

sion está confirmada por el hecho general de que todas las cabezas fósiles de peces ó de reptiles, cualquiera que sea la formación geológica en que se encuentren, presentan cavidades arbitrarias para que hayan podido existir en ella ojos con agujeros para el paso de los nervios ópticos, aunque sea raro encontrar en estas cavidades resto alguno de ojo. El sol y la luz han existido, pues, en todas las épocas geológicas.

Los mayores vegetales fósiles no son mas gigantes que nuestros árboles de los bosques del Norte; tenemos plantas acuáticas, como el *Fucus giganteus*, cuyos tallos tienen mas de 300 pies de longitud. ¿Es también el calórico el que ha dado proporciones gigantescas á los reptiles de los terrenos secundarios y á nuestros grandes mamíferos de los terrenos terciarios? Las diferencias específicas que existen entre nuestras plantas y las de los antiguos terrenos, no son mayores ni menores que las que distinguen nuestros vegetales y nuestros animales de Europa de los de América ó de la Nueva Holanda; su existencia y su extinción no suponen revolución, cambio, ni diferencia alguna apreciable en las condiciones generales de la vida en la superficie del globo.

Así esa interpretación nueva de la palabra día del Génesis imaginada por Deluc para conciliar la Biblia con la observación, tal como se presentaba entonces, tendría por resultado ponerlas en oposición una con otra; la observación misma, la observación mas detenida y mas extensa es la que nos conduce al sentido literal de que nadie debiera separarse porque es el único verdadero, el único razonable, y el único conforme al espíritu general del Génesis y en particular de la historia de la creación; ¿no es esta la única reconvencción que la crítica sagrada puede hacer á la teoría de Deluc? En esta teoría en efecto, los períodos indeterminados se terminan por resoluciones que destruyen las creaciones existentes; ahora bien, no es creíble que la historia que refiere las creaciones de cada día ó período hubiera guardado un silencio absoluto sobre las revoluciones que hubieran destruido por la tarde la obra de la mañana.

En una palabra; la teoría de Deluc es en todos los puntos opuesta á la unidad armónica de la historia de la creación tal como nos la enseña el Génesis. ¿En qué consiste que semejante teoría haya sido y todavía sea no solo adoptada, sino defendida con una especie de cólera por tantas inteligencias que se proponen defender la revelación? Esto es lo que trataremos de explicar mas adelante.

Mientras Deluc hacia retrogradar la ciencia por sus teorías hipotéticas, Werner siguiendo las huellas de Pallas y las de Buffon, en lo que este tiene de positivo, creaba definitivamente la Geognosia. Llevando la observación de las rocas que componen la corteza del globo hasta los detalles, ha podido establecer una distribución de estas rocas que reposa sobre su antigüedad relativa determinada por su yacimiento. Divide, pues, los terrenos segun su antigüedad relativa en cinco grandes clases que llama: terrenos primitivos, terrenos de transición, terrenos secundarios, terrenos de aluvión y terrenos volcánicos.

I. Los terrenos primitivos principales que comprenden todos los otros y no contienen restos orgánicos, son el granito, el gneiss, el micaquist, el esquisto, la caliza, el trapp, la serpentina, el pórfido, la sienita, etc. Cada uno de estos terrenos presenta una ó varias formaciones.

II. Los terrenos de transición formados de los restos de los terrenos primitivos y que contienen cuerpos organizados, reposan sobre los primitivos; estos son la caliza de transición, el trapp de transición y el terreno de granwacka.

III. Los terrenos secundarios siguen á los terrenos de transición, y encierran segun Werner, diferentes formaciones de gres y de pudingas, de caliza, de ye-

so, de sal gemma, de terreno hullifero y de lignito, y las formaciones basálticas que llama trapp secundario.

IV. Los terrenos de aluvión son los mas recientes: Werner designa en ellos primeramente su *seiffenberg* ó terreno de explotación por lavado; consiste en fragmentos rodados grandes ó pequeños de rocas de la inmediación y encierra muchas veces minerales metálicos; despues, los aluviones arenosos, arcillosos, pantanosos y las tobas calizas.

V. Los terrenos volcánicos se dividen segun Werner en *pseudo-volcánicos* ó producidos por combustiones interiores pacíficas y situadas cerca de la superficie del suelo, y *volcánicos* propiamente dichos, ó producidos por las erupciones de los volcanes. Los primeros comprenden el jaspe porcelanita, la arcilla quemada, las escorias terrosas y el esquisto de pulimentar. La segunda clase contiene las lavas, las masas sin consistencia que se forman en la cumbre de los volcanes, las tobas volcánicas y las sustancias formadas en el interior de los cráteres.

El descubrimiento y reconocimiento de los criaderos metalíferos era sobre todo el grande objeto de Werner; ¿es también para llegar á él por lo que ha introducido su clasificación? Por artificial que parezca, por estar formada en un rincón de Alemania, no ha dejado de abrir la marcha al progreso que continúa. Esta primera clasificación de los terrenos cambiaba la faz de la geología y aniquilaba para siempre las teorías de la imaginación. El hilo conductor dado por Werner debía en adelante dirigir á todos los geognostas á la confirmación ó á la rectificación de sus trabajos. Los límites de sus clases de terrenos han debido sufrir variaciones que las observaciones mas extensas habrán necesitado; pero no se hubieran verificado si no hubiera existido la clasificación de Werner. Por las mismas causas la superposición indicada por él ha debido también sufrir algunas rectificaciones. Se ocupó poco de los fósiles porque no conducían á su objeto; su estudio mas detallado vendrá mas tarde á presentarnos una nueva faz en la cuestión estableciendo la distinción entre los terrenos marinos y los de agua dulce.

