

demostrado que todos los terrenos secundarios desde la hulla hasta la creta, eran problememente contemporáneos.

Otro inconveniente no menos grave, son los gneiss de la meseta central de Francia que presentan en sus capas, direcciones semejantes en muchos puntos á las de este segundo sistema, y acabamos de ver, que las presentaban también semejantes á las direcciones del primer sistema. Así, hé aquí gneiss de una misma meseta que deberán pertenecer á dos sistemas diferentes, á causa de sus direcciones semejantes á las de estos dos sistemas, mientras que la Costa de Oro y los Pirineos no pertenecerán á él aunque sus direcciones sean semejantes á las de estos mismos sistemas.

Sería inútil recorrer todos los demás, para demostrar en todos la misma falta de lógica, de razones y de causas, y siempre por el contrario, la misma ligereza en la fijación de los sistemas y de las épocas; para evitar repeticiones, pasemos á otra contradicción de la misma hipótesis.

Como es imposible hacer entrar todos los hechos en esta hipótesis de los sistemas de alzamiento que se encuentra á cada paso en contradicción con los hechos, ha sido necesario para explicar ciertos terrenos alzados, pero considerados como de épocas posteriores al alzamiento del sistema que los sostiene, ha sido necesario suponer, que despues de un primer alzamiento, este sistema se había hundido para recibir á estos terrenos, sin que á pesar de esto se pudiese señalar la causa maravillosa que habría venido á tiempo preciso para levantar primero y bajar despues un mismo sistema.

Así en el *décimo alzamiento, sistema de la Córcega*, se dice: «El accidente ocurrido á nuestro planeta, no está marcado, como en los sistemas anteriores, por un alzamiento de las capas formadas inmediatamente antes, por la razón de que la caliza grosera parisiense, que se debería encontrar entonces, ha faltado en los lugares donde se ha manifestado la nueva catástrofe. La ausencia de este depósito significa, que el suelo se hallaba entonces elevado sobre los mares, en que se formaba; pero como la observación nos manifiesta que en aquellos mismos lugares se han formado despues otros depósitos marinos que se refieren al terreno de molasa, es preciso deducir, que lo que se encontraba elevado primero encima de las aguas marinas, se ha undido necesariamente en cierto momento; este es el resultado principal de la catástrofe en cuestión. En efecto, una parte de la cuenca de París, la Turena, la mayor parte de la Gascuña, toda la Suiza, el valle del Ródano desde Lyon hasta el mar así como varias partes de Italia, de la Córcega y de la Cerdeña, que no conteniendo caliza parisiense debían haber sido sacadas encima de las aguas por el alzamiento pirineano, han debido hundirse entonces para recibir los depósitos de molasa que se encuentran en ellas.»

Porque se quiere que la ausencia de la caliza parisiense pruebe el alzamiento de este sistema con el de los Pirineos; y ¿por qué la presencia de la molasa probaría su hundimiento subsiguiente para recibirla? No hay absolutamente razón alguna, á no ser dos suposiciones de la geología artificial, demostradas enteramente falsas por toda la extensión, ya sea en latitud, ya en profundidad de todos los terrenos. La primera de estas suposiciones falsas establece en principio, que un terreno ha debido formarse al mismo tiempo sobre toda la superficie de la tierra cubierta por las aguas por ejemplo, en el caso presente, que la caliza grosera parisiense ha debido formarse en toda la extensión de la tierra inundada, y en tal caso; el sistema de Córcega, no teniendo caliza parisiense, habría sido descubierto entonces. Pero esta suposición de un terreno cualquiera que se habría for-

mado todo á la vez en toda la extensión del suelo sumergido, es enteramente falsa. Su falsedad está demostrada desde los tiempos de Lametherie, y cada vez ha sido mas manifiesta. No hay, pues, terreno que cubra así toda la tierra; pero hay terrenos locales diferentes entre sí por la composición mineralógica y por los fósiles, aunque sean contemporáneos.

La segunda suposición falsa que se desprende de la primera es que los diferentes terrenos sobrepuestos en ciertos lugares, aunque no lo estén en otros, se formaron todos sucesivamente, de manera, que primero habíasido depositado en todas partes, cuando el segundo empezó á formarse, y que este había terminado cuando el tercero comenzó. En una palabra, es la suposición de que la clasificación de los terrenos es verdad, siendo así que hemos manifestado que era una abstracción, una generalización artificial que no tiene casi relación alguna con la realidad de los hechos tales como son en la naturaleza.

Si se reflexiona en la consecuencia rigorosa de estas dos suposiciones, se verá que no pueden absolutamente sostenerse. Porque si son verdaderas, es preciso absolutamente admitir que en la época de los terrenos terciarios parisienses, por ejemplo, que apenas se conocen sino en la cuenta de París, de Londres y de Bruselas, toda la tierra estaba descubierta á excepción de esta pequeña cuenca que era el único mar del universo.

Otras muchas observaciones pudieran hacerse sobre la hipótesis de las épocas geológicas, por sistemas de alzamiento; pero hemos dicho bastante para demostrar que esta hipótesis cae por todas partes; que no explica lo que pretende explicar; que es opuesta como la de las irrupciones del mar á todas las leyes físicas conocidas, que como ella también viola todas las leyes de los seres, niega el poder creador para atribuir el papel de tal á las causas segundas. No resuelve pues nada, y sus cálculos de siglos infinitos, no son evidentemente mas que un juego de imaginación sin base, un problema aritmético sin ningún dato.

Nada diremos de la clasificación artificial de los terrenos; clasificación que se supone á todos sucesivos, y formados de manera, que cada una de sus capas habría sido depositada á un mismo tiempo sobre toda la superficie sumergida del globo, y que en tal caso, serían concéntricas, y se envolverían sucesivamente como las diferentes capas de una ciruela, por ejemplo, cuya piel cubre la pulpa, esta el hueso, y el hueso la almendra. Sobre esta clasificación resultado hipotético de una generalización abstracta que no tiene realidad alguna, se han fundado todos los cálculos de tiempo. El estudio que hemos hecho de la geología, nos ha demostrado bien que esta clasificación útil, cuando fue introducida, estaba lejos de la verdad, y por consiguiente los cálculos de tiempo fundados en ella, eran vanos y producidos por la imaginación de sus autores.

Si ahora dirigimos una ojeada general sobre el método seguido en todos los sistemas, notaremos que, cualquiera que sea el sistema que se examine, los geólogos que han pretendido sostener en estos sistemas la gran antigüedad de la tierra, juzgan del conjunto de los efectos de una causa por sus menores productos, y de lo que produce en una circunstancia por la que produce en otra enteramente diferente.

Refieren los terrenos graníticos á la causa ígnea, calculan la duración y la importancia de las formaciones granitoideas por la de los productos volcánicos propiamente dichos, como si los productos volcánicos nos dieran la medida de la poderosa acción de esta causa.

Hablan de los productos volcánicos, y los calculan en su conjunto por los del Etna y del Vesuvio, como si no hubiera trescientas veces mas en la cuenca de los

mares; y como si hubiera alguna cosa regular en la causa ígnea.

