos anteriores, por sus bordes exteriores, que habiendo sido depositados los últimos, debían en efecto, engranar sobre las capas jurásicas, etc., como los últimos depósitos jurásicos engranan sobre el lias y el trias y así sucesivamente.

Ahora bien, generalizando demasiado esta superposición por engranaje del borde exterior de un terreno sobre el borde interior de otro, ó para abreviar la cuestión del último depósito de un terreno sobre el primero del otro, se supone, dice Linck que las cinco divisiones secundarias están sobrepuestas de tal manera, que la segunda no habría empezado á depositarse sino cuando la primera estuviera completamente formada. Sin embargo, es muy posible que formaciones que se consideran hoy como sobrepuestas y de épocas diferentes, se hayan depositado al mismo tiempo y en localidades diversas.

Hay una circunstancia que influye no sobre la edad de las divisiones, sino sobre las divisiones mismas. En el norte de Alemania, por ejemplo, las divisiones de las rocas calizas son visibles y marcadas, porque se hallan separadas por un gres que quizá ha llevado allí la casualidad. Este gres que separa las capas, falta en muchos puntos de los Alpes; entonces se ha imaginado crear la formación de la caliza alpina que se ha referido, ya á una, ya á otra época geológica; mientras que sería posible que realmente perteneciera á varias épocas, porque los estratos inferiores han debido necesariamente depositarse en una época más antigua que los estratos superiores, porque la roca se ha formado continuamente, pero sin interposición de gres. La caliza alpina podría, pues, haber recorrido varias épocas. Consideremos que fácilmente pueden ocurrir trastornos en las montañas elevadas. Las capas toman mala dirección, el equilibrio se pierde, se invierten,

y lo que formaba la parte superior, se convierte entonces en parte inferior. Así vemos cuán difícil es determinar con alguna precisión, la edad de las formaciones en los Alpes.

Un fenómeno notable que ya hemos indicado, es que no se ve el terreno de transición sino en el Norte, en Suecia, en Inglaterra, y en la Livonia etc.; que no se observa en toda la longitud de la cordillera de los Alpes que va del Este al Oeste, y que hacia el Sur no se encuentra nada que le recuerde. La opinión de varios geólogos, es que las montañas de Génova están formadas por el terreno de transición; pero no se ha descubierto en ellas ninguno de los fósiles característicos de los terrenos de transición, por el contrario, los que se observan en ellas, son bastante raros é indican las divisiones inferiores de los terrenos secundarios. Así en las latitudes meridionales se ha señalado un terreno de transición donde faltan los caracteres zoológicos, mientras que en el Norte del carácter zoológico, se encuentra acompañado de todos los caracteres que le distinguen. Estos hechos se hallan en relación con el movimiento general de las aguas, del Norte al Sur, hacia donde ellas han arrastrado todo el esfuerzo de las formaciones secundarias.

Lo mismo sucede con el muschelka ke que con las rocas de transición; solo en Alemania y en Francia se ha encontrado con los encrinos que le son propios. No se reconoce en Inglaterra, en la península escandinava, ni en las partes occidentales ó meridionales de la Alemania. Así se comprende que el muschelka ke sea un fragmento de rocas primitivas transportado á lo lejos, en el límite de los terrenos secundarios con que se mezcla.

Estos hechos de separación marcada, nos conducen á ver en un solo conjunto todos los terrenos secundarios, como formados en el Mediodía, mientras los de transición se formaban al Norte.

Si además admitimos que muchas montañas deben su existencia á hundimientos ó alzamientos, resultados de la causa ígnea ó de la rotura de las capas, vemos nuevas circunstancias que podrán muy bien alterar el orden que se ha querido establecer hipotéticamente en la serie de los terrenos secundarios.

En fin, el estudio de los fósiles del terreno secundario, prueba que todo el conjunto de este terreno está formado en circunstancias casi idénticas y que influyen recíprocamente unas en otras, y que en tal caso no pertenecerían sino á una época y no á varias.

Así el mundo primitivo nos presenta un gran período geológico, dice con razón Linck, durante el cual en diferentes localidades se depositaron diferentes rocas, alternativa ó simultáneamente. Que un continente se elevaba sobre la superficie del agua, es una verdad que prueban de una manera incontestable los depósitos de hulla, las impresiones de vegetales, los grandes saurios de embocadura, los moluscos fluviátiles. Pero todo conduce á creer, que en aquel continente primitivo, los pantanos, los lagos y los grandes rios eran infinitamente más numerosos que lo son en la época actual. Las arenas hüllíferas, los fósiles casi todos acuáticos, conducen á esta conclusión.