En *geogenia* Werner ha sido menos afortunado. A su escuela es á quien se ha dado principalmente el nombre de *Neptunianos*. Admite en efecto: 1.º que los terrenos que constituyen la superficie del globo, son producto de una precipitación acuosa; 2.º que los terrenos mas antiguos forman las montañas mas elevadas; como lo habia probado Pallas. De aquí deduce, y de la manera de ser de los diferentes terrenos, que el agua ha cubierto toda la superficie del globo, y que las montañas mas elevadas son producto de un depósito químico y tranquilo; que bajando las aguas poco á poco, se han precipitado nuevos depósitos químicos sobre los primeros, pero que la naturaleza de los principios mantenidos en disolución variaba continuamente; puesto que las diferentes tierras son mas ó menos abundantes en los depósitos formados en diferentes épocas; que á medida que las aguas bajaban, su tranquilidad era menor; que la cristalización se hizo entonces mas y mas confusa; y que cuando algunas partes pequeñas de tierra han salido de las aguas, agitaciones violentas han mezclado depósitos puramente mecánicos con los depósitos químicos que se producían sin cesar. En la misma época, los primeros seres organizados han existido, y sus restos se encuentran mezclados en los terrenos de transición formados durante este período. El nivel de las aguas disminuía siempre; las precipitaciones se hacían cada vez mas confusas; los cuerpos organizados siempre mas abundantes; los terrenos secundarios se han depositado sucesivamente. Parece que en dos épocas ha sido interrumpido el descenso sucesivo de las aguas, y que su nivel ha subido por el contrario á una gran altura. Entonces han dado nue-

vamente origen á depósitos cristalinos, á precipitaciones químicas que han cubierto todos los terrenos anteriormente depositados. La primera época es anterior á la existencia de los seres organizados, ha producido los pórfidos, las serpentinatas de la segunda formación, etc. La segunda época, posterior al período de los depósitos de los terrenos secundarios, ha producido segun Werner los terrenos basálticos. Revoluciones de mas de una especie han bajado ó elevado despues las capas de los terrenos interrumpidos, ó dividido las diferentes formaciones y dado origen á los terrenos volcánicos, á los terrenos de aluvión, etc. Los agentes atmosféricos destruyen sin cesar las partes sólidas de la superficie del globo y sus fragmentos son continuamente arrastrados al fondo de los mares; así, aunque el nivel actual del mar parece que no baja, la cantidad de las aguas disminuye siempre.

El sistema geogénico de Werner está como se ve fundado en dos errores que la observación ha rectificado mas tarde: 1.º habia estudiado poco los fósiles, y la distinción entre los fósiles marinos de agua dulce y terrestres no se habia introducido aun en la ciencia sino que se deberá en parte á Lamarck; 2.º por efecto de esto mismo no se conocían las alternativas de las capas de agua dulce y marinas. Si estos dos grandes hechos hubieran sido pesados por Werner, no hubiera podido evidentemente sostener su teoría de la precipitación química de los terrenos. Otras muchas objeciones se le pueden todavía oponer.

Esto no debe impedir reconocer el gran paso que la geología ha dado entre sus manos; consideró las rocas bajo todos sus puntos de vista, y aun se asegura que demostraba la influencia del suelo mineralógico sobre las costumbres de los pueblos, sobre su historia y hasta sobre sus cualidades morales.

Mientras que en el silencio del fondo de la Alemania Werner hacia así progresar la ciencia, Juan Claudio de Lametherie, resumía en su teoría de la tierra todos los trabajos y los sistemas anteriores desde los tiempos mas remotos hasta él; se encuentra en efecto en su quinto tomo el análisis y refutación de mas de sesenta sistemas, y estaba lejos de haberlo examinado todo.

Por lo demás, prudente en sus opiniones propias, si abraza las ideas repentinamente y las precipitaciones químicas, como Werner, no es tan exclusivo como sus predecesores, y marchando en la vía positiva, procede de las causas y de los efectos actuales á las causas y á los efectos antiguos; invoca todas las causas naturales aun en acción, y apela al testimonio de la historia para ilustrar la geología; estos son principios dignos de atención.

Aunque la teoría de la tierra de Lametherie sea como indica su título mas bien geogenia que geognosia, sin embargo, no se ha olvidado de esto. Divide los terrenos en primitivos, secundarios, terciarios, despues distingue los terraplenes y los aluviones y los productos volcánicos.

En geogenia le seguiremos un poco mas en detalles á causa del gran número de hechos que emplea para la resolución de las cuestiones que deberan ocuparnos mas adelante. Recogeremos sus principios generales sobre la fusibilidad, la cristalización y la solubilidad de los minerales, y le seguiremos en el análisis de sus causas y de sus efectos.

1. *Principios generales. Fusibilidad.* Ha probado por un gran número de hechos que no hay minerales infusibles; el cristal de roca (la sílice) que pasa por el mas refractario, ha sido fundido por medio del aire puro. El pórfido y todas las rocas primitivas se funden á diferentes grados de calor, y sus diversos elementos se confunden en un vidrio homogéneo diversamente coloreado segun las sustancias.

