

dia depositarse en la ribera, mientras que otro se formaba en el fondo de la alta mar; otro tanto debe decirse de los diferentes grupos del terreno terciario.

Pero además de este sincronismo general de las formaciones en una misma cuenca, y aun de los terrenos en cuencas diferentes, ha habido otro sincronismo, cuyo valor examinaremos en el capítulo siguiente.

CAPITULO XVIII.

DEL SINCRONISMO DE LOS TERRENOS Y DE LAS FORMACIONES.

El estudio comparativo de las diferentes cuencas geológicas nos ha conducido á la conclusion de un sincronismo general entre las formaciones de estas cuencas. Ahora bien, para completar esta cuestion importante, debemos examinar aquí mas á fondo lo que ha sido y lo que ha debido ser el sincronismo ó la contemporaneidad de las formaciones, á riesgo de repetirnos quizá en algunos puntos.

En primer lugar, resulta de todos nuestros estudios anteriores, que dos grandes hechos dominan la superposición de las capas de todos los terrenos que componen la corteza del globo, desde el suelo primitivo hasta las formaciones recientes.

Uno de estos hechos nos muestra en las localidades donde se encuentran, la generalidad de las capas del suelo en estratificación concordante, es decir, con la misma dirección ó inclinación entre sí; nos presenta las capas del suelo secundario en estratificación concordante entre sí y con el suelo primitivo, y en fin, las capas del suelo terciario se hallan en la misma disposición entre sí y con las anteriores; este hecho, observado en gran número de puntos del globo, está adquirido á la ciencia. La consecuencia lógica y natural que de él puede sacarse es: que todas estas capas primarias, secundarias y terciarias así dispuestas, prueban la acción de una causa continua, y casi siempre la misma, que no ha cesado de obrar en el mismo sentido, en cada localidad, desde el principio al fin de los depósitos; solamente los elementos, los materiales sobre que ha obrado, han variado por su acción misma, complicada con causas diferentes y numerosas.

La sucesión de estos depósitos, es, en efecto, tan continua, las diferentes capas se hallan tan engranadas unas con otras, que es mas raro encontrar los límites de dos rocas bien marcadas que verlas fundirse, ya sea por paso, ya por alteración, y que muchas veces no se pueden marcar, no ya las divisiones de detalles, sino las grandes divisiones de terreno primitivo, secundario y terciario, á no ser de una manera artificial, y en un gran número de casos, tan arbitraria, que los geólogos sistemáticos no pueden ponerse de acuerdo sobre lo que pertenece á un terreno mas bien que á otro. Este desacuerdo prueba que deberían desenterrarse de la ciencia las ideas demasiado sistemáticas, para atenderse rigurosamente á la sucesión natural de los fenómenos. Como quiera que sea, es evidente que no se puede aceptar la idea hipotética de revoluciones sucesivas, que hubieran producido esta sucesión de capas, de terrenos tan íntimamente unidos, que no pueden ser mas que el efecto de una causa única y continua, aunque modificada, de diferentes modos, según las localidades y sus circunstancias.

El segundo hecho, que domina toda la sucesión de los terrenos, parece á primera vista, enteramente opuesto al primero; en efecto, nos revela trastornos, dislocaciones que han producido hundimientos y alzamientos simultáneos, y como por un efecto de báscula, en las capas del suelo que componen las montañas ó que se halla inmediato á ellas. Estos trastornos parecen haberse verificado en todas las épocas, y ha-

ber obrado sobre todas las capas formadas ya, en el tiempo en que sobrevinieron.

Las capas sobrepuestas en estas localidades, se hallan con mucha frecuencia en estratificación discordante, es decir, que las capas superiores, tienen una dirección y una inclinación diferentes de las capas inferiores, y aun opuestas. De esto se ha deducido que las capas superiores habian sido depositadas despues de la dislocación de las capas inferiores, y por causas diferentes; esta conclusion parece verdadera y legítima en varios casos; pero en los otros no se halla al abrigo de toda discusión y de toda duda. También se ha deducido de los hechos anteriores, que no se podía aceptar la acción de causas continuas, pero que estos hechos prueban revoluciones diferentes y largas intermitencias en la serie de los depósitos.

Sin embargo, esta última conclusion es tan opuesta al primer hecho general, que es imposible admitirle sin contradicción. Si podemos, pues, interpretar los efectos de la causa de los trastornos, haciéndolos que concuerden con los de la causa principal y continua que ha producido las estratificaciones concordantes, nos parece que estaremos mas seguros de la verdad. Ahora bien, este acuerdo no es tan difícil como se ha querido suponer.

En efecto, es cierto que ha sido necesario que los depósitos dislocados se formaran antes de ser alzados ó hundidos; la causa que ha formado los depósitos, ha comenzado á obrar la primera; ha obrado, para formar los depósitos regulares, no dislocados, y los que lo han sido despues de su formación; ha obrado, pues, de una manera general. Pero en ciertos puntos, mas ó menos extensos, las capas ya formadas han sido rotas, la dislocación ha producido por una parte hundimientos y por otra alzamientos. En este caso la cuenca acuosa ha sido modificada en su forma y en sus límites; las corrientes han cambiado de dirección, y los nuevos depósitos que han formado, han debido estratificarse de una manera discordante de los primeros. Pero no ha habido para esto intermitencia en la acción de la causa de los depósitos, puesto que al contrario los hechos parecen probar que ha adquirido mas energía; que ha tenido mayor abundancia de materiales á su disposición, por el efecto mismo de las dislocaciones. Así estos dos grandes hechos, en apariencia tan opuestos, el hecho de las estratificaciones concordantes y el de las estratificaciones discordantes, son debidos á una misma causa continua, que ha sido en el último caso modificada en sus efectos y la dirección de sus depósitos por la causa de las dislocaciones y de los alzamientos.

