su orígen primitivo. Existen tambien arenas vitrificables en la superficie de la tierra y en el fondo de los mares; pero la formacion de estas arenas que se ven en lo esterior es de data mucho mas reciente que la formacion de las otras arenas de igual naturaleza halladas á grandes profundidades debajo de las arcillas; porque estas arenas de la superficie de la tierra no son mas que detrimentos de los granitos, de los asperones y de la roca vítrea, cuyas masas forman los núcleos y las cumbres de las montañas, de las cuales las lluvias, los hielos y demas agentes esteriores desprendieron y desprenden aun algunas pequeñas porciones que acarrean las corrientes de las aguas y depositan sobre la superficie de la tierra; por lo que debe mirarse como muy reciente, en comparacion de la otra, esta produccion de arenas vitrificables que existen en el fondo del mar ó que observamos en la superficie de la tierra.

Así, las arcillas y el ácido que estas arenas contienen fueron producidos poco tiempo despues del establecimiento de las aguas, y con poca anterioridad al nacimiento de las conchas, pues contienen estas mismas arcillas infinidad de belemnitas, piedras lenticulares, cuernos de Amon, y otras muestras de aquellas especies perdidas de las cuales no se encuentran en parte

alguna análogos vivientes. Yo mismo hallé en una escavacion que mandé practicar, hasta cerca de sesenta pies de profundidad, en la parte mas baja de un vallecito (1), compuesto todo de arcilla y cuyas inmediatas colinas eran tambien de esta materia hasta á mas de 90 pies de elevacion, belemnitas de mas de 9 pulgadas de largo sobre 1 de diámetro; y entre ellas habia algunas asidas á una parte chata y delgada como el casco de los crustáceos. Descubrí tambien en aquel sitio gran número de cuernos de Amon piritosos y bronceados, y millares de piedras lenticulares. Estos antiguos despojos hallábanse enterrados en la arcilla á 150 pies de profundidad; porque aun cuando la escavacion no penetró á mas que á unos 60 pies en esta arcilla en medio del valle, es evidente que su espesor fue originariamente de 150 pies, respecto á que las capas se elevan por ambos lados á mas de 90 sobre el nivel de este valle: lo cual me fue confirmado por la correspondencia que guardan estas capas y por la de los bancos de piedras calcáreas que las sobrepujan de cada lado del valle. Estos bancos calcáreos tienen 63 pies de espesor, y sus diferentes capas se corresponden

(1) Este vallecito es muy vecino de la villa de Montbard, en el mediodía de la Francia.

con toda exactitud y están colocadas horizontalmente á la misma altura sobre la inmensa capa de arcilla que les sirve de base, prolongándose por debajo de las colinas calcáreas de toda aquella comarca.

El tiempo de la formacion de las arcillas sucedió pues inmediatamente al del establecimiento de las aguas; el de la formacion de las primeras conchas debe fijarse á algunos siglos despues; y el del acarreo de sus despojos siguió casi luego despues, sin que mediase mas intervalo que el establecido por la naturaleza entre el nacimiento y la muerte de aquellos animales de concha. Como la impresion del agua convertia cada dia en arcillas las arenas vitrificables, y como su movimiento las trasladaba de un punto á otro, iba arrastrando al mismo tiempo las conchas y demas despojos y escombros de las producciones marinas; y depositándolo todo á manera de sedimentos, formó desde luego las capas de arcilla en que encontramos ahora estos monumentos que son los mas antiguos de la naturaleza organizada, y cuyos modelos han desaparecido. No se infiera de aquí que no existan tambien en las arcillas varias conchas cuyo orígen no es de mucho tan antiguo, y aun algunas especies que pueden compararse con las de nuestros mares, y mejor aun con las de los mares meridionales;

pero esto no se opone á lo que dejamos espuesto, porque es sabido que el agua no cesa de convertir en arcillas cuantas escorias de vidrio y arenas vitrificables se presentan á su accion. El agua formó pues las arcillas en considerable cantidad, desde el instante mismo en que se apoderó de la superficie de la tierra, y siguió y sigue todavía produciendo el mismo efecto; porque el mar acarrea en el dia estos limos con los despojos de las conchas que viven actualmente, del mismo modo que acarreaba en otro tiempo estos mismos limos con los despojos de las conchas que en aquel entonces existian.