De estos hechos se sigue, que si las rocas primiti-

vas hubieran sido gasificadas ó liquidadas por el fuego, serian todas de un vidrio homogéneo y compacto; porque el calor que hubiera sido necesario para gasificarlas, no hubiera perdonado á ninguna. Ahora bien; su testura está lejos de ser homogénea, y que ofrece una especie de mezcla pastosa de diferentes sustancias, no ha podido evidentemente ser introducida por liquidación.

Lametherie ha demostrado por el resumen de los hechos, que todos los minerales cristalizan ó regularmente ó de una manera confusa, ya sea por el calor, ya por el agua; que las aguas calientes tienen en disolución una cantidad mayor de sustancias que las que estan frias; y que el agua saturada de una sustancia salina podrá todavía disolver porciones de otra sal.

Aplicando la química á la geología ha demostrado que los disolventes bastante conocidos de las sustancias que se encuentran en los terrenos secundarios y terciarios son: 1.º el ácido carbónico; 2.º el ácido sulfúrico; 3.º el ácido fosfórico; 4.º el ácido marino; 5.º el ácido fluorico; 6.º el ácido borácico; 7.º los ácidos metálicos, 8.º el ácido nítrico.

Afirma que estos ácidos han existido en las aguas primitivas, y que se produce todos los dias una nueva cantidad.

En efecto, dice, el azufre se forma diariamente en los betunes, en las piritas y en los seres organizados, lo mismo que el fósforo; así producen los ácidos sulfúrico, sulfuroso y fosfórico.

Lo mismo poco mas ó menos sucede con los otros ácidos; pero el ácido carbónico es el mas abundante de todos; existe en las calizas, en los terrenos primitivos, como en los secundarios y terciarios; pero sin embargo mas abundante en los dos últimos grupos. Se hallaba, pues, en las aguas primitivas y en la atmósfera; pero se ha producido y se produce abundantemente todos los dias por los animales y vegetales, ya durante su vida, ya por su descomposición. Es absorbido y disuelto en el agua y trasportado á los mares, los lagos, etc.

«Ahora bien, debémos calcular la masa de ácido carbónico que ha sido producida por esta causa segun la enorme cantidad de seres organizados que han existido. Juzguemos de ella solamente por sus restos que se encuentran en el seno de la tierra, las conchas, los huesos fósiles, los leños fósiles, las turbas, los betunes, etc. Añadamos aun las carnes de estos animales, las hojas y las ramillas de estas plantas... que en su descomposición han dado mucho ácido carbónico. Apreciaremos fácilmente toda la cantidad que estas causas han dado, ya durante la vida de estos seres, ya despues de su muerte.

»Los seres organizados han suministrado la mayor parte de las calizas secundarias y terciarias; tambien han dado la magnesia, que se encuentra en la mayor parte de los animales marinos, la arcilla, restos de vegetales y á veces de animales, de cuarzo que se encuentra en los vegetales y en un gran número de polípedos.

»Casi nunca se encuentran conchas en los yesos, lo cual podía hacer suponer que el ácido ha sido bastante abundante para disolverlos, mientras que el ácido sulfúrico no habrá atacado los huesos que son fosfatos calizos.»

Este es el origen de las calizas; véase segun Lametherie el de los cuarzos. «El cuarzo, dice, no será pues sino tierra cuarzosa combinada con el ácido carbónico y á la cual se habrán unido algunas porciones de tierra caliza, de óxido de hierro y quizá de tierra arcillosa.

En efecto, el cuarzo es atacado y disuelto por un exceso de ácido carbónico; el hierro que se hace oxidar sobre el cuarzo, le corroe y le disuelve; las aguas de Valz, que estan sobrecargadas de ácido carbónico,

salen de una roca cuarzosa. Toda la parte superior de la gruta, que se halla expuesta á los vapores de este ácido que se desprende, es corroida, disuelta y toma el aspecto de una tierra blanda y ferruginosa: este es un hecho que ha sido confirmado por Faujas.

«Todos estos hechos no dejan duda de que la tierra cuarzosa es soluble en el ácido carbónico, y de que el cuarzo es el producto de esta cristalización; esta tierra cuarzosa es en parte soluble en el agua; las aguas calientes de Islandia, las aguas de Ruikum, tienen tierra cuarzosa en disolución; dan por el análisis ácido sulfuroso, sosa cáustica, alúmina, tierra cuarzosa, sal marina y sal de Glauber. La tierra cuarzosa puede ser mantenida en disolución por las aguas frías; esto es lo que prueban un gran número de hechos. El cuarzo puede proceder de los seres organizados, de las rocas primitivas, la sosa de la descomposición de la sal marina y de las aguas marinas que se infiltran al foco del volcán; el gas sulfuroso puede proceder de las piritas, y de los seres organizados, etc.

La tierra arcillosa puede estar de tal modo suspendida en el agua, que no se precipita. Cuanto mas rápida es la cristalización, es mas confusa, y solo por una cristalización lenta y tranquila se obtienen cristales regulares. Esta última observación, aplicada á los terrenos primitivos, probaria, que si han estado disueltos, su fluido, su cristalización, ha debido ser tanto mas rápida cuanto mas confusa es.