Se ha querido juzgar por el tiempo que ciertos fenómenos emplean en verificarse sobre la tierra descubierta, el que habían empleado en los tiempos pasados y bajo las aguas; sin pensar que lo que se hace bajo las aguas es mucho mas importante, y que las aguas obran todavía hoy en grande escala.

Se ha comparado lo que la acción marina y fluvial produce en estos momentos en Europa, á la que producía en la época de los terrenos terciarios ó mas antiguos; sin pensar que el estudio de los fósiles de estos terrenos induce á creer que han sido procurados bajo una temperatura mucho mas caliente; en los climas cálidos era, pues, donde se debían buscar los ejemplos.

Se ha hablado del tiempo que nuestros rios emplean en formar su cauce, y no se ha visto que hacen quizá menos hoy en mil años, que hacían en algunas semanas cuando el mar se retiraba delante de ellos y sus corrientes tenían que surcar depósitos aun humedecidos por las aguas; ni siquiera se ha pensado en estudiar lo que los grandes rios de América hacen á su embocadura y aun muy adentro en el mar, puesto que se siguen en él sus aguas hasta mas de 200 leguas.

No se ha querido ver que todas las causas que producían los terrenos tenían en los tiempos antiguos materiales mas abundantes á su disposición; que las montañas, hoy rebajadas y desnudas hasta el esqueleto, abandonaban entonces mas restos á los vientos y á las corrientes; que los bosques, mucho mas numerosos, sin cultivo y descompuestos en el sitio, formaban mas mantillos en un año que los nuestros en ciento; que las aguas mas extendidas y quizá mas calientes, destruían mas rápidamente el terreno que atacaban, etc., etc.

No tenemos por hoy la pretensión de determinar la edad de la tierra por la geología.

Si nos ocupamos de esta cuestión no será sino para reunir algunos datos, á los cuales vendrán quizá á agregarse otros mañana, pasado mañana, dentro de cincuenta, de ciento ó de mil años; en fin, cuando las diversas ciencias, que deben concurrir á la solución de un problema tan difícil, hayan hecho progresos suficientes para resolverse á posteriori, si esto es posible de una manera rigorosa ó aproximada.

Pero creemos haber probado que es imposible resolverlo por las hipótesis que se han propuesto, y que todos los cálculos de estas diversas hipótesis se reducen á cero, siendo por consiguiente un gran error el sostenerlas y enseñarlas.

CAPITULO XX.

TIEMPOS GEOLOGICOS.

La cuestión de los tiempos geológicos, ¿puede resolverse por los hechos en sí mismos? ¿En qué limites puede resolverse?

Para responder á estas graves preguntas, necesitamos resumir todo lo dicho en los anteriores capítulos, añadiendo algunos datos, de este modo responderemos á las interpretaciones falsas y particulares de ciertos hechos aislados, y estableceremos las bases de una solución, mas verosímiles, porque están fundadas en la armonía del conjunto de los hechos y de las leyes.

En primer lugar debemos fijar bien la cuestión, dejando á un lado el núcleo central de la tierra con sus grandes cordilleras graníticas, porque ya hemos dicho que este núcleo primitivo con sus montañas, sus valles, sus rios y sus mares, no podía ser atribuido sino á la voluntad inmediata del Creador. Por consi-

guiente, no hay que buscar largos espacios de tiempo para su producción. Pero también hemos dado razones para creer que los gneiss y los esquistos primarios, desprovistos de restos orgánicos, ó bien datan de la creación, ó bien son descomposiciones ó productos inmediatos de las montañas primitivas.

La cuestión se reduce, pues, á saber cuánto tiempo han exigido para su formación los terrenos primarios de depósitos y de transporte, los terrenos secundarios y terciarios.

Tendremos, pues, que examinar primero cada terreno en particular, en su composición mineralógica y orgánica, vegetal ó animal, y despues en sus causas de formación; en segundo lugar tendremos que examinar todos los terrenos en su conjunto y en sus relaciones, que se hayan formado bajo la influencia de las dos causas principales acuosa ó ígnea.

I. *Tiempos de los terrenos primarios.* Los terrenos primarios encierran gneiss, micasquistos, esquistos, calizas y gres.

La mayor parte de los gneiss pueden ser considerados ó como del mismo origen que los granitos, ó como una exfoliación de las partes superficiales de estos, de donde los agentes cretonianos ó las aguas habrían quitado ciertas sustancias componentes. Pero como esta descomposición ha debido hacerse mas ó menos rápidamente, según las circunstancias de las localidades diversas, no es posible tener una medida de tiempo, aunque se deba admitir que se ha verificado tanto mas rápidamente, cuanto las montañas graníticas estaban mas elevadas y expuestas á un clima mas cálido y mas uniformemente húmedo por las evaporaciones actosas, como todo prueba que debía verificarse en los primeros tiempos, en que los mares cubrían la mayor parte de nuestros continentes actuales.

Los micasquistos y varios esquistos se hallan en el mismo caso que los gneiss; la mayor parte pueden ser considerados como primitivos ó modificados en el sitio por causas análogas.

Pero los gneiss, los micasquistos y los esquistos que son el resultado de un depósito acuoso se han formado con tanta mayor rapidez cuanto mas elevadas eran las montañas que han dado los materiales, y mas enérgicos los agentes meteóricos y acuosos, como todo prueba que debía suceder en su origen. Buffon asegura, por experimentos propios, que todo el mundo podrá convencerse por medio de procedimientos, de que el vidrio y el gres en polvo se convierten en poco tiempo en arcilla, con solo permanecer en agua. Véase, pues, el origen de los micasquistos y de los esquistos, que han debido exigir tanto menos tiempo para formarse, cuanto mas rápidamente reducían á polvo los agentes meteóricos á las sustancias vitrificables y arenosas de los granitos, y mas pronto se apoderaban de ellos las aguas en grande escala.

Las arenas, los gres, las grauwaacks ó psammitas, son todos detritus de las montañas primitivas, mas ó menos mezclados, mas ó menos reducidos á granos finos y homogéneos, y que han debido asimismo exigir tanto menos tiempo, cuanto mas activas eran las causas ya mencionadas. Hemos visto en efecto, que las montañas descendían rápidamente y producían una gran abundancia de detritus, hasta que llegaban á una pendiente de 40° á 45°, estado en que quedan casi estacionarias.

Las calizas primarias pueden ser consideradas como primitivas, ó como un resultado de la cal contenida en las rocas primitivas y combinada con el ácido carbónico que las aguas disuelven continuamente de la atmósfera, ó bien aun como un producto orgánico. En los dos primeros casos, se habrá necesitado tanto menos tiempo para formarlos, cuanto los elementos estaban vírgenes y en todo su vigor, mientras que una vez removidos y transformados, permanecen estables,

En cuanto á las calizas orgánicas, hablaremos de ellas mas abajo.

La cristalización y los abundantes cristales que se encuentran sobre todo en los terrenos primarios, han exigido todavía mucho menos tiempo; se cita, en efecto, un gran número de cristales de roca formados en los mármoles de Carrara y en otros muchos lugares; la sílice en estado gelatinoso se ha cristalizado en un solo día por el solo calor atmosférico; estos ejemplos de cristalización, que los plutonios quieren atribuir exclusivamente al fuego, han sido observados por los mineralogistas mas competentes, y prueban que las leyes de la naturaleza actual son las mismas que las de la naturaleza primitiva, y que es supérfluo echar mano de un calor hipotético y desconocido para formar nuestro globo y sus cristales.