La formacion de las esquitas, de las pizarras, de los carbones de tierra y de las materias bituminosas, data igual fecha á corta diferencia; pues estas materias se encuentran por lo comun en las arcillas á grandes profundidades, y hasta parece precedieron al establecimiento local de las últimas capas de arcillas; porque debajo de 150 pies de esta materia, cuyas capas contenian belemnitas, cuernos de Amon y otros restos de las conchas mas antiguas, hallé materias carbonosas é inflamables, sabiéndose además que la mayor parte de las minas de carbon de tierra están mas ó menos superadas de capas de tierra arcillosa. En estas tierras pues es donde en mi concepto deben buscarse las venas de di-

cho carbon, cuya formacion remonta á mayor antigüedad que las capas esteriores de las tierras arcillosas que las coronan; y la prueba de ello es que las venas de dichos carbones están inclinadas casi siempre, mientras que las de las arcillas, como todas las demas capas esteriores del globo, son por lo comun horizontales. De aquí se deduce que estas últimas se formaron con el sedimento de las aguas que fue colocándose á nivel sobre una base horizontal, al paso que las otras, puesto que están inclinadas, fueron trasportadas al parecer por alguna corriente sobre un terreno inclinado. Estas venas de carbon, compuestas todas de vegetales mezclados con mas ó menos betun, deben su origen á los primeros vegetales que formó la tierra; y todas las partes del globo mas elevadas que las aguas produjeron, desde los primeros tiempos, infinidad de plantas y de árboles de toda especie, que arrancados por la fuerza de los años fueron arrastrados por las aguas y formaron depósitos de materias vegetales en un sin número de puntos: y como los betunes y otros aceites terrestres proceden, segun parece, de sustancias vegetales y animales; como el ácido proviene al mismo tiempo de la descomposicion de la arena vitrificable por medio del fuego, del aire y del agua; y como en fin el ácido entra en la composicion

de los betunes, los cuales pueden formarse con un aceite vegetal y un poco de ácido, se deja conocer que las aguas se mezclaron desde luego con estos betunes é impregnáronse de ellos para siempre; y como estas mismas aguas arrebataban inmediatamente los árboles y las demas materias vegetales procedentes de las alturas, dichas materias vegetales siguieron mezclándose con los betunes ya formados de los residuos de los primeros vegetales, y el mar con su movimiento y corrientes las removió, y las llevó y depositó sobre las eminencias de arcilla que habia formado anteriormente.

Las capas de pizarras, que tambien contienen vegetales y aun pescados, proceden de la misma materia, de lo cual pueden citarse ejemplos que están, por decirlo así, á nuestra vista. Los pizarrales y las minas de carbon fueron cubiertos en seguida por otras capas de tierras arcillosas que el mar depositó en tiempos posteriores; y hasta hubo intervalos considerables y alternativos de movimiento entre el establecimiento de las diferentes capas de carbon en un mismo terreno; porque muy á menudo se percibe debajo de la primera capa de carbon una vena de arcilla ó de otra tierra, que sigue la misma inclinacion; despues, y bastante comunmente, otra capa de carbon inclinada como la primera; y con frecuen-

cia tambien otra tercera, separadas igualmente una de otra por venas de tierra, y aun á veces por bancos de piedra calcárea, como en las minas de carbon del Hainaut. No hay pues que dudar que las capas mas bajas de carbon fueron producidas las primeras por materias vegetales llevadas allí por las aguas; y cuando el primer depósito de donde estraia el mar estas materias quedaba enteramente agotado, seguia este trasportando al mismo sitio con su movimiento las tierras ó las demas materias existentes al rededor de aquel depósito; y estas tierras son las que forman en el dia la vena intermedia entre las dos capas de carbon: lo cual supone que el agua acarreaba en seguida de algun otro depósito materias vegetales para formar la segunda capa. Entiendo aquí por capas la vena entera de carbon tomada en todo su espesor, y no las pequeñas capas ú hojas de que la sustancia misma del carbon está compuesta, y que con frecuencia son sumamente delgadas: estas hojas, siempre paralelas entre sí, son las que demuestran que aquellas masas de carbon se formaron y fueron depositadas allí por el sedimento y hasta por la destilacion de las aguas impregnadas de betun; y esta misma forma de hojas obsérvase tambien en los carbones nuevos cuyas capas se forman por destilacion á espensas de las capas mas an-