Este resumen sucinto nos manifiesta con cuánto cuidado Lametherie habia buscado en las causas conocidas la explicación de los fenómenos, y siempre con una buena fe, desprendido de toda preocupación. Los datos que acabamos de recoger son además importantes para explicar las formaciones de sedimento y la fosilización.

Tomando la causa acuosa como principio engendradora del globo, veamos cómo explica su teoría.

I. Los terrenos y montañas primitivos disueltos en aguas de una temperatura elevada, se han precipitado y han formado el núcleo sólido del globo, en el cual hay, sin embargo, algunas cavidades parciales, pero no una cavidad general ni un fuego central, como lo han pretendido ciertos autores, la influencia local de la luz sobre las cristalizaciones, el enfriamiento diferente de las aguas segun las localidades habrán producido con otras causas, la diferencia de las cristalizaciones y de los terrenos. Así se han producido las montañas y los valles primitivos que no tienen la dirección regular que se les ha atribuido; las porciones de materias mas solubles que han quedado en las aguas madres, dieron lugar á la precipitación de los granitos venozos, de los gneiss, de los esquistos micáceos, de los petrosilex, de los trapps, de las corneanas, de los smectites y de todas las piedras que forman los terrenos secundarios primitivos.

Las aguas se elevaban entonces sobre las mas altas montañas. Cuando bajaron degradaron las montañas primitivas y arrastraron sus restos y esos grandes peñascos que se encuentran en sus pendientes; las causas meteóricas contribuyeron tambien á esta degradación.

II. *Terrenos secundarios y terciarios.* Entonces aparecieron los seres organizados vegetales y animales; sus restos acumulados, sus productos diversos, disueltos por las aguas, cristalizaron despues de una manera confusa para formar nuevos terrenos que se llaman secundarios y terciarios, en los cuales se distinguen particularmente, los terrenos calizos secundarios, calizos terciarios, los yesos, los fosfatos calizos, las capas arcillosas, las capas bituminosas, las capas sulfuradas, los terrenos metálicos por transporte y las capas salinas. Coloca la creta en los terrenos terciarios, y atribuye sus pedernales á animales penetrados de jugo silíceo, lo que parece bastante generalmente adoptado en cuanto al fondo.

Las montañas y los valles secundarios se han formado por cristalización; habiéndose producido sobre los terrenos primitivos que cubren, han debido seguir sus irregularidades, sus elevaciones y sus descensos; por consiguiente, habrán formado aqui montañas, mas allá valles, en otros puntos llanuras: en fin, se habrán modelado enteramente sobre los terrenos primitivos; y esto es lo que nos explicará un fenómeno que se observa constantemente en todas las grandes montañas. Cada una de estas cordilleras tiene un punto granítico principal como hemos visto.

«Ahora bien; se observa constantemente en todos los gneiss ó granitos en hojas, en los esquistos micáceos y en todas las capas calizas, que rodean mas ó menos cerca este punto central, que estas capas, apoyándose sobre dicha masa, se elevan siempre hacia el punto principal, de manera que algunas se hacen verticales ó casi verticales.»

Responde á las objeciones que se pueden hacer á su teoría de la formación de los terrenos por precipitados cristalinos; despues se propone este problema: «cómo algunos terrenos primitivos que estan en descubierta, aunque menos elevados que los secundarios, no han sido cubiertos por ellos como otros? porque estos terrenos secundarios han sido formados posteriormente á los primitivos.» Le resuelve por las circunstancias locales; y con este motivo desarrolla la tesis muy justa del límite de las diversas capas en diversas localidades.

Así las piedras calizas secundarias forman masas inmensas casi aisladas y separadas de toda otra sustancia.

Otras veces, las cubren las capas bituminosas y las arcillosas.

En otros puntos son: las arcillas ferruginosas, las pizarras, las arcillas magnesianas y las calizas.

Mas lejos son capas de fosfato calizo; aquí son capas de yeso. La misma cosa se verifica con las piedras calizas terciarias; forman capas inmensas. Sin embargo, su naturaleza cambia sin cesar; esto es lo que se observa en los caminos de París, donde forman bancos considerables y donde estos bancos ó canteras estan abiertas á distancias muy cortas. Se ve que la materia de la piedra varia sin cesar, y que los mismos bancos no se sostienen sino en espacios cortos. Los arquitectos saben muy bien hacer la diferencia por la solidez de la piedra. Todos estos hechos prueban que cada depósito no se ha extendido sobre todo el fondo de los mares, sino unicamente en localidades limitadas segun las circunstancias mas ó menos favorables.

Este hecho general de la localización de los terrenos, tan bien observado por Lametherie, refuta la generalización artificial de la superposición de los terrenos, de la cual se han sacado tantas consecuencias singulares.

No será menos interesante seguir á Lametherie en el análisis de las causas que obran actualmente.

Los mares. Es cierto que el mar forma bancos de arena que cierran á los buques pasos que estaban abiertos. Hay un gran número de estos bancos de arena en las costas de la Holanda y en el Nordeste de Inglaterra. Los principales son: el Zuidereec, el banco de Werthem, el de Whit, el de Whitewalter, el de los Perros. El Bonceur ó el Kintmen, es uno de los mas extensos que se conocen. Empieza en las costas del Holstein, y se prolonga hasta las costas de las Hébridas. Se encuentran bancos semejantes en la mayor parte de los mares, y cita un gran número.