La rapidez con que se solidifican todas las capas descubiertas, la probabilidad de que los agentes eléctricos ó calóricos han modificado varias rocas, no permiten tomar en consideración el tiempo que exigen las capas calizas y silíceas.

Si ha de admitirse en los terrenos primarios la acción de las fuentes termales silíceas y calcaríferas, el ejemplo de los travertines de Roma que presentan en los tiempos históricos mas de 60 á 80 pies de espesor y otros varios hechos análogos, tampoco alargan mucho el tiempo.

En fin, si se considera que todos estos grupos de rocas se formaban simultáneamente en localidades diversas, ó en puntos diferentes de la misma localidad, se comprenderá que no se han necesitado miles de años para formar los terrenos primarios.

II. *Terrenos secundarios.* Los terrenos secundarios están formados de los detritus de las montañas primitivas en sus arenas y en sus arcillas, de las cuales no hablaremos mas, de sustancias carbonosas; de sustancias calizas y silíceas; de capas de alta mar y de riberas; de restos de dislocaciones ó de alzamientos, etc. Vamos á examinar cada una de estas sustancias.

Los carbones de piedra ó hullas ofrecen por sí solos una dificultad entre las sustancias carbonosas, por lo cual no nos ocuparemos sino de ellos. Cuando se estudian de cerca las hulleras, no se tarda en observar que se acercan mas á las turbas por una parte, y por otra á los detritus vegetales transportados á los lagos ó cuencas marinas, que ningun otro hecho.

Se encuentran carbones en casi todos los terrenos, excepto en los terrenos primitivos; sin embargo, las capas de carbon se encuentran lo mas frecuentemente en las capas esquistas, apoyadas en las montañas primitivas; están cubiertas de esquistos, de gres, y siempre mas ó menos separadas por capas arcillosas y arenosas que se intercalan entre cada lecho de hulla.

Las cuencas hullíferas están siempre perfectamente circunscritas y limitadas. lo cual unido á la alternación de las capas, no deja duda alguna acerca de su formación en bahías marinas, lagos ó pantanos inmensos.

Los restos de animales ó de vegetales que se encuentran en las hullas, los aceites bituminosos, el álcali amoniacal, el ázoe, el hidrógeno sulfurado que se saca de ellas, no permiten dudar que los seres organizados les han dado origen.

Jamás se encuentra una capa de carbon sola; hay siempre varias sobrepuestas unas á otras, y están separadas por otras capas de diferentes sustancias. El espesor de los diferentes lechos de hulla sobrepuestos no es el mismo; hay algunos cuyo espesor solo es de algunas líneas, y que tienen la misma extensión en su superficie que los mas gruesos; hay, por el contrario, capas que tienen hasta 40 y 50 pies de espesor. En fin, las capas son mas ó menos numerosas segun las cuencas; en las montañas de Saint-Gilles, cerca de Lieja, se cuentan sesenta y una capas de carbon;

en otras partes no se cuentan mas que cuarenta y aun menos, y en algunos puntos muy raros, se han encontrado hasta ochenta.

Todos los hechos anteriores no permiten atribuir la formación de las hullas á revoluciones sucesivas de las aguas que hubieran invadido y evacuado repetidas veces el suelo en que crecían vegetales que han dado origen á las hullas. ¿Cómo se habrían podido limitar estas capas tan perfectamente, que siendo ochenta ó sesenta en algunos lugares, no son en otros mas que cuarenta y menos?

¿Cómo pudiera el suelo haberse alzado y bajado tantas veces sucesivamente en el mismo punto, para recibir las aguas y expelerlas en seguida cada vez? ó bien, ¿cómo pudo el fondo de la cuenca hallarse tan poco inundado que dejaba crecer vegetales, mientras que todo alrededor las aguas continuaron depositando arcillas y arenas? ¿Cómo, en fin, en esta suposición, puede haber capas de solo algunas líneas de espesor? Bien se ve que todas estas dificultades irresolubles rechazan la hipótesis de las revoluciones, para traerlos aquí también á las causas simples, naturales y continuas.

En efecto, las observaciones han hecho reconocer que el mayor número de vegetales determinados de la hulla, pertenecen á las criptogamas vasculares, y las otras á las fanerogamas monocotiledones; es sabido, además, que las criptogamas vasculares vivas de nuestras zonas templadas, son en general plantas bajas y rastreras, mientras que las del terreno hullífero se distinguen por tallos de grandes dimensiones.

Los indicios conocidos hacen creer que los depósitos hullíferos de todas las partes del globo y de todas las zonas, presentan los mismos caracteres de vegetación.

Ahora bien, la comparación de la flora hullera con la de las diversas regiones del globo, la aproxima á la flora de la zona tórrida y principalmente á la de las islas mas pequeñas y mas distantes de los continentes. Se nota, en efecto, que estas islas se acercan mas á lo que conocemos en los terrenos de hulla tanto por la proporción numérica de las especies de diferentes clases, como por el desarrollo que toman estas especies.

Esta aproximación ha hecho suponer que no solo nuestras comarcas estaban, en la época de la formación del terreno hullífero, dotadas de una temperatura mas elevada que la que gozan hoy, sino que además en lugar de pertenecer á grandes continentes, formaban archipiélagos compuestos de islas poco extensas en medio de un extenso mar; consecuencia que recibe aun una nueva confirmación de la ausencia de restos de animales terrestres en los terrenos primordiales en general, y despues de la posición misma de las hulleras alrededor de islas de terreno primitivo, de montañas á cuyo pie se encuentran siempre.

Las relaciones de la hulla con el carbon vegetal y con la turba, asi como la abundancia de los restos de vegetales que la acompañan, han hecho suponer desde hace mucho tiempo, que debía su origen principal á la descomposición de los vegetales; pero se objetaba contra esta hipótesis, que era difícil de suponer, sobre todo en nuestras comarcas templadas, una fuerza vegetativa suficiente para producir masas tan importantes como nuestras capas de hulla. Ahora bien, esta dificultad se encuentra en parte salvada por el hecho de que la flora de aquella época está casi exclusivamente compuesta de esas plantas simples, cuyo desarrollo se ha verificado con rapidez bajo circunstancias favorables; circunstancias entre las cuales la principal es la elevación de la temperatura primitiva por la mayor extensión de los mares.

Dos opiniones principales se han presentado para explicar la formación de la hulla. Una admite que la hulla ha sido formada como nuestras turbas, en el si-

tio mismo en que crecían los vegetales; otra que las sustancias vegetales han sido reducidas á papilla, y transportadas por las aguas con partes mas ó menos considerables de vegetales enteros.

La primera opinion nos conduce á reconocer en las cuencas hullíferas, antiguas hornagueras. Recordemos, pues, los fenómenos de las hornagueras.

Por lo general se encuentran en los lugares bajos y pantanosos; sin embargo, también las hay en lugares muy elevados, con tal que se encuentren en ellos pantanos.