tiguas. De esta manera, las hojas del carbon de tierra adquirieron su forma por dos causas combinadas, á saber: el depósito siempre horizontal del agua, y la disposicion de las materias vegetales que propenden á formar hojas (1). Por lo demás, lo que prueba evidentemente que la sustancia de estos carbones no es mas que un conjunto de restos de vegetales unidos entre sí por medio de betunes, son los troncos de árboles, que se hallan enteros las mas veces, y los detrimentos conocidos de otros vegetales.

Lo que tal vez pudiera parecer dificil de concebir, es la inmensa cantidad de restos de vegetales que supone la composicion de estas minas, porque todas tienen escesivo espesor, se prolongan mucho, y se descubren en una infinidad de sitios: pero si se considera la produccion quizás aun mucho mayor que se hizo de vegetales durante veinte ó veinte y cinco mil años; y si se reflexiona al mismo tiempo que no estando creado el hombre todavia, no habia destruccion alguna de vegetales por el fuego, convendráse en que no podian menos de ser arrebatados estos por las aguas, y de formar en mil diversos puntos

(1) Véase el esperimento que hizo Morveau sobre una concrecion blanca que se convirtió en carbon de tierra negro y laminar.

capas muy estensas de materia vegetal. Fácil es formarnos idea en pequeño de lo que aconteció entonces en grande, si fijamos la atencion en la enorme cantidad de árboles corpulentísimos que muchos rios caudalosos, tales como el Misisipí, acarrean constantemente al mar, cuyo número es tan prodigioso, que impide á veces la navegacion del rio; y esto puede tambien aplicarse al de las Amazonas y á la mayor parte de los grandes rios de los continentes desiertos ó mal poblados. Es pues de creer, segun esta comparacion, que hallándose todas las tierras que estaban elevadas sobre las aguas cubiertas desde el principio de árboles y otros vegetales que no eran destruidos sino por su estremada vejez, verificáronse en este largo periodo de tiempo trasportes sucesivos de todos estos vegetales y de sus detrimentos, que las corrientes trasladaban de lo alto de las montañas á los mares. Las mismas comarcas inhabitadas de América nos suministran de ello un ejemplo muy patente: existen en la Guayana selvas de lataneros de muchas leguas de estension en medio de aquellas vastas lagunas, llamadas *sábanas anegadas*, que pueden considerarse como apéndices del mar, y cuyos árboles despues de consumidos por la vejez son llevados por el movimiento de las aguas. Los bosques mas distantes del mar, que cubren todas las alturas del interior del pais, no tanto están poblados de árboles robustos y vigorosos, cuanto sembrados de árboles decrépitos y casi ya podridos. Los viajeros precisados á pasar la noche en medio de aquellas selvas, reconocen antes el sitio que han escogido para su albergue, procurando elegirle rodeado de árboles sólidos, por el fundado temor de que se desplome alguno carcomido y les oprima y mate tal vez con su peso mientras duermen. La caida de estos árboles es muy frecuente: una sola ráfaga hace las mas veces un destrozo tan considerable, que se oye el estruendo á larguísimas distancias. Al caer estos árboles rodando por las montañas, derriban otra grande porcion de los que encuentran á su paso, y todos llegan juntos á los llanos, donde acaban de consumirse y forman nuevas capas de tierra vegetal, ó bien, conducidos por las corrientes á los mares mas vecinos, van á formar á lo lejos nuevas capas de carbon fósil.

Los detrimentos