Sin discutir todos los hechos de detalle que se podrán referir á esta regla general cuando se quiera, podemos asegurar que todos los depósitos son el producto de causas continuas, y que no ha habido por consiguiente esas revoluciones asombrosas que habrán trastornado á un tiempo toda la superficie del globo y destruido los seres organizados que vivían en ella. Podemos concluir, en fin, que la causa acuosa y la causa ígnea, han sido sincrónicas ó contemporáneas en sus efectos, lo mas comunmente combinados.

La manera enteramente artificial como se ha presentado hasta ahora la superposición de las capas que componen el suelo, puede conducir á graves errores á las personas que no han profundizado el asunto. A cuatro clases pueden reducirse todas las sustancias que componen el suelo de los depósitos; estas son arenas y gres, arcillas, sustancias carbonosas y calizas. Cada una de ellas domina en ciertas capas, y se presenta en ellas con formas y estructuras variadas, según los terrenos, las localidades y las circunstancias que las han modificado durante ó despues de la formación de los depósitos. Ahora bien, por estas variaciones accidentales, se distinguen en un gran número de capas que alternan unas con otras en su superposición para

formar cada terreno. Pero como muy ordinariamente las mismas capas ocupan y debían ocupar, como hemos probado, posiciones análogas en las diversas localidades, puesto que las unas son restos de las rocas primitivas y formaciones de riberas, las otras, formaciones de embocadura, las otras, formaciones de alta mar, etc., que deben por consiguiente, encontrarse siempre en sucesión, se ha deducido de esto que las capas análogas se habian formado al mismo tiempo, por las mismas circunstancias y por las mismas causas; esto es lo que se ha llamado sincronismo de formación, del cual vamos á ocuparnos.

Se ha considerado despues la superposición de estas capas numerosas, como si se encontraron todas reunidas en una misma localidad y formando una serie continua y sin vacíos de todas las especies conocidas. Sobre esta serie, completada así artificialmente, se han establecido las divisiones, las subdivisiones de los diversos terrenos, se han fundado las hipótesis de formaciones contemporáneas para todas las especies que ocupan el mismo lugar en la serie artificial, las hipótesis del tiempo y de la duración que se han necesitado para realizar esta larga serie de capas sobrepuestas y muchas veces alteradas. De aquí en gran parte, los siglos infinitos en que se pierde el origen de nuestro globo; el tiempo no ha costado nada, se ha multiplicado hasta espantar á las imaginaciones mas atrevidas. Sin embargo, esta serie artificial de superposición continua, y sin interrupción de las capas, es, puede decirse con seguridad, enteramente opuesta á la realidad de los hechos; en primer lugar, no hay una sola capa, en toda la serie de los terrenos, que no aparezca en varios puntos en la superficie del suelo, sin estar cubierta por otra; aquí es el suelo primitivo el que sale á la superficie; allí es el terreno carbonífero; mas allá el terreno triásico; despues el jurásico; en seguida el cretáceo; en otras partes son las diferentes hileras del terreno terciario. En segundo lugar, descendiendo de los terrenos recientes á los mas antiguos, encontramos una marcha análoga; el suelo terciario reposa inmediatamente sobre el granito y sobre los esquistos primarios (caliza gruesa de Dinan en Bretaña, etc.); en otras partes el terreno cretáceo reposa sobre el terreno primitivo, sin intermedio; en otras el suelo jurásico reposa sobre este mismo terreno primitivo, etc., de manera que se puede asegurar aun, que no hay probablemente una sola capa caracterizada de un terreno cualquiera, que, en algun punto del globo, no repose inmediatamente sobre el suelo primitivo. Ahora bien, de este hecho general resulta que todas las capas de un terreno cualquiera, que reposan sobre el suelo primitivo, podrían ser consideradas como contemporáneas, y que sería una extraña violencia á los hechos colocarlos en su lugar hipotético en la serie artificial de superposición.

Es muy cierto, sin embargo, que cuando hay varias capas sobrepuestas, siguen un orden casi regular; así las capas primarias son las mas inferiores, despues vienen los gres antiguos, rojos, abigarrados, etc., el lias, el terreno jurásico, etc. Ahora bien, esto se concibe, puesto que las capas primarias son restos y dependencias del suelo primitivo, así como los gres y las arcillas inferiores han debido ser depositadas y formadas antes que el suelo primitivo fuera en aquel punto cubierto por calizas; porque una vez este suelo primitivo cubierto inmediatamente por calizas ú otras capas, y sustraída así á las causas de erosión, etc., no ha podido ya formarse á sus expensas ni terreno primitivo ni gres.

Pero cualquiera que sea el terreno que se estudie, se puede asegurar que no se encuentra en parte alguna en superposición continua la serie de las capas que entran en la clasificación artificial.