El suelo siempre muy esponjoso de las hornagueras, retiene las aguas de las lluvias, que haciéndose muy abundantes, levantan la masa total de la turba. Si está situada en lugares inclinados, corre entonces como lo hacen los hielos de las altas montañas. De esta manera se extiende sobre terrenos considerables, y no se pueden detener sus progresos sino practicando fosos para la salida de las aguas.

En los sitios bajos, la turba es levantada igualmente hasta el punto de formar islas flotantes, que son algunas veces arrastradas hasta el mar.

Las plantas acuáticas que mas contribuyen á la formación de la turba, son las colas de caballo, los escirpos, las tifas, las confervas, etc. Estas plantas vegetan con mucha fuerza, y aumentan cada año la turba en una cantidad considerable.

En las hornagueras se forman piritas, aceites bituminosos, gases, ácidos sulfúrico y sulfuroso, etc.

En un gran número de hulleras, los vegetales son los mismos que en las turbas, ó bien son análogos. Todo conduce, pues, á creer que varias hulleras han empezado por ser hornagueras. Solamente, como en el principio, las islas pantanosas estaban rodeadas de agua por todas partes, y la temperatura era mas elevada y mas uniforme, como todo parece indicarlo, y como se observa aun en las islas y en los países inmediatos á los mares, la vegetación era en ellas mas vigorosa; especies diferentes podían vivir en ellas, ó bien las especies actuales podían adquirir allí proporciones que ya no alcanzan, y así los detritus de cada año eran mas considerables. Si las turbas de la Holanda crecen ya tan rápidamente, ¿qué debían ser, pues, las turbas antiguas?

La presencia en el terreno hullífero de vegetales muy delicados que han conservado todas sus partes; la rareza de los animales acuáticos en este mismo terreno, y su analogía con la formación actual de las turbas en los lugares bajos y pantanosos, determinan á Adolfo Brongniart á creer que el terreno hullífero se ha formado en islas bajas y pantanosas, sujetas á inundaciones que depositaban encima de los depósitos vegetales, las capas de esquistos y de psammitas que separan ordinariamente las capas de hulla. Se concibe, en efecto, que este modo de formación ha podido realizarse en ciertos puntos.

En efecto, hoy vemos reproducirse periódicamente las grandes inundaciones y los años lluviosos, de modo que dejan algunos años entre las inundaciones de las lluvias extraordinarias; en otros climas por el contrario, el periodo de las lluvias y de las inundaciones es anual; también lo es mas ó menos para todos los climas. Es muy conveniente admitir que esta periodicidad ha debido existir en todos los tiempos, y aun ser quizá mas pronunciada en los primeros tiempos para las islas de turba rodeada de mares. Ahora bien, es evidente que entre cada periodo lluvioso anual ó de algunos años, la capa de turba adquiría un espesor tanto mas considerable, cuanto mas favorables eran las condiciones y los años lluviosos mas distantes unos de otros. Cada inundación venía á cubrir la capa de detritus turbosos, de una ó varias capas de guijo, de arena ó de arcilla, etc., que ahogaba la vegetación, y no dejaba gérmenes sino esparcidos, y principalmente á orillas del pantano. Pasada la inunda-

ción, estos gérmenes de vegetación se desarrollaban de nuevo en todas las capas minerales, y esto con una rapidez de que nos da una idea lo que pasa hoy despues de las inundaciones de nuestros rios y de nuestros torrentes. De esta manera se formaba una nueva capa turbosa, para ser en seguida cubierta por una nueva inundación, y así sucesivamente durante un tiempo tanto mas largo, cuando mas profunda y de nivel mas bajo era la cuenca pantanosa, lo cual explica el gran número de capas de ciertas cuencas muy bajas, cerca del corto número de las de otras cuencas menos bajas y menos profundas, y que por lo mismo fueron mas pronto llenas y desecadas.

De esta manera la sucesión alternativa de los mismos fenómenos, ha producido la alternativa de las numerosas capas de hulla y de arcilla, ó de psammitas que se encuentran en ciertas localidades. Pero es evidente que este modo natural no admite revolución alguna, ni destrucciones sucesivas de varias creaciones vegetales, puesto que todas las hiladas presentan los mismos vegetales; no admite tampoco irrupciones reiteradas con permanencias mas ó menos prolongadas de las aguas marinas, que habrían ciertamente destruido todos los gérmenes, todos los manantiales de vegetación é impedido por lo mismo la continuación de su reproducción, de sus depósitos y de sus alternativas de las capas vegetales y minerales. Mientras que es muy natural admitir, como vemos todos los días, que la primera vegetación desarrollada y acumulada en toda la extensión de una cuenca pantanosa, sea momentáneamente cubierta y destruida por la permanencia de las aguas meteóricas y fluviales, y por sus depósitos en el fondo de esta cuenca, puesto que disminuyendo el agua, ya por la estación mas calurosa, ya por la acumulación de los depósitos minerales y la cesación de las lluvias, los vegetales de las orillas ó de los islotes del pantano que hayan sobrevivido á la inundación, vuelven á cubrir todos los depósitos medio desecados, y se propagan hasta que sobreviene una nueva fundación siempre parcial, á lo menos en su estancia mas ó menos prolongada. En esta interpretación natural, nada impide considerar el fondo de la cuenca pantanosa como un lago mas ó menos extenso, al cual arrastran las corrientes y crecidas de agua todos los detritus vegetales, los islotes flotantes de turbas de los parajes pantanosos cercanos, al mismo tiempo que en otras circunstancias, otras estaciones ú otros años, arrastran arenas y arcillas. Reducida á estas proporciones naturales y muy probables, esta interpretación es clara y precisa, sin que haya necesidad de las milagrosas destrucciones y de las creaciones sucesivas mas milagrosas aun; pero también hay que renunciar á esas magníficas evoluciones de los siglos indefinidos que se desarrollan en millares y millones de años, á merced de una imaginación fecunda que se complace en romper los límites demasiado estrechos de la realidad, para bogar y balancearse en el Océano sin orillas de lo que le parece posible.

La segunda opinion, la que admite que las sustancias vegetales de la hulla han sido transportadas por las aguas, se apoya en la posición y disposición de las capas de hullas en varias cuencas, en la presencia de restos de animales acuáticos marinos y de agua dulce, en la cantidad de vegetales acarreados aun hoy por los grandes rios de América, en los depósitos que los rios arrastran aun á los lagos, etc. Ahora bien, preciso es confesar que estas razones no son menos poderosas que las de la opinion anterior. Creemos, pues, que la exclusión no debe ser mas admitida aquí que en todos los demás fenómenos geológicos; pero que se debe aceptar la diversidad de las causas que han obrado simultáneamente segun la diferencia de las localidades y de las circunstancias. Y así mientras que segun la primera opinion se formaba hulla, por

decirlo así, en el sitio en una isla pantanosa, los ríos atravesando inmensos bosques en otro punto del globo, acarreaban masas considerables de detritus y partes de vegetales, aquí en un lago de agua dulce, allá en un golfo marino. Después cuando la estación de los detritus haya pasado, estos mismos ríos habrán depositado arenas y arcillas; ó bien aun, el mar ó las aguas del lago, habrán extendido sus depósitos mineralógicos sobre las capas vegetales. En la estación siguiente, los detritus vegetales habrán empezado de nuevo á ser acarreados para ser otra vez cubiertos por capas minerales, y así sucesivamente. En ciertos años de tempestades, de avenidas mas profundas, de lluvias mas abundantes y mas continuas, los detritus vegetales habrán podido ser barridos de todas partes en el extenso bosque, y arrastrados mas tiempo y en mas abundancia por el río y sus afluentes, habrán dado así origen á las capas carbonosas mas extensas. En otro año por el contrario, la sequedad ú otras causas, habrán disminuido la cantidad de los detritus, y no se habrá depositado mas que una capa muy delgada. En fin, los moluscos terrestres, fluviales y marinos, así como otros varios animales, tales como peces y reptiles de embocadura, habrán sido en todos los casos, arrastrados y depositados con los vegetales ó las capas que los cubren. Tal es evidentemente, en varios casos, uno de los modos de depositarse la hulla, del cual nos da una idea lo que pasa en los grandes ríos y en los extensos bosques de América.