No es pues, dudoso, que las aguas del mar obran sobre su fondo y sobre sus costas.

En las costas de Messina las aguas del mar forman una piedra muy dura que se usa para hacer ruedas de molino, y que por consecuencia se llama *piedra molar*.

El mismo fenómeno se presenta en las costas de la

Rochela, segun lo ha escrito La Faille en una memoria sobre las fólades. Igualmente se forman piedras calizas en las lagunas de Venecia, segun refiere Fortis.

Los fenómenos geológicos parecen probar que las aguas han cubierto casi la totalidad del globo.

Ahora bien, es preciso deducir de esto que las aguas han disminuido en una cantidad prodigiosa. La tradición de los pueblos confirma esta disminución en grande escala; el testimonio del gran número de autores citados por Lametherie, no deja duda alguna en este punto.

Tenemos dos mares principales cuya retirada ó disminución se halla bien establecida por los testimonios históricos: estos son el mar Caspio y el Mediterráneo. Despues cita un gran número de hechos en apoyo de esta opinion y concluye:

«No puede haber duda alguna de que las aguas han cubierto las mas altas montañas secundarias, cuyas sustancias han sido ciertamente depositadas en el seno de las aguas. Hoy algunas de estas montañas se hallan á mas de 300 toesas sobre el nivel actual de los mares. Los sabios no se han fijado aun sobre la causa que ha hecho desaparecer una masa de agua tan enorme ó que la ha hecho cambiar de sitio.

Habla de la teoría enunciada ya por Cuvier sobre las revoluciones del globo por las irrupciones reiteradas del mar, y dice, que la física no reconoce hasta ahora causa alguna que hubiera podido producir estas retiradas y estas vueltas periódicas de las aguas sobre nuestros continentes.

Pero dice muy bien, que ha habido un gran número de inundaciones parciales y locales á las cuales se ha dado impropriadamente el nombre de diluvios. Estos diluvios particulares han sido producidos, unos por lluvias, otros por desbordamientos de lagos y estos han sido los mas frecuentes en los tiempos antiguos; los otros por vientos violentos, otros por los movimientos y dislocaciones del suelo, por el hundimiento de las montañas etc. Todas estas causas han obrado de diversos modos para producir todos los cataclismos parciales acaecidos en diferentes tiempos sobre diversos puntos del globo, habiéndonos conservado las tradiciones de los pueblos la memoria de unos, mientras que los hechos geológicos nos indican la huella de otros muchos.

Prueba en efecto por un gran número de hechos históricos y geológicos que una multitud de lagos se han desaguado súbitamente inundando extensos países; que los mares mismos han hecho irrupciones semejantes en diferentes tiempos en ciertas localidades. Tales irrupciones, añade, han debido verificarse en tiempos anteriores cuando el nivel de los mares era todavia muy elevado; habrán podido, pues, amontonar piedras á alturas mas ó menos considerables sobre el nivel de los mares actuales.

Pasando á los terraplenes, ve muy bien su origen en el desgaste del suelo por las aguas. Los terraplenes, dice, son los depósitos de materias no disueltas que forman las aguas ya de los mares, ya de los lagos, ya de los rios.

Por medio de estos terraplenes se han formado las islas y los deltas en la embocadura de los grandes rios, como se observa particularmente en la embocadura del Amazonas, del Orinoco, del Ganges, del Indo, del Nilo, del Danubio, del Ródano, del Rhin y de todos los grandes rios.

Una parte de la Holanda ha sido formada por terraplenes, y su suelo presenta en capas sucesivas arena, turba, arcilla, arena conchifera, arcilla y arena.

Una parte de la llanura de Lombardía se debe igualmente á los terraplenes y todo hace creer que el golfo de Venecia se extendia en otro tiempo hasta Módena y mas allá.

El Delta ó bajo Egipto ha sido reconocido en todo

tiempo por un producto de los terraplenes del Nilo; este era un hecho admitido por los sacerdotes del Egipto y que nos ha sido transmitido por Herodoto.

Damieta era un puerto adonde abordó Luis IX en el siglo XII; y hoy se halla muy distante del mar. Una porción de las llanuras en donde corren los rios de las Amazonas y Orinoco son igualmente producto del terraplen de estos rios. Las numerosas islas que se encuentran en estos rios y sobre todo en su embocadura han sido formadas por estos terraplenes.

El valle donde corre el Sena ha sido igualmente lleno por estos terraplenes.

Este hecho es general. La formación diaria de estos terraplenes explica cómo las llanuras aumentan por el descenso de las montañas, cuya pendiente cuando ha llegado á 40 grados se sostiene mas tiempo.

En fin Lametherie ha analizado tambien los hechos de las fuentes termales y calcaríferas ó silicíferas. Así la causa acuosa ha producido el suelo y las montañas primitivas, los terrenos secundarios y terciarios por vía de precipitación química; pero ha producido tambien terraplenes compuestos de capas alternadas y todo esto se ha verificado de una manera continua, pero diferente, segun las localidades y las circunstancias, de manera que no se pueden admitir revoluciones del globo ni irrupciones reiteradas y generales de los mares, sino solamente irrupciones parciales agotamientos ó inundaciones de los grandes lagos y la acción de los rios. Aparte de la exageración de las precipitaciones químicas que Lametherie ha extendido indudablemente demasiado porque no conocia bastante las alternativas de las capas marinas y de agua dulce, se halla en el buen camino del progreso real en cuanto á la causa acuosa; vamos á seguirla en el origen de las maderas y de los carbones fósiles como él los llama.