En fin, en ningún punto del globo se pueden observar todos los terrenos, ni todas las capas de un mismo

terreno reunidas; lo mas completo que hay en este concepto se nos presenta al Oeste de Eueopa, y hemos visto cuánto faltaba para que se encontraran series completas de capas aun en un mismo terreno. La superposición no es, pues, lo que se ha presentado artificialmente. Para ponerse en la verdad es preciso formarse otra idea, y la inteligencia de este punto capital ha sido nuestro objeto en este tratado.

Si por ejemplo, partimos de los granitos de Bretaña para llegar al suelo terciario parisien, hé aquí lo que encontramos: 1.º, las costas y las crestas graníticas forman la superficie del suelo; 2.º, las capas primarias de gneiss, de micasquitos, de esquistos arcillosos se suceden en la superficie saliendo unas debajo de las otras, de manera, sin embargo, que el nivel baje descendiendo de los granitos sobre las capas mas superficiales; 3.º, mas lejos y á un nivel aun mas bajo, las hileras inferiores secundarias aparecen al pié de los esquistos; vienen despues las calizas jurásicas, de modo que sus difereates hileras salgan tambien unas debajo de las otras; despues estas calizas se pierden bajo la creta cuyo nivel es cada vez mas bajo, y que va á perderse bajo el suelo terciario parisien.

Ahora bien, esta sucesión en anchas gradas de una especie de escalera, no prueba en manera alguna que la capa que forma la primer grada se extienda bajo toda la segunda, ni que esta se extienda bajo toda la tercera, y así sucesivamente. Por el contrario, nos parece mas conforme á los hechos observados y á los efectos que vemos producirse aun á nuestra vista, admitir que mientras los primeros depósitos se continuaban aun, los segundos empezaban en una de sus extremidades y continuaban así simultáneamente durante cierto tiempo; que mas lejos, los terceros empezaban á depositarse en la extremidad de los segundos y así sucesivamente; además, que en las riberas, por ejemplo, se formaban ciertos depósitos, mientras que otros se amontonaban en el fondo de la cuenca del mar. Una ojeada sobre un mapa geológico parece conducir en efecto á reconocer, que la creta, que es un depósito de alta mar, se depositaba ya durante la formación del lias que es un depósito de ribera, y durante la de las capas jurásicas, que son intermedias, que han sido depositadas ó formadas en una zona separada de la ribera y que rodeaba el mar profundo, donde se ha depositado la creta procedente de su lavadura; que en otros puntos podían depositarse hullas y gres al mismo tiempo, mas ó menos lejos de las riberas; que los esquistos primarios podían al mismo tiempo tambien formarse en el sitio y enteramente á la orilla del mar, donde se depositaba desde entonces la creta. De manera, sin embargo, que los depósitos mas próximos á las riberas, habiendo sido los primeros descubiertos, han terminado tambien su formación mas pronto, y su borde interior ha sido cubierto por los últimos depósitos de las capas siguientes; estas encontrándose despues las unas inmediatas á la ribera, han terminado sus depósitos antes de las siguientes, cuyas últimas hileras las han cubierto, y lo mismo ha sucedido á las siguientes, á medida que se avanza hácia el centro del mar y que las aguas se retiraban por una ú otra causa.

Además, en el caso muy frecuente de formaciones de agua dulce, y de formaciones marinas, alternadas ó sobrepuestas, ó mezcladas, los rios arrastraban de los continentes, mientras que el mar arrastraba de su seno al mismo tiempo; el predominio de los rios formaba una capa de agua dulce, y en los dias siguientes el predominio de la marea formaba una capa marina en el mismo punto; la lucha de las dos aguas formaba una mezcla. Estos modos de formación han sido demostrados para los terrenos terciarios parisienenses, etc., y tienen su aplicación enteramente exacta á los terrenos secundarios, etc. Esta interpretación, que está de acuerdo con los hechos mas nu-

merosos y en la mayor parte de los casos, no puede ser contradicha por otros hechos locales que presentaran una sucesion de varias capas diferentes en una superposicion completa de toda su extension. Porque en este último caso, sumamente raro, si existe, habria que buscar las causas modificadoras de los depósitos, ya en dislocaciones que habrian traído nuevos rios, ya en una invasion de los mares sobre un terreno ya descubierto, etc. En cuanto á la sucesion de las capas, mas ó menos análogas en una misma formacion, los hechos conocidos y las leyes físicas nos dan su sincronismo.

Estas opiniones pueden demostrarse por la serie paleontológica, por los restos fósiles de seres organizados, considerados en su yacimiento, sus costumbres, y en sus relaciones con el suelo y las condiciones de su existencia, y de este modo convencernos de que han debido volverse fósiles en el orden en que se encuentran, y desaparecer lo mismo; y en fin, que todo esto concuerda admirablemente con la formacion de la serie mineralógica tal como la hemos concebido y presentado. Para hacer resaltar mejor esta concordancia, vamos á estudiar los fósiles en el orden de los terrenos donde se han encontrado hasta ahora.