Un vasto océano se extendía á lo lejos; sus aguas estaban pobladas de animales análogos ó idénticos á los que encontramos en tan gran número en nuestros mares actuales. La formación caliza de origen esencialmente marino, y resultado del trabajo ó de los restos de estos animales, forma alternativas con un terreno micáceo, que no es más sino un detritus de la capa cuarzoza rota, desagregada, y descompuesta del globo; en el medio se insinuaba la arcilla fina de las partes elementales del feldspato, y la sucia del granito, y que es también una parte dominante del porfido.

Lo que en un punto no fue más que el resultado de la destrucción, se hizo en otro en medio de la calma y del reposo; porque de tiempo en tiempo se alteró la

tranquilidad del globo por erupciones volcánicas que rompieron su superficie y modificaron más ó menos la cuenca de los mares. Estas erupciones vienen aun muchas veces á agitarle y continuar con más ó menos intensidad la serie de los fenómenos ígneos como la causa acuosa, continúa paralelamente la producción de sus efectos.

El gran mar secundario cuyas formaciones acabamos de recorrer en general, vió estrecharse sus riberas cada vez más por los acarreos triásicos, liásicos, y por los depósitos del sistema hüllífero, al mismo tiempo por los arrecifes y las islas de coral y de políperos continuaban sus trabajos que acabaron así por exceder la altura de agua conveniente á la existencia de estos animales. También se habían producido hundimientos y alzamientos en diferentes puntos y habían acabado de impeler las aguas á los mares actuales que penetraban aun sin embargo por algunos golfos en el suelo secundario. Por otra parte, se habían formado lagos de agua dulce ó salobre, en medio del continente secundario salido del mar. En estos lagos y en estos golfos marinos, se depositaron los terrenos terciarios. En los lagos se formaron hacia la parte de agua dulce; en los golfos capas marinas hacia la parte de agua dulce; en los golfos capas marinas hacia la parte del continente, y capas alternativamente marinas y de agua dulce en el límite y punto de unión de los dos órdenes, es decir, en la embocadura de los grandes rios, en el punto de encuentro y choque de las aguas marinas y fluviátiles. Los vegetales habían ganado poco á poco el suelo secundario á medida que habían salido de las aguas; sus restos se encuentran con los de los animales fluviátiles en las capas inferiores del terreno terciario; los animales terrestres, confinados por el gran mar secundario en los continentes lejanos, no habían podido acercarse á su centro; así sus restos no se encuentran en los terrenos que se han formado en sus profundidades. Pero á medida que las riberas de este mar se estrechaban, á medida que daban origen por su retirada sucesiva á lagos y golfos; á medida que los vegetales cubrían el suelo salido de las aguas, los animales terrestres se extendían y debieron así dejar sus restos en las diversas hülladas del terreno terciario, donde están mezclados con moluscos de agua dulce y moluscos marinos. En ciertos golfos terciarios, las últimas poblaciones de políperos encontraron diferentes puntos señalados, donde acabaron de vivir dejando sus restos que se encuentran aun en las calizas terciarias.

Tal es la consecuencia que se deduce naturalmente del estudio de los terrenos terciarios, los cuales no pueden evidentemente ser todos referidos á la misma época, pero que deben haberse formado sucesivamente á medida que el suelo secundario salía del agua, y que el mar se dividía en golfo ó daba lugar á los lagos. En fin, la ocupación de unos y otros por las mismas causas que habían llenado el mar secundario, ó por causas análogas y diversas, terminaba en cada punto de los continentes actuales la serie de depósitos, por lo que se ha llamado diluvion, si es que no se debe referirle á una causa general y pasagera. Así nuestros continentes llegaron á su estado actual, que no ha sido modificado después sino por las desecaciones de nuestros lagos, los aluviones de nuestros rios, las irrupciones y las retiradas parciales de nuestros mares.

## CAPITULO XVI.

DESPUES de haber considerado el conjunto de los terrenos en sus posiciones relativas para deducir de ellas su modo de formación y su sincronismo general, debemos verificar esta concepción echando las primeras bases generales de la comparación de las grandes cuencas, empezando por la mejor estudiada, la