La comparación de los depósitos de hulla justifica por otra parte los dos cuadros de formación que acabamos de exponer; así la mayor parte de los depósitos hullíferos de la meseta central de Francia, han sido formados en pantanos de agua dulce, y pertenecen probablemente al primer modo; las hulleras de Bélgica y de Inglaterra, parecen por el contrario pertenecer al segundo modo.

Sin embargo, sea que la cuenca hullífera hubiera sido una hornaguera, sea que hubiera sido una cuenca de depósitos transportados, debió suceder lo que vemos que sucede hoy todavía en circunstancias análogas. De estas materias vegetales y animales, se desprende antes de su mineralización, mucho gas hidrógeno sulfurado, ázoe, ácido carbónico, etc., como se desprende de los pantanos y de todas las materias vegetales y animales amontonadas, y que pasan al estado de descomposición. Ahora bien, sabemos que en los lugares en que se desprenden todos estos gases, se forma azufre; que este azufre combinándose con el hierro de estas sustancias ó con hierro de nueva formación, produce piritas. Encontramos, en efecto, el ácido sulfúrico y las piritas en las turbas, en algunas maderas fósiles, y hasta en las arcillas, esquistos y pizarras.

Se debe, pues, concebir fácilmente por estos hechos, que se habrán formado piritas y azufre en medio de las maderas transportadas, de las turbas, y de todas las materias vegetales y animales que han concurrido á la formación de los carbonos.

Mientras tanto, las piritas descompuestas por las causas conocidas contrajeron calor; se determinó una fermentación; un fuego al cual proporcionaban el hidrógeno y el oxígeno suficientes la descomposición del agua y aun la sustancia vegetal, tenía al principio su foco en las hiladas profundas del suelo, y carbonizaba la turba ó las demás sustancias sin pérdida considerable.

En efecto, las aguas, las capas arcillosas, las capas de arena ó de gres, cerraban en parte el paso á los gases, y estorbando el contacto del aire atmosférico, evitaban una gran pérdida. Todos los gases eran absorbidos por la materia vegetal bituminosa, y se combinaban con ella, puesto que los encontramos allí, así como los sulfuros de hierro que dan á ciertas hullas ese brillo dorado, y los fragmentos de piritas. Lo

que confirma esta manera de ver, es que las capas mas superficiales que han debido hallarse mas distantes del contacto atmosférico, son mucho mas pobres en betunes y en principios oleosos así como en gases, que las capas inferiores.

La explicación que damos no repugna por lo menos á ninguna ley física ó química, y aun tiene sus analogías en los fenómenos volcánicos sub-marinos, y el estudio de los terrenos hullíferos no permite dudar que hayan sufrido la acción de un calor ó de una fermentación cualquiera. De este mismo modo se podrán explicar la mayor parte de los accidentes de los terrenos hullíferos, las curvaturas de las capas de hulla, puesto que la fermentación ígnea ha podido determinar los movimientos de las capas y del suelo, abriendo cavidades, y por consecuencia determinar igualmente roturas del suelo y de las capas, ó dobleces de estas en sentidos diversos.

Ahora bien; para producir todos estos fenómenos, sea de transporte, sea de acumulación de los detritus vegetales, sea de mineralización, no se habrá necesitado un tiempo demasiado largo.

Lo que sucede en los grandes ríos de América, nos dará una idea del tiempo para la acumulación de la hulla por transporte. Todo el mundo sabe que en el momento actual, los grandes ríos y principalmente los de la América meridional, acarrean una inmensa cantidad de maderas y de plantas pantanosas que transportan al mar. Mas de 8,000 piés cúbicos de materias vegetales, pasan, según se asegura, por una de las embocaduras del Mississipi en pocas horas. Ahora bien, tomando por base los cálculos mas desventajosos, los propuestos por los partidarios de los siglos indefinidos, cálculos hechos sobre las maderas reducidas á carbon al aire y sobre maderas tomadas en las condiciones mas desventajosas, se obtienen los resultados siguientes: según estos cálculos, se encuentra que los depósitos carbonosos no pueden ser sino los $\frac{27}{100}$ del volumen primitivo de los materiales que les han dado origen, advirtiéndose que no se tiene en cuenta la combustión sin pérdida que hemos indicado, puesto que por el contrario se supone la carbonización operándose al aire. Tomando, pues, esta base, y suponiendo solamente que pasen 8,000 piés cúbicos de materias vegetales en doce horas, por una de las embocaduras del Mississipi, esto nos da 16,000 piés cúbicos en veinticuatro horas. En tres meses nos da próximamente 1,600,000 piés cúbicos, que darían 352,000 piés cúbicos de carbon, que forma ya una fuerte capa; pero si esto se repite en todas las embocaduras del Mississipi, que son en número de cuatro ó cinco, entonces el cálculo se quintuplica. En fin, si estos fenómenos se continúan solamente por espacio de quinientos años, se tendrá una masa carbonosa de 176,000,000 de piés cúbicos. Ahora bien, si estos fenómenos se han verificado al mismo tiempo en cincuenta ó sesenta puntos diferentes del globo, en donde grandes bosques han sido atravesados por caudalosos ríos que se dirijan al mar ó á los lagos, tenemos cincuenta ó sesenta depósitos de hulla que no habrán exigido mas de quinientos años para formarse.

En cuanto al segundo modo de formación de las hullas, el de las turbas, lo que sucede en Holanda nos permite calcular aproximadamente el tiempo.

Aquel país, como es sabido, contiene cantidades inmensas de turbas, y el arte ha llegado á producir las allí continuamente. Las turbas naturales se forman allí como en otras partes, por la descomposición de las plantas que crecen en aquellos países pantanosos. Se saca la turba para utilizarla; se cava, al sacarla, una zanja mas ó menos extensa en un ancho prado de turba. El agua se introduce ó es conducida á aquella zanja; en ella se producen *conferva rivularis*, después *musgos*, *líquenes*, etc.; todas estas plantas

se amontonan, se descomponen y al cabo de diez años, hay nueva turba buena y explotable.