Los primeros terrenos donde se encuentran fósiles son los terrenos primarios ó de transicion; ahora bien, hemos reconocido por la posicion y la naturaleza de los terrenos, que se habian formado, en su mayor parte, en las riberas del gran mar primitivo, ó alrededor de las islas primitivas; debemos, pues, encontrar en ellos animales de ribera, y esto es en efecto lo que sucede: se encuentran en el terreno pizarroso, entre los articulados, lo menos catorce especies de trilobitos y catorce de climenes, que son crustáceos, los cuales viven en general no lejos de las riberas; una sérpula, gusano marino que se encuentra tambien en las riberas; entre los moluscos, veintitres especies de traquelipodos fitófagos, animales que viven no lejos de las riberas fecundas en vâras y plantas marinas; ocho de patelas, que viven en las rocas que el mar descubre por su flujo y reflujio; treinta y ocho de acéfalos, lamelibránquios, cuyos géneros mas conocidos en estado vivo son las ostras y almejas; ahora bien estos moluscos bivalvos, viven alrededor de las rocas, ó por bancos, á ciertas distancias de las riberas. Pero se encuentran tambien especies de alta mar; así se han señalado unas veintiseis especies de goniatitas, veintidos de ortoceras, tres de belerofos, todos animales del gran género lineano de los nautilus, que viven en el fondo de los mares, pero cuyas conchas son con frecuencia arrojadas á las riberas. Cinco especies de terebrátulas cuyas análogas vivas se fijan en las rocas en los mares profundos. Entre los radiados se han encontrado cuatro especies de crinóides, de que ya no se encuentran análogos sino en las profundidades de los mares. Así los animales de riberas son, pues, predominantes en el terreno pizarroso, y los de alta mar pueden haber sido arrojados á él como sus análogos lo son aun hoy dia sobre las riberas.

El terreno antracífero contiene los mismos fósiles que el anterior, encontrándose en él particularmente bocinas, turbos, turrítulas, naticas, moluscos cefálicos, que viven lo mismo cerca de las riberas que en plena mar; neritas que viven lo mismo en las aguas dulces y fluviales que en las embocaduras; hélices, que si son verdaderas, deben ser terrestres; entre los moluscos acéfalos, las bucardas, cipricardias, sanguinolarias, animales de bahías marinas no lejos de las riberas; hay asimismo peines, lucilas y crasatelas; moluscos fluviales y de agua salobre. Se encuentran igualmente moluscos de alta mar y políperos, pero que son indudablemente transportados del fondo de los mares,

Los fósiles de los terrenos primarios concuerdan, pues, con su posicion geológica, para probar que estos terrenos han sido depositados sobre las orillas de los mares primitivos.

Terrenos hullíferos. La comparacion de la flora hullífera con la de las diferentes regiones del globo, la aproxima á la de la zona tórrida y principalmente á la de las islas mas pequeñas y mas distintas de los continentes. Se nota en efecto que estas islas se acercan mas de lo que conocemos en los terrenos hullíferos, tanto por la proporcion numérica de las especies de las diferentes clases, como por el desarrollo que toman estas especies. La vegetacion de las hulleras se aproxima tambien mas á la que crece mas vigorosamente en el suelo primitivo. Ahora bien, la posicion de las hulleras nos las presentan en general, como formadas alrededor de islas primitivas, rodeadas de extensos mares, que mantenian en ellas una temperatura mas uniformemente elevada y húmeda, y por lo tanto semejante á la de la zona tórrida. Los fósiles animales son restos de insectos, de arácnidos con trilobitos, y en general moluscos marinos de bahías y de aguas salobres; peines, mias y unio; ó bien moluscos de mar profundo análogos á los de los terrenos anteriores. En otras partes son moluscos únicamente lacustres y fluviales. Estos fósiles animales concuerdan, pues, con los vegetales para probar que las hulleras se han formado ó en aguas dulces ó en bahías marinas á la embocadura de los grandes rios, lo que la posicion geológica nos habia indicado tambien.

Las diferentes hileras del terreno triásico contienen tambien trilobitos, reptiles de embocadura, crustáceos, moluscos de embocadura, de bahías y riberas, como tambien algunos que se pueden suponer de mar profundo; igualmente se encuentran en ellas vegetales acuáticos y terrestres. Ciertos gres de este terreno han presentado tambien impresiones de pies atribuidos á aves y aun á cuadrúpedos terrestres.

El lías que hemos considerado con hábiles geólogos como una formacion mixta de las aguas marinas y de las aguas lluviales, contiene en efecto, reptiles de embocadura, crustáceos de riberas, moluscos de agua salobre, moluscos de bahía, moluscos pelagianos, y ya un número mayor de moluscos de mar profundo; tambien se encuentran en él restos de vegetales.

Los fósiles de los terrenos jurásicos son moluscos de alta mar sin excluir, no obstante, algunos que han podido vivir mas cerca de las riberas; en algunos parajes se encuentran asimismo huellas de reptiles.

La creta misma contiene tambien reptiles, algunos moluscos de agua dulce, pero el mayor número de sus fósiles son moluscos y radiados de alta mar.

En los terrenos terciarios especialmente, es donde aparecen en mayor número los moluscos de embocadura y los animales terrestres. Ahora bien, todo nos prueba que los terrenos terciarios no han sido depositados sino despues de los cambios ocurridos en las cuencas del gran mar, y siempre en golfos vecinos de continentes sólidos de las aguas.

Si como parece probable, la serie de los terrenos, desde los de transicion hasta los cretáceos, se ha formado en un mismo mar extenso y profundo, cuyos límites hemos intentado encontrar, resultan varias consecuencias que el orden en que aparecen y desaparecen los fósiles, viene á confirmar.