«Los rios y sobre todo los rios grandes, dice, desarraigan los árboles que estan en sus riberas, principalmente cuando las aguas crecen, y los acarrean á distancias mas ó menos considerables. Algunas veces los depositan en sus propias riberas, ó en las islas que forman por sus terraplenes; esta es la causa por qué se encuentran leños fósiles en todos los valles por donde corren rios grandes.

»Pero mas frecuentemente estos leños son transportados hasta los lagos y los mares. Todos los grandes rios que atraviesan comarcas poco cultivadas por la mano del hombre, y cubiertas de leños, conducen inmensas cantidades de árboles que han arrancado en tiempos de sus crecidas; tales son el Amazonas, el Orinoco, el Missisipi. Pero particularmente en los mares del Norte es donde se ven estos leños flotar sobre las aguas. Los viajeros admirados de la cantidad inmensa de estos leños, no dejan de hablar de ellos.» Cita los que refieren los viajeros Eldege, Ellis, Crantz, Phipps, etc.

«Estos árboles, continúa, llegados al mar, obedecen á las diferentes corrientes y son arrojados ya sobre una costa, ya sobre otra. Los vientos del Norte y los del Nor-Oeste son, los que dominando en estos mares, les arrancan de esta manera.

»Unos han pretendido que estos leños venian del Canadá. Otros les hacen llegar de Islandia, de Escocia, de Groenlandia, de Siberia, del Spitzberg. Pero, ¿por qué no vendrían de todos estos puntos al mismo tiempo? Las mismas causas deben obrar en todos estos países.

»Nunca será demasiada atención la que se preste á estos hechos. Ellos nos indican no solamente el origen de esta cantidad inmensa de leños fósiles, sino tambien la de los carbones y betunes. Porque se comprende que antes del origen de las grandes sociedades de hombres, la tierra estaba cubierta de bos-

ques; que los ríos obstruidos en su curso, arrastraban estos leños y los amontonaban aquí y allá.

»Todos estos leños así amontonados, son en seguida cubiertos por las arenas, piedras y tierras que acarrearán los ríos y los mares.»

Los leños fósiles pueden también deber su origen á hundimientos de bosques. En fin, inundaciones particulares habrán podido enterrar algunos árboles. El mar, elevado por una causa cualquiera (como se ha visto en Holanda), se precipita con violencia sobre terrenos cubiertos de bosques, ayudado de la acción de los vientos les rompe y derriba.

Otro origen de los carbonos y de los leños fósiles son las hornagueras. Estas se encuentran por lo general en los sitios bajos y pantanosos: sin embargo las hay también en los lugares muy elevados. Se dice que el Blosberg, montaña elevada de la Baja Sajonia y el Brohen, la más elevada del Hartz, están cubiertas de turba. Esta turba parece haberse extendido después sobre todas las colinas inmediatas por un mecanismo muy sencillo.

»El terreno de las hornagueras es siempre muy esponjoso. Retiene las aguas de las lluvias; cuando estas aguas son demasiado abundantes, la masa entera de la turba se levanta; si está situada en un lugar inclinado, corre como los hielos en las montañas elevadas. De esta manera se extiende sobre terrenos considerables. No se pueden detener sus progresos sino practicando fosos para la salida de las aguas. La turba cuando no es levantada, no puede ya correr.

»En los lugares bajos, la turba es igualmente levantada hasta el punto de formar islas flotantes. Esto se observa en varios puntos de la Holanda, como en Frisia, Bremen, Groninga, Edimburgo, Haut Pont, cerca de Saint-Omer etc.

»Cuando estas hornagueras se hallan á poca distancia del mar, son algunas veces arrastradas á él, y forman islas flotantes. Las plantas acuáticas que más contribuyen á la formación de la turba, son las colas de caballo, los escirpos, las tifas y las confervas. Estas plantas vegetan con mucha fuerza y aumentan cada año la turba en una cantidad considerable.

»Los fosos abiertos para sacar la turba se llenan muy pronto, porque las aguas hacen correr á ellos los terrenos vecinos que los ocupan poco á poco.

»La Holanda contiene cantidades inmensas de turbas y el arte ha llegado á hacerlas diariamente.

»Las turbas naturales se han formado 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 un foso más ó menos extenso en un extenso prado turboso. El agua se introduce en aquel foso ó se la hace llegar á él. Allí se producen la *Conferva rivularis* y después musgos, líquenes etc. Todas estas plantas se amontonan, se descomponen y al cabo de seis, ocho ó diez años hay una nueva turba que es excelente.»

»Pero cómo puede nacer la hulla de todos estos manantiales? Esto es lo que va á exponer Lamethierie.

»Se forman, dice, en las hornagueras, piritas como en las maderas fósiles. Estas piritas se calentaban por las causas conocidas, y aun se inflamaban; entonces la parte oleosa se desprenderá de ellas y se mineralizará; y pasará al estado de betun.

Hay también frecuentemente piritas en los carbonos y en los esquistos que les cubren. Los restos de animales y vegetales que se encuentran en las hullas, los aceites bituminosos, el álcali amoniacal que se saca de ellos, no permiten dudar de que los seres organizados las hayan dado origen.