Tomando la cifra mas elevada, podemos conceder diez años al depósito de cada capa de hulla, aunque las causas fuesen mas enérgicas y sus efectos mas considerables y mas rápidos en los primeros tiempos. Y admitiendo que por término medio las inundaciones que hayan depositado las capas minerales sobre las capas carbonosas, se han producido así de diez en diez años, tendremos en cien años, diez capas de hulla alternando con otras tantas de arcilla ó de arena; en quinientos años, cincuenta; en novecientos, noventa; en mil años, cien capas de hulla y otras tantas de capas minerales alternadas. Ahora bien, entre las cuencas hullíferas conocidas, las de mas potencia no pasan de ochenta, ó cuando mas de noventa capas alternadas, y no son estas las mas numerosas.

Si estos fenómenos se han producido siquiera en un centenar de puntos del globo, habrá cien nuevos depósitos de hulla que unidos á los sesenta anteriores, dan un número de depósitos mayor que el que se conoce.

Además, el mayor número de cuencas hullíferas reposan sobre los terrenos primitivos, y nos hacen por consiguiente remontar á una época en que la vegetación, esparcida en toda la superficie del globo, era tanto mas activa y mas vigorosa, cuanto que la temperatura era mas elevada, las tierras descubiertas eran islas mas ó menos extensas y rodeadas de anchos mares, la humedad cálida era mas abundante, el hombre no habia podido todavía despojar la tierra de sus bosques como lo ha hecho después, los lagos y los pantanos no estaban aun llenos como lo han estado después. Así nos vemos conducidos á convenir en que estos primeros tiempos fueron los mas favorables á la formación de las hullas, y que cuatrocientos ó quinientos años después de la creación, la mayor parte de las cuencas hullíferas estaban llenas, y que todas las que son antiguas podían estar llenas mil años después todo lo mas.

Ahora bien, una vez determinada la combustión ó la fermentación, todo el mundo sabe que no necesitó mucho tiempo para hacer pasar estos depósitos del estado turboso al estado de hulla.

No debemos dar á estos cálculos mas importancia que la que merecen, pero estan fundados en datos positivos, en leyes y analogías naturales, tomadas en la naturaleza misma de las sustancias vegetales mas generalmente reconocidas en la hulla, mientras que los cálculos de millones de años, exigidos por ciertos autores para formar los depósitos de hulla, se han fundado en nuestros bosques y sotos, cuya presencia no se ha demostrado en la hulla, aunque puedan encontrarse en ella; y además, en maderas carbonizadas al aire, siendo así que la hulla ha sido carbonizada fuera del contacto atmosférico. Los otros cálculos son, pues, mas racionales y mas lógicos, y están mas en relación con las observaciones positivas y los hechos conocidos; cálculos por cálculos valen estos tanto como aquellos sino son preferibles.

Las sustancias carbonosas, por mas potencia que tengan en la corteza del globo, no pueden, pues, ofrecer apoyo alguno á la gran antigüedad de la tierra. Vamos á examinar si las calizas serán mas favorables á la hipótesis de los siglos indefinidos.

Las calizas proceden de tres orígenes principales; las calizas primitivas, que fueron creadas con la tierra, y de que no hablamos mas porque se han negado; las calizas procedentes de manantiales termales y que toman su origen en la cal de las rocas primitivas, y el ácido carbónico continuamente disuelto por las aguas, son poco numerosas en el suelo en comparación de las siguientes, y así es inútil hablar de ellas; las terceras calizas que forman casi por sí solas

la masa mas considerable del suelo de terraplen, son producidas por dos grandes tipos de animales, los malacozoarios ó moluscos, y los actinozoarios ó radiados.

Buffon, Lametherie y Lamarck han sostenido la tesis de que los animales de trasudación caliza, de que aquí tratamos, transformaban el agua en sustancia caliza; cualquiera que sea la manera como se re-suelva esta cuestión, creemos haber demostrado, que la acción de estos animales habia debido disminuir la masa de las aguas primitivas. Como quiera que sea, es cierto que la mayor parte de las calizas es debida á los moluscos y á los radiados ó madreporas. Las calizas fétidas y bituminosas deben probablemente estas cualidades á la carne de esos animales, como la sustancia petrosa es debida á las conchas.

Ahora bien, ¿cuánto tiempo se ha necesitado para la producción de esas inmensas capas de calizas que forman la mayor parte de la corteza del globo?

Buffon habia apreciado muy bien esta cuestión cuando considera que en los moluscos petrosos excede cincuenta ó sesenta veces á la masa real del cuerpo del animal; que el número de las especies es inmenso; que su aumento y multiplicación son prodigiosos y rápidos; la duración de su vida corta aun cuando la supone el término medio de dos años; cuando considera que se debe multiplicar por cincuenta ó sesenta el número casi inmenso de todos los individuos de cada especie, para darse una idea de toda la materia pétreo producida en diez años; que en fin, este peñasco ya tan grande de materia petrosa, debe aumentarse con tantos peñascos semejantes, como decenas de años hay en todos los siglos que han transcurrido desde el principio del mundo. Solo añadiremos al problema algunos datos mas precisos: 1.º, las especies fósiles, en general, son mucho mayores que las vivas; así las ammonitas, que tienen algunas veces mas de un metro de diámetro; las enormes ceritas, las grandes bocinas, etc., etc.; 2.º, se cuentan ya mas de seis mil especies fósiles perdidas, sin hablar de las vivas que son por lo menos en número de cuatro mil, lo que da unas diez mil próximamente; 3.º, los individuos de cada especie son ciertamente algunos millares, y aun seria temerario querer fijar el número; nos quedaremos muy por debajo de la verdad, fijando el número en diez mil. Además, se debe considerar que este número se aumenta diez veces por lo menos cada diez años.

Con arreglo á estos datos, se deben contar próximamente un cuatrillon de individuos, que han producido uno con otro un pié cúbico de caliza en diez años, término medio de su vida establecida por Buffon. Ahora bien, en dos mil años solamente, tendríamos doscientos cuatrillones de piés cúbicos de caliza.

Sin embargo, la superficie descubierta de la tierra, es de unos ocho millones de leguas cuadradas, ó dejando las cifras secundarias, de un cuatrillon de piés cuadrados. Por consiguiente, solo en dos mil años, los moluscos podrían haber cubierto la tierra con una capa toda de caliza de doscientos piés de potencia. Mucho falta para que la tierra descubierta tenga una capa semejante, comprendiendo en ella todas las clases de caliza. Lo repetimos, no damos importancia á estos cálculos, pero como se han hecho otros que dan resultados distintos, los hacemos para que se pueda juzgar no por números mas ó menos hábilmente agrupados, sino por los hechos naturales.