En primer lugar, la temperatura debia ser mucho mas uniforme en aquel extenso mar que en las tierras descubiertas que rodeaba. Se sabe en efecto, que la temperatura de los mares es siempre mas elevada que la de los continentes; que además esta temperatura de los mares es tanto mas elevada, cuanto son mas extensos y profundos. En tal caso se comprende cómo una multitud de animales que no encontramos ya en nuestros pequeños mares, han podido vivir en el que formaban estos juntos. Por otra parte hay una armonía

nia de asociacion entre ciertos animales como entre ciertos vegetales; se prestan unos á otros los elementos de vida. Así encontramos aun vivos en los extensos mares australes, las abundantes madreporas y pólipos que forman arrecifes é islas; en aquellos mismos mares encontramos los mayores moluscos; no habria en la presencia de estos millares de madreporas que segregan esas inmensas masas de sustancias calizas, una condicion de vida necesaria á los grandes moluscos, y que haria, que desapareciendo los pólipos, desapareciera tambien los moluscos grandes. Ahora es sabido que los corales, las madreporas y todos los políperos necesitan cierta altura de agua, y dos los políperos llenado, pérécen. Esta seria una gran razon para explicar cómo han desaparecido de nuestros mares, todos los animales que encontramos fósiles en nuestros continentes y asociados en los terrenos, absolutamente como parecen estarlo en los mares australes.

Se conocen terebrátulas vivas en los mares del Norte y en el Mediterráneo, y se encuentran terebrátulas en casi todos los terrenos hasta en los de transicion. La temperatura no parece, pues, haber influido en su existencia. Esta temperatura que tanto se ha invocado para explicar la desaparicion de los animales que se llaman perdidos, tiene en efecto una influencia bastante considerable en los continentes; pero esta influencia es mucho menor en los mares; se sabe en efecto, que si la temperatura de la superficie de las aguas varia, la de las aguas profundas, en los mismos lugares, está mucho menos sujeta á cambios, y que es mas elevada en general. Sin negar, pues, que la temperatura de los antiguos mares geológicos, ha sido mas elevada que la de nuestros mares septentrionales actuales, nos parece que se deben buscar otras razones de la desaparicion de los fósiles que no se conocen en nuestros mares, y la asociacion de los animales que proponemos, se halla enteramente en el orden de las leyes naturales. Hay que añadir aun la soledad de los mares, en que todos los animales que los pueblan se armonizan mucho mas naturalmente, y en particular sobre las riberas donde los vegetales y aun los animales son mucho mas abundantes, cuando estas riberas no son habitadas por la especie humana, ni frecuentadas por ciertos animales terrestres. Se han visto, en efecto, en nuestros tiempos desaparecer los grandes cetáceos del Océano Atlántico y de las costas de Europa; se ha visto á ciertos peces emigrar de nuestras costas, y se ve continuamente disminuir y aun desaparecer á los moluscos en ciertas bahías donde se pescan demasiado. Todos estos hechos vienen á confirmar la ley de asociacion de los seres; asociacion que se verifica lo mismo en las aguas que en la tierra, y que cuando no puede efectuarse y continuarse convenientemente, ve dispersarse y desaparecer á los seres que la formaban en ciertos lugares. La multiplicacion de la especie humana, es la mayor causa destructora de esta asociacion; pero no es la única. La llegada de ciertos animales á los parajes en que ciertas asociaciones de seres se perpetuaban antes; basta para destruirlas; esto es lo que hacen los carnívoros en la tierra y aun en la orilla de los mares; basta la llegada de una foca ó de un delfin á una bahía marina, para arrojar de ella todas las bandadas de peces que vivian antes en ella.

El cambio en las localidades debe ocasionar otros correspondientes en los seres que las habitan. No siendo iguales las circunstancias, las razas que habitan un punto cualquiera, le han abandonado para retirarse á puntos mas convenientes, mientras que otras razas que existian ya en ciertas comarcas mas ó menos lejanas, han venido á establecerse en lugares que ciertos acontecimientos han hecho propios para su existencia. Así el cambio de un mar

profundo en una bahía, de esta en un lago, en un pantano, ¿no debe haber ocasionado cambios en la serie de las especies que se habrán sucedido en un mismo lugar? Así los cambios en las relaciones de los continentes y de los mares, en la direccion de las corrientes, la posicion, la abundancia mayor ó menor de los afluentes, la modificacion en los climas que son su consecuencia, etc., etc., ¿no pueden producir semejantes resultados?

Haciendo aplicacion de estas condiciones de existencia, vemos que explican el orden de los fósiles en los diversos terrenos. 1.º Se encuentran moluscos de riberas y de agua dulce en casi todos los terrenos, lo que se explica fácilmente por el transporte de los rios en medio de los mares; pero estas especies son excepcionales por decirlo así, y raras en las formaciones de mar profundo, mientras que son muy abundantes y predominan en las formaciones de riberas y de embocadura; el orden inverso se verifica en los moluscos de mar profundo, que son mas raros en las formaciones de ribera y predominan en las formaciones pelagianas.