Se han reasumido de estas materias animales y vegetales, antes de su mineralización, muchos vapores que contienen hidrógeno sulfurado, azoe, ácido

carbónico, como se desprenden de los pantanos, y de todas las materias animales y vegetales amontonadas y que pasan al estado de descomposición.

Ahora bien, sabemos que en las cloacas y en otros lugares, donde hay semejantes desprendimientos de aire, se forma azufre; este azufre, en esta circunstancia, se combina, ó con el hierro de estas sustancias, ó con el hierro de nueva formación y produce piritas.

Encontramos el mismo ácido sulfúrico y las piritas en las turbas, en algunos leños fósiles, y hasta en las arcillas, en los esquistos y en las pizarras.

Se debe comprender fácilmente según estos hechos que se habrán formado piritas y azufre en medio de los leños fósiles de las turbas y de todas las materias vegetales y animales que han concurrido á la formación de los carbonos.

Ahora bien, estas piritas descomponiéndose por las causas conocidas, contraerán el calor que se comunicará á todas estas sustancias. Estas turbas, estos leños fósiles, experimentarán un grado de calor cualquiera, que sin embargo no llegará á la inflamación, á causa de la ausencia del aire atmosférico, al abrigo del cual están por las capas petrosas que las cubren y por las aguas.

Lo que confirma esta manera de ver, es que las capas más superficiales, que han debido estar menos apartadas de este contacto atmosférico, son mucho más pobres en betun y en principios oleosos que las capas inferiores.

Se comprende que por estas descomposiciones interiores se han operado combinaciones diversas entre los gases, los ácidos y los aceites, y han producido el estado mineral bajo el cual encontramos las hullas.

Los terrenos primitivos no contienen carbonos ni materia alguna bituminosa que proceda de los restos de seres organizados. En todos los demás terrenos se encuentran carbonos; en el Mediodía de Francia, se encuentran en los terrenos calizos. En Flandes, los carbonos están bajo los terrenos calizos; pero ordinariamente los esquistos cubren las capas de carbon, las cuales se encuentran lo más frecuentemente en las capas esquistas apoyadas en las montañas primitivas.

»Los diferentes lechos de hulla tienen diversos espesores; se han visto algunos cuyo espesor no es más que de algunas líneas y que tienen la misma extensión en superficie que los más gruesos: esta extensión es frecuentemente de algunas leguas.»

Se encuentra en las carboneras ó hulleras de Creuzot, cerca del monte Cenis, capas que tienen hasta cuarenta y cincuenta pies de espesor y se citan de otro tanto en varias minas. Jamás se encuentra una capa de carbon sola; siempre hay varias sobrepuestas unas á otras; están separadas por otras capas de diferentes sustancias.

Esta disposición de las capas de hulla confirma plenamente la teoría de Lamethierie sobre su origen y formación.

Con igual sabiduría ha tratado la cuestión paleontológica de los fósiles vegetales y animales. Los fósiles empezaban á llamar más la atención y había llegado el momento en que su estudio iba á recibir un nuevo impulso. En la época de los primeros trabajos de Cuvier, resume Lamethierie todas las opiniones emitidas sobre la etiología de los fósiles, y las combate en su mayor parte hasta la de Cuvier. Reasume la mayor parte de los hechos conocidos entonces y que ya eran numerosos; porque un gran número de observadores en Inglaterra, Alemania, Italia y Francia habían reunido y estudiado muchos fósiles vegetales y animales de todas las clases, y uno de los grandes méritos de Cuvier será reasumir todos estos numerosos trabajos.

De todos estos hechos ya conocidos, deduce, Lamethierie con otros muchos sabios, que la mayor parte de

los restos de las producciones vegetales y animales de nuestras comarcas, no tienen sus análogos existentes, sino en los países cálidos y que aun varios no existen ya. Pero cuál es, añade, la causa de este singular fenómeno? Los geólogos tienen diversas opiniones en este punto.»

Examina y combate las opiniones de Pallas, que hacia venir los animales de las Indias por un diluvio; de Wallerius, Camper, Michælis, que pretendían que ninguno de estos seres existía ya; de Cuvier y Brogniart, que llaman sobre el globo una catástrofe inmensa para destruir todos estos seres; después añade:

«No admitiré, sino difícilmente estas consecuencias, y respondo: 1.º que no conocemos causa alguna física que hubiera podido producir esa gran catástrofe de que han hablado sabios naturalistas;

2.º Diré, con Hunter, que las pequeñas diferencias que se observan entre varios fósiles y sus análogos existentes, no son bastante considerables para ser juzgadas de otro modo que como simple efecto del cambio de clima ó de temperatura. Hay además grandes diferencias entre los huesos de un perro dogo, de un lebré ú otra especie de perro. ¿Qué cambios no experimentan nuestros animales transportados á los países cálidos!

3.º Yo preguntaré si todos los animales y vegetales existentes al verificarse la catástrofe general han sido destruidos ó no. Si se dice que han sido, será preciso, pues, afirmar que todos los que existen hoy han sido producidos posteriormente por una generación espontánea; lo que todavía no se ha dicho ni puede admitirse sino en vista de hechos concluyentes. Si estas nuevas especies existían ¿por qué no se encuentran restos entre los fósiles? Así es necesario, pues, deducir, que son las mismas especies que han experimentado algunos cambios por circunstancias locales.