Si á las calizas producidas por los moluscos, añadimos la de los políperos, será imposible á todo ánimo recto, pensar en siglos infinitos. Recorriendo los archipiélagos de la Polinesia y de la Australia, apenas se puede andar una legua sin encontrar un banco ó isla de coral. Los bancos se elevan perpendicularmente del fondo de un mar que jamás ha podido tocar la son-

BIBLIOTECA CENTRAL U.A.N.L.

da, y las islas forman diferentes depósitos desde la roca batida por las olas, hasta el suelo fértil que cubren grandes árboles. «He visto, dice Dalrympe en sus *Investigaciones sobre la formación de las islas*, bancos de coral de toda especie; unos enteramente debajo del agua, á mas ó menos profundidad; otros dominando la superficie del mar, por la punta de algunas rocas. Varios empezando á tomar el aspecto de islas, pero aun sin la menor apariencia de vegetación, he observado igualmente un gran número de ellos, cuyas cumbres se tapizaban ya de yerbas silvestres, y otros, en fin, en que crecían árboles soberbios, que presentaban una rica vegetación, mientras que á la distancia de un tiro de pistola de la isla, no se hubiera podido encontrar el fondo del mar.

«El estrecho de Torres, está casi obstruido por islas semejantes, y otras cuya formación está mas ó menos adelantada. Tiempo llegará en que la Nueva-Holanda, la Nueva-Guinea, y todos esos numerosos grupos de islotes y de rocas al Norte y al Nordeste, no formen mas que un solo é inmenso continente.

«Reina, dice el capitán Flinders, á lo largo de la costa oriental de Nueva-Holanda una cadena de bancos de coral, entre los cuales buscamos por espacio de catorce días, un paso para desembocar en alta mar, y anduvimos mas de 500 millas antes de encontrar uno.»

«En todas las alturas de Pulonias, isla vecina de Sumatra, dice el doctor Jack, se ven masas madreporicas, que reposan inmediatamente sobre rocas de otra naturaleza, y todo demuestra que han sido formadas allí y no transportadas. En general han sufrido tan poca alteración, que el naturalista distingue en ellas fácilmente las diferentes especies de corales y de madreporas de que están compuestas. No puede dudarse de que esta isla, toda entera, ha formado parte del fondo del mar en otro tiempo. Es un fenómeno muy notable que una isla tan grande, cubierta de montañas, algunas de las cuales tienen nada menos que 3,000 pies de altura, haya experimentado tan pocas conmociones interiores por la acción de la potencia que la ha transportado al lugar que ocupa, que hayan quedado intactas producciones marinas muy frágiles. El estado de conservación perfecta en que las vemos, demuestra que la época en que esta isla apareció sobre las olas no es de una antigüedad muy remota.»

«Sin examinar si las islas de coral, tan numerosas en la Oceanía, son la cumbre de una montaña, cuya base se halla en el fondo de un mar de inmensa profundidad ó si han sido alzadas hasta encima de las olas por los fluidos volcánicos, nos basta por el momento saber, que los zoófitos que elaboran la materia caliza de que están formadas, elevan muy rápidamente sus frágiles habitaciones, cuyos restos ocupan en un gran espesor, un espacio cuyos límites aun no se han señalado. El capitán King ha recorrido 700 millas costean-do un arrecife de coral, cuyas raras interrupciones no eran de mas de 30 millas. Estos arrecifes, que se extienden desde la costa Nordeste de la Australia, hasta Nueva-Guinea, exceden en longitud á las mayores cordilleras secundarias de Europa. Los geólogos reconocerán fácilmente que estas masas de zoófitos, mezcladas con arena caliza y restos de testáceos tan abundantes en los mares equinocciales entre la América y el Asia, tienen mucha analogía con la caliza oolítica de fecha mas antigua.»

«El Océano meridional contiene algunos miles de islas especialmente en el archipiélago indio; y alrededor de la Nueva-Holanda, que deben su origen á diferentes tribus de pólipos, tales como las celéporas, los isis, las madreporas, las nuleporas y las tubiporas. Es increíble la rapidez con que estos animales ejecutan sus trabajos; se encuentran en masas considerables en los lugares en que poco antes no se conocían, y se observa que la navegación de los mares donde

abundan estas especies de animales, se ha hecho cada día mas difícil por el número infinito de arrecifes que se elevan en todas partes, y que formarán con el tiempo nuevos archipiélagos y quizá nuevos continentes. En el momento en que la cumbre del arrecife llega á flor de agua, y queda descubierto en la marea baja, los pólipos cesan de elevar su construcción.»

Todos estos hechos han sido confirmados por todos los navegantes; ahora bien, hace poco mas de doscientos años que la Nueva-Holanda y las demás islas son conocidas y exploradas. Así en este corto espacio de tiempo, aquellos mares se han hecho cada vez mas difíciles de navegar, y no es en un corto espacio, puesto que estas islas se extienden á distancias de 500 y 700 millas, es decir, á 200 y algunas á 300 leguas, y exceden en longitud á las mayores cordilleras secundarias de Europa. Por otra parte, sabemos que á orillas del mar Rojo se cortan por lo vivo los corales para sacar pedazos para las construcciones, y que al cabo de una docena de años, los huecos que han dejado estas extracciones se han vuelto á llenar y pueden ser explotados de nuevo.

Para no exagerar, y tomando por el contrario la cifra mas modesta, supongamos solamente tres metros de profundidad al hueco llenado así en diez años, y se podrán sacar pedazos de tres metros cúbicos. Transportemos esta medida sobre las trescientas leguas de cordilleras madreporicas de la Polinesia, y tendremos en dos mil años solamente montañas calizas de 600 metros ó de 1,800 á 2,000 pies de potencia, y esto en extensiones de 200 ó 300 leguas.

Si despues los mares en que se han formado estas cordilleras calizas, llegan á ser ocupados enteramente, ó son desalojados por las depresiones del suelo, ó por variarse en otra cuenca mas baja, ó por la acción de los volcanes submarinos, tendremos grandes extensiones de pais que quedarán descubiertas con montañas y valies naturales que no han sido alzadas, sino que han salido de las aguas tales como son. Los agentes meteóricos redondearán en seguida estas montañas, que acabarán por tomar el aspecto definitivo de nuestras cordilleras secundarias. Algunos puntos solamente podrán ser quebrados, otros conservarán su verticalidad escarpada, tal como se nota en los arrecifes que se producen hoy, y como se encuentra en ciertas localidades de los terrenos secundarios.

Reuniendo los productos calizos de los moluscos con los de las madreporas ó políperos de todas especies, se ve cuán poco tiempo ha sido necesario para acumular las diferentes calizas del suelo.

Reduciendo la cifra á lo mas corto, hemos visto que en dos mil años, los moluscos habrían podido fácilmente cubrir la tierra que se halla fuera de las aguas con una capa de caliza de 100 á 200 pies de potencia; pero falta mucho para que haya calizas en toda tierra descubierta, y hay que agregar arenas numerosas, arcillas, etc. Las calizas, como las demás sustancias minerales, no se hallan extendidas uniformemente en el suelo de los mares, sino que están aumentadas en ciertos puntos, unas por transporte y otras por el trabajo de los pólipos. La acumulación de la caliza de los moluscos, habrá dado pues, en ciertos puntos, masas de 600 pies de potencia, en otras de 2,000 mas ó menos, segun las localidades. Las calizas de los políperos habrán producido á su vez masas análogas, parte en el sitio y parte por transporte.