2.º A medida que los terrenos se acumulan, y por consecuencia las cuencas se hacen menos profundas, se ve á las especies crecer en número y formar asociaciones mas completas; así aparecen con los terrenos secundarios las grandes masas de políperos, que ofrecerian abrigos y probablemente un pasto abundante á los grandes moluscos de la familia de las amonitas, nautilus, belemitas, etc. Todos estos animales vivian en extensos mares, como lo prueba la extension de los terrenos que los encierran; la temperatura era, pues, en ellos mas uniforme; podian desarrollarse cómodamente y con tanta mayor facilidad, cuanto que los peces, en general, viven poco en las aguas profundas, buscan con preferencia las costas ó su inmediacion, y no venian por consiguiente á incomodarlos. Así se encuentran pocos peces en estas formaciones, mientras que se presentan mucho más abundantes en las formaciones de riberas. Por el contrario, se encuentran indicios de grandes reptiles acuáticos en ciertas localidades, en las cuales todo prueba que los rios debian perderse; ahora bien, todavía hoy se ven en los rios de la India y de la América, cocodrilos que se adelantan con las aguas dulces ó sabores á mas de 200 leguas en los mares.

3.º Pero no debe esperarse encontrar en toda la serie de estos terrenos animales terrestres, y en efecto, no se encuentran. Estos animales habitan los continentes, despues las islas inmediatas, que evidentemente han sido separadas de ellos. Ahora bien, el extenso mar primitivo, en que se han depositado todos estos terrenos primarios y secundarios, estaba sembrado de islas, que en su mayor parte no dependian de los continentes, producian una vigorosa vegetacion, insectos y moluscos de riberas, y probablemente terrestres; pero no contenian aun cuadrúpedos pilíferos. Estos se hallan confiados á los continentes lejanos del Asia, etc., no podian, pues, ser arrastrados á los terrenos secundarios.

Esto confirma, sea dicho de paso, la tesis de Linné, de que los animales terrestres han sido creados en un solo centro, desde donde se han esparcido sobre todo el globo. Las pocas escepciones de fósiles mamíferos que se han citado en los terrenos secundarios de Inglaterra, si son ciertas, habrán sido llevadas de lejos, quizá del continente de la Atlántida ó de la América.

No es lo mismo respecto de las aves, porque sus medios de locomocion les permiten atravesar los mares y pueblan todas las rocas que se elevan sobre las aguas. Nada hay, pues, de asombroso, en que se encuentren huellas de aves desde los terrenos secundarios; ya aun se podrian encontrar desde los terrenos primarios.

4.° Mientras tanto, á medida que los terrenos se elevaban en los mares, los políperos llevaban sus arrecifes á flor de agua, y morían ó desaparecían, como desaparecen todavía hoy, en cuanto sus trabajos, llegan á la superficie de las aguas. Los moluscos ú otros animales que se alimentaban de ellos, emigran ó desaparecen con ellos. Pero esto no se verifica de una vez y repentinamente, sino poco á poco, y siempre queda cierto número de individuos y de especies, y sufren variaciones de razas, ya sea en el tamaño, ya en las formas accidentales, etc., por efecto de los cambios de circunstancias que son mas duras. Estas especies se convierten en variedades, se hacen tambien mas raras, y hé aquí por qué se encuentran tambien en corto número con las nuevas especies, que el cambio de las circunstancias ha traído. Despues, creciendo estos cambios, acaban dichas especies por desaparecer. Así se explica la mezcla de los fósiles terciarios y secundarios, en los últimos terrenos secundarios y en los primeros terciarios.

Estas causas de disminucion de las cuencas de los mares, unidas á las de los hundimientos y dislocaciones, descubren cada vez mas los continentes, y forman bahías donde habia mares profundos, y á medida que las aguas se retiran, arrojan á las especies de mar profundo, ó estas especies perecen y las de las riberas, bahías, y agua salada, etc., vienen á habitar las mismas localidades siguiendo siempre las orillas de las aguas á medida que estas orillas se estrechan hácia los centros y las profundidades convertidas en riberas bahías; estas especies se extienden, pues, y se multiplican, á medida que las otras disminuyen; así se encuentran en los últimos terrenos secundarios y en mucho mayor número en los terciarios que se han depositado en circunstancias semejantes; mientras que no se encuentran mas que por excepcion, y no deben ya encontrarse los animales de los terrenos anteriores.

Las especies de aguas dulces se propagan y se extienden con estas aguas sobre los terrenos marinos, por las mismas razones.

Las especies terrestres, y los mamíferos sobre todo, se extienden á medida que los continentes vienen á unirse á las islas primitivas; esta extension, coincide evidentemente con la formacion de los mares terciarios á expensas de los mares secundarios. Así deben encontrarse indicios cada vez mas numerosos de mamíferos, á medida que se sube en los terrenos terciarios. Pero se deben encontrar en mayor abundancia los que viven en las aguas, en los grandes-valles, en las grandes corrientes de agua, así como los que se alimentan de estos, mientras que los mamíferos, que huyen de las aguas, ó que no se acercan á ellas sino rara vez, deben encontrarse fósiles mucho menos frecuentemente y en número mucho mas corto. Ahora bien, el orden que todos los hechos confirman, es este: delfines, cetáceos, animales de costas y de bahías; despues dugons, lamantinos, dinoterios, animales de las mismas circunstancias poco mas ó menos, y tambien fluviátiles; despues anfibios de la familia de los carnívoros y de los roedores; despues paquidermos y carnívoros que hacen de ellos su presa, etc.