4.º es cierto que varios animales fósiles se parecen á los que existen actualmente. Tales son varias especies del Monte Bolca, según Fortis.

Lamarck tiene la misma opinión. Me ha hecho ver en su colección la concha del *murex trunculus* Lin., fósil encontrado en Francia enteramente semejante á la del animal vivo y hay otras muchas parecidas á la de los animales vivos.

5.º No es dudoso que varios vegetales fósiles son igualmente semejantes á los que existen; tal es el *cauchú* de Derbyshire, el *nyctantes* de Saint-Chaumont, y de la palmera *areca* de Andernac.

Se debe, pues, reconocer con la mayor parte de los naturalistas.

1.º que hay un gran número de fósiles, cuyas especies no existen ya, y han perecido por circunstancias locales.»

En otra parte explica estas circunstancias locales que han hecho perecer ciertas especies, bien porque no encontraban ya los medios convenientes, bien por falta de alimento, por no haber podido reproducirse, por el cambio de clima.

2.º que otros varios tienen sus análogos vivos.

3.º que han vivido poco más ó menos en las regiones donde se encuentran hoy sus restos, ó en otras poco lejanas.»

En este caso, es necesario admitir que estos climas tales como la Siberia, el país de los Samoyedos, la Rusia, la Inglaterra, la Alemania y la Francia, han gozado en alguna época una temperatura bastante benigna para que el elefante, el rinoceronte, el nictantes y la palmera hayan podido subsistir.

Ahora bien, al autor encuentra tres causas que han debido dar en otro tiempo una temperatura más igual y más suave al globo: 1.º el calor propio del globo, que cree haber entrado por poco; 2.º el que todos los picos, todas las lomas estaban en otro tiempo menos distantes de la superficie del agua, y esta causa ha

sido la más poderosa; 3.º la densidad de la atmósfera que cree haber sido más considerable en la antigüedad.

Así Lamethierie no admite más que un origen primordial y simultáneo de los vegetales y de los animales; los que se han convertido en fósiles lo han sido por causas naturales; y las especies perdidas han desaparecido por circunstancias locales, mientras que los otros fósiles, tienen aun sus análogos vivos; estaba, pues, en la dirección lógica y racional, tratando de explicar hechos físicos por leyes físicas y rechazando las teorías que ninguna ley conocida puede apoyar.

Restanos reasumir la doctrina de Lamethierie sobre los efectos que se atribuyen á la causa ignea.

En primer lugar, combate la hipótesis del calor central del globo; y explica los volcanes por causas que pueden ser en parte analizadas, lo cual no es por el fuego central.

»Muchos sabios, dice, han pensado que los focos volcánicos eran determinados y sostenidos por la presencia de las sustancias orgánicas vegetales y animales.

»Así es que se encuentran en los productos volcánicos muchas sales amoniacales y álcali volátil, y en 1794 se han recogido de la erupción del Vesuvio cantidades considerables de sal amoniaco. Las lavas leucíticas contienen una cantidad considerable de potasa.

Ahora bien, todas estas sustancias parece que no pueden provenir sino de sustancias orgánicas.

El humo negro y bituminoso que sale de los volcanes, los humos blanquecinos de ácido sulfuroso, los gases hidrógeno sulfurados que ocasionan las llamas, no pueden ser desprendidos sino por los betunes, las piritas, los azufres, etc.

Los betunes líquidos de las lavas de Lipari, las piedras barnizadas de betunes, vomitadas por los volcanes, los betunes y los aceites minerales recogidos después de las grandes erupciones del Vesuvio, las sustancias bituminosas que rodean todos los volcanes apagados ó en actividad, los carbonos de piedra, los esquistos arcillosos con impresiones de vegetales, que se encuentran en ciertas montañas volcánicas, como el Gorgiguan en el Vicentino, el monte Hecla, etc., parecen probar de una manera incontestable que los fuegos de algunos volcanes han sido y son alimentados por leños fósiles, por turbas y carbonos de piedra.

»Los experimentos de Lemery sobre las mezclas de limaduras de hierro y azufre que se habían inflamado solas, autorizan á graves físicos á reconocer que las piritas hacen muy gran papel en los fuegos subterráneos. Todas las sustancias metálicas mineralizadas por el azufre pueden igualmente inflamarse y servir de alimento á estos fuegos. Finalmente los metales mismos pueden arder solos, tales como es zinc, el arsénico y el hierro.

El azufre se encuentra por todas partes en los volcanes; se exhala bajo la forma de ácido sulfuroso. El vapor que sale de los cráteres en actividades de ácido sulfuroso; todas las fumarolas son de ácido sulfuroso. Se ve al azufre sublimarse por todas partes en las deyecciones volcánicas, en las partes de los cráteres menos calientes; en fin algunas veces corre con la lava, como se le ve en el pico de Tenerife. Se encuentra el azufre por todas partes, en los volcanes y junto á ellos. Este azufre procede únicamente de las piritas, ó también de las minas de azufre nativo que pudieran hallarse bajo los volcanes? La cuestión es difícil de resolver, pero puede proceder de los dos orígenes.

De todas estas sustancias minerales combustibles que pueden concurrir á servir de alimento á los fuegos subterráneos, no hay más que el azufre que los hechos atestigüen existir en todos los volcanes.

Las piedras volcánicas en general, son: granitos,