Segun lo que hemos visto, los políperos producen muy probablemente mucha mas caliza aun que los moluscos. Admitamos, sin embargo, que no produzcan mas que una cantidad casi igual en el mismo tiempo; nos darán en dos mil años una segunda capa caliza en toda la tierra descubierta de 200 pies de espesor; unida á la de los moluscos, esta inmensa envoltura caliza tendrá 400 pies de potencia; si se la supone acumulada uniformemente sobre una tercera parte

de la tierra descubierta, y es mucho, esta masa caliza, que cubrirá la tercera parte de la tierra descubierta, tendrá 1,200 pies de potencia; pero como no hay uniformidad en esta acumulación, podrá haber localidades en que la masa caliza no tendrá mas que 100, 300, 600 pies, en otras 1,000 pies, 1,800, 3,000 y aun mas de potencia.

Otro tanto puede decirse de la sílice producida por los animales, sea por los pólipos, sea por los infusorios, etc.

Reuniendo estos datos á los que poseemos, en corto número, y algo imperfectos, sobre la potencia de los terrenos en diferentes paises, véanse los resultados que se obtienen.

«En Inglaterra, Murchison asigna algunos miles de pies de espesor á los esquistos primarios mas antiguos, lo cual concuerda con la abundancia de los detritus y la rapidez de las formaciones en los primeros tiempos, cuando las montañas primitivas eran mas elevadas. Concede 6,300 pies á su serie del gres superior, roca en el mismo caso que las anteriores; da 140 pies de potencia al antiguo gres rojo, y segun los demás geólogos ingleses, la caliza de montaña tendría de 600 á 900 pies de potencia, el terreno hüllifero unos 1,960 pies; el gres rojo secundario, 500 pies; la caliza magnésiana, 300 pies; el trias, 300 pies; el sistema jurásico, 3,000 pies; el sistema cretáceo, 1,220 pies; y el suelo terciario, 698 pies, de los cuales 550 pies pertenecerían á su parte inferior.»

«En Alemania, segun Hoffman, la creta tendría mil setecientos pies de potencia; el sistema jurásico, dos mil cuatrocientos pies, á saber: de 300 á 700 pies para el muschelkalke, y mas de 700 para el keuper; el gres rojo y las hulleras, 2,590 pies. De manera que todo el suelo secundario adicionado formaría un espesor de 6,020 pies.

«En cuanto á la potencia de la formación de la zona alpina y mediterránea, la de los sistemas cretáceos y jurásicos debe llegar á algunos millares de pies cada una, y el sol subapenino tiene mas espesor que el suelo parisien, y llega probablemente algunas veces á mas de 2,000 pies.»

Todos los hechos conocidos, sobre la potencia de los diversos terrenos, concuerdan, pues, con los resultados de los cálculos que hemos establecido sobre hechos positivos por una parte y los datos mas probables por otra. Sin embargo, no hemos calculado sino sobre dos mil años, aunque las formaciones geológicas se hayan continuado y se continúan sin interrupción desde la creación. Tomando, pues, por base de los cálculos, los siete ú ocho mil años trascurridos desde la creación, es evidente que dos dan una latitud que no permite vacilar sobre la posibilidad de la formación del suelo de terraplen, durante los tiempos históricos fijados por Moisés despues de la creación.

CAPITULO XXI.

TIEMPOS GEOLÓGICOS.

HASTA aquí no hemos considerado los terrenos en su relación con el tiempo necesario para su formación, sino en sus elementos constitutivos y en la causa productora de estos elementos; pero hay otros datos que introducir en el problema.

Para las capas y terrenos formados en el sitio, como las rocas madreporicas, la que hemos dicho resuelve el problema; pero hay algo que añadir para las capas y los terrenos formados por vía de transporte.

Los materiales de estas formaciones por transporte son siempre calizas, arenas, arcillas ó margas que son una mezcla de tres clases de rocas. Nada tenemos que decir sobre su origen y sus causas produc-

toras; nos son conocidas por lo dicho anteriormente. Pero el transporte se ha verificado ó en el seno de los mares, ó bien por los rios de las tierras descubiertas hácia las cuencas marinas; los terrenos pelagianos de la creta, parecen pertenecer al primer modo; los terrenos de riberas, como ciertas calizas jurásicas, pertenecen en parte al segundo modo, ó mejor aun á la acción combinada de las aguas marinas y fluviales.

Ahora bien, para que hubiera habido transporte de materiales, era preciso que estos materiales existieran ya en el mar y en las tierras recorridas por los rios. En cuanto á los materiales procedentes directamente del mar, como la mayor parte de las calizas marinas, nada se opone á que sean transportados y depositados á medida que son producidos, y aun esto mismo es lo que los hechos nos prueban que se verifica todos los días por las masas de conchas y de restos calizos que las olas amontonan en varios puntos de las riberas ó de las grandes bahías marinas.

La cuestión parece, pues, reducirse á los materiales transportados por los rios; ahora bien, á medida que las aguas de los mares se retiraban, por una causa ó por otra, es evidente que dejaban á los rios circuitos mas largos que recorrer, y por consiguiente todas las capas de riberas convertidas en continentes que debían ser surcados y transportados de nuevo al mar; la observación geológica prueba, en efecto, que todos los terrenos secundarios no han dejado en el suelo mas que sus capas mas profundas y mas avanzadas en los mares; las capas superficiales y de riberas han sido removidas y vueltas al mar para formar terrenos terciarios. Pero ademas de estos materiales, los rios tenían los detritus continuos de las montañas primitivas y de los terrenos primarios ó de transición que transportan al mar. Los mares mismos entregaban á sus corrientes los restos del desgaste de sus costas y de su fondo.

En todos los casos, cuanto mas lejos se retiraban los mares, mas abundantes se hacían los materiales de transporte que dejaban.

Las dislocaciones y los alzamientos, rompiendo el suelo ya formado, creando nuevas corrientes, debían asimismo aumentar considerablemente los materiales de transporte; á lo menos, es lo que parecen indicar muy claramente los inmensos conglomeratos que se encuentran alrededor de los puntos de dislocación, y los cambios de dirección en las estratificaciones.

Ahora bien, recordemos lo que hemos dicho en otro lugar, de que en ciertas ocasiones, el Sena hace pasar por el Puente Real de París en veinticuatro horas 700 ú 800 metros cúbicos de materias sedimentosas, lo cual da, para la cuarta parte del año, tiempo medio de acarreo, 24,000 pies cúbicos de sedimento, y para dos mil años 480.000.000 de pies cúbicos; que el Ganges acarrea al mar en una hora 4,500 pies cúbicos de sedimento, lo cual no contando mas que tres meses por año para el término medio de acarreo, da en dos mil años, 33.000.700 de pies cúbicos de sedimento próximamente. Si tal es la potencia de los sedimentos, hoy que casi todas las causas se hallan casi aniquiladas, ¿cuál sería cuando las que hemos indicado se hallaban en toda su actividad? Estas observaciones nos harán comprender mejor el resultado de las de Boué, en la cuestión presente.

«Los límites de una capa, dice este hábil observador, parecen indicar el tiempo que un líquido ha empleado para depositar las materias que tenían en suspensión, y la línea de separación de dos capas ha sido producida por la cesación del depósito durante el tiempo necesario para disponer el líquido á nuevos depósitos; esto es por lo menos lo que indica la observación.

«Si la capa está dividida en lechos ó en hojas, ¿no se podría considerar cada una de estas últimas como