5.° Pero sobre todo en los grandes aluviones del diluvion moderno, es donde se encuentran en mayor número los animales terrestres, y no hay en esto nada que no sea conforme á lo que vemos aun hoy. Se encuentran asociados confusamente en las mismas direcciones; las especies mas diferentes y mas enemigas aparecen juntas; del mismo modo que se han visto en las grandes inundaciones del Ródano, por ejemplo, herbívoros, roedores, carnívoros, reunidos confusamente en islotes, espantados de la crecida de las aguas, buscando todos su salvacion, sin huir los herbívoros de los carnívoros que tampoco pensaban

en atacarlos. Y si la inundacion continúa, todas aquellas manadas son sumergidas juntas por las aguas. Todo induce á creer que este fenómeno ha debido renovarse frecuentemente en los tiempos antiguos, puesto que encontramos tantos indicios de inundaciones semejantes. Tambien habrá podido contribuir en ciertos casos á la acumulacion de osamentas en las cavernas. Sin embargo, convendria guardarse de querer explicar por este medio la presencia de los fósiles terrestres en todas las localidades en que se encuentran; las causas de fosilizacion han sido multiplicadas y variadas como las localidades y las circunstancias.

6.° Lo que acabamos de demostrar respecto á los fósiles animales, puede decirse proporcionalmente de los vegetales. Primero deben encontrarse en los terrenos mas profundos, vegetales insulares que exigen una temperatura húmeda y uniforme en su elevacion, y tanto mas vigorosa en su vegetacion, cuanto que estas circunstancias son mas favorables y los animales no venian aun á destruirlos; despues deben venir los vegetales de los continentes, y estos cubriren de bosques á medida que salian de las aguas, disminuyendo y desapareciendo en proporcion inversa los vegetales insulares.

7.° De todos los mismos hechos y las mismas razones, se sigue que el orden de desaparicion de los fósiles debe seguir, y sigue en efecto, una marcha inversa desde los terrenos de mar profundo hasta los terrenos recientes. Primero, los políperos y los moluscos de mar profundo, deben desaparecer á medida que los mares disminuyen; despues los reptiles de embocadura y de grandes rios, deben perecer á medida que estos rios, ó cambian de lecho, ó se secan, ó son demasiado frecuentados, porque estos animales no pueden emigrar; lo mismo sucede con todos los animales que viven en las aguas dulces, tales como los lamantinos, etc. Entre los animales terrestres, los que exigen grandes valles, grandes corrientes de agua solitarias, extensos bosques, desaparecen á medida que los bosques son devastados por la especie humana; porque á consecuencia de la destruccion de los bosques, las grandes corrientes de agua se secan, las que quedan, son invadidas por la vegetacion, etc. En fin, los animales nocivos ó inútiles al hombre, deben cederle el imperio.

8.° Ahora bien, como hemos demostrado que los terrenos terciarios y diluvianos no eran todos de la misma edad, sino que por el contrario se habian depositado sucesivamente, á medida que los grandes mares cedian el puesto á los golfos, á los lagos y á los rios; y que todo induce á creer, en el exámen del globo, que los mares han existido mas tarde hácia las partes occidentales, se sigue, que los terrenos terciarios y los aluviones de la Alta Asia, por ejemplo, pueden muy bien haber sido contemporáneos de los terrenos secundarios del Oeste de Europa, y que por consiguiente, podia haber ya allí mamíferos fósiles, cuando las comarcas occidentales de nuestro continente no estaban aun habitadas. Como por otra parte el movimiento de las aguas es en general de los polos hácia el ecuador, y ademas los terrenos primarios ó de transicion, dominan en el Norte de Europa y de Asia donde hasta los aluviones reposan sobre el suelo primitivo, se comprende cómo refiriéndose primero las aguas de estas comarcas, han sido las primeras que se han cubierto de bosques y de habitantes. Siendo su temperatura mas uniforme y mas elevada, á causa de la inundacion de las aguas que cubrian aun las partes meridionales de estos continentes, permitia á los vegetales y á los animales que no se encuentran mas que en los climas meridionales, vivir entonces en las comarcas septentrionales, cuyos aluviones encierran sus restos.

Haciéndose la temperatura mas áspera á medida que los continentes se han ensanchado por la retirada

de los mares, estos animales han emigrado sucesivamente.

Pero como el hombre ha llegado despues, destruyendo los bosques y por consiguiente las corrientes de agua, estos animales han acabado por desaparecer en bastante gran número, dejando sus últimos vestigios con los restos del hombre.

Así las emigraciones de los pueblos han debido comenzar del Asia central, hácia el Alta Asia y hácia el Asia y Europa septentrionales; y por otra parte hácia el Africa meridional que presentaba islas primitivas en la Nubia y la Abisinia; que han sido en efecto pobladas antes del Bajo Egipto.

Estas conclusiones geológicas son confirmadas tambien por los anales y las tradiciones de los pueblos, como igualmente la destruccion de los grandes bosques que ha empezado muy temprano en el Asia y comarcas orientales, donde ha acabado por contribuir singularmente á la decadencia de la civilizacion entre los pueblos que las habitan; esta destruccion ha ganado despues paso á paso, y empieza á alarmar el Occidente.

Así en la aparicion como en la desaparicion de los fósiles todo se une y encadena por una parte con el orden, la posicion y la naturaleza de los terrenos, y por otra con las causas naturales y las leyes armónicas del universo de que la especie humana es la mayor violadora, y por consiguiente la mayor causa de destruccion de los seres. Y en último resultado, la geología así concebida concurre con las demás ciencias á demostrar la unidad de la creacion.

CAPITULO XIX.

DEL TIEMPO QUE HAN EXIGIDO LAS DIFERENTES FORMACIONES.

LLEGAMOS por fin á la cuestion que mas excita la curiosidad del vulgo; la cuestion del tiempo que se ha necesitado para formar los terrenos, para acumular tantos restos de animales y de vegetales en las capas del suelo, para sobreponer estas mismas capas, etc. Tambien esta cuestion ha dado lugar á todos los sistemas de épocas y de revoluciones; no se sabia cómo explicar con los tiempos históricos, la inmensa duracion que parecian reclamar el gran número de superposiciones, su extension y su potencia. Entonces se ha pedido tiempo, se ha buscado en la hipótesis de las revoluciones y de las creaciones sucesivas á largos intervalos, la solucion de un problema que turbaba la imaginacion. Y para salvar la cronología de Moisés, se ha torturado su relato de la creacion, se ha hecho decir á su texto lo que no dice, se ha negado la unidad armónica de las leyes que rigen á los seres; se ha negado á Dios el poder de la coordinacion de los seres de este universo para transportarla á la materia y á sus leyes, y de consecuencia en consecuencia, se ha deducido lógicamente la eternidad de la materia.

Esta cuestion ha tomado tal carácter de gravedad, que es necesario profundizarla de una manera formal.

Los siguientes argumentos están tomados de autores que sostienen la antigüedad que da á la tierra el texto de Moisés.

En primer lugar, esta cuestion del tiempo necesario para la realizacion de los fenómenos geológicos, ¿puede resolverse?

¿Puede resolverse en las diferentes hipótesis que se han puesto al efecto?

¿Puede resolverse fuera de las hipótesis y por los hechos mismos?

¿En qué limites puede resolverse, para la serie mineralógica, para los restos de los cuerpos organizados vegetales, y para los de los cuerpos organizados animales?

Estas son otras tantas faces diferentes de la cuestion, que debemos examinar antes de aventurarnos á formar un juicio. Por lo demás nos hallamos preparados por los estudios hechos anteriormente. Y aun cuando se nos hubiera demostrado que la cuestion de tiempo es rigurosamente irresoluble, las consecuencias que hemos deducido no son menos ciertas. Las objeciones que pudieran sacarse de esta cuestion, no probarian nada, porque una cuestion insoluble no puede conducir á consecuencias ciertas. Y es un deber de buen sentido, de razon y de lógica, para todo hombre formal, no permitirse deducir de una cuestion insoluble, objeciones contra principios sólidamente establecidos.

Por otra parte, no habiéndose resuelto hasta ahora la cuestion de los tiempos geológicos sino por hipótesis, es evidente que esto no es una solucion. Porque negar y destruir lo que está sólidamente establecido, para resolver un punto desconocido, no podrá nunca pasar por una resolucion. Esta no es valedera, y las hipótesis en que se funda no tienen autoridad sino en tanto que establecen un acuerdo con las verdades ya conocidas y á las cuales afecta. Si, pues, en estos últimos términos podemos proponer medios de solucion, es evidente que serán lógicos y matemáticamente preferibles á las hipótesis insostenibles en sí mismas, y que rompen todos los nudos de la cadena de las verdades conocidas.

Hechas estas observaciones preliminares, pasemos al exámen de las diferentes faces de la cuestion.

1. La cuestion del tiempo necesario para la realizacion de los fenómenos geológicos, ¿puede resolverse?

El que haya leído todas las observaciones anteriormente expuestas, comprenderá que la geología es la historia de las ruinas de la tierra y de la destruccion de los seres que la habitan; la serie de las composiciones y de las modificaciones del suelo por causas numerosas, locales, variables en su intensidad y en su duracion. Desde este momento, nada es fijo ni rigoroso, porque lo que bajo causas débiles y lentas no se ha verificado sino en cien años en un lugar, ha podido en otro realizarse en algunas semanas bajo la accion de causas poderosas y enérgicas; esto en cuanto á la superficie. Pero en un mismo lugar, causas enérgicas, despues de haber producido efectos poderosos, se hacen mas lentas, porque lo han nivelado todo, y no producen sino muy poco á poco efectos casi imperceptibles. No hay, pues, punto de comparacion posible entre los efectos de las mismas causas en diferentes épocas. Por lo tanto no puede haber cálculo de tiempo rigoroso.

Para hacer este cálculo, que pudiera ofrecer algunas probabilidades de solucion, seria preciso: 1.° haber medido exactamente la extension y potencia de cada estrato, sus relaciones con todos los estratos que se hallan en contacto con él, en una misma cuenca; 2.° comparar las diferentes cuencas así estudiadas entre sí; 3.° conocer en gran escala la duracion de formacion de capas marinas, fluviomarinas y de agua dulce; 4.° la duracion de las leyes de multiplicacion y acrecentamiento de los seres que mas han contribuido á la formacion de cada estrato; 5.° encontrar los limites exactos de las antiguas cuencas, á fin de juzgar sus costas, sus escollos, la direccion de los vientos sobre sus aguas, la de sus corrientes; 6.° encontrar los antiguos afluentes de agua dulce que han contribuido á llenar estas cuencas, conocer la extension, la anchura del curso de estos rios y de sus afluentes. Cuando todas estas cuestiones preliminares y otras muchas estén resueltas en todas y cada una de las cuencas geológicas, entonces se podrá ensayar un cálculo mas ó menos rigoroso de los tiempos geológicos.

La cuestion del tiempo no es, pues, fácil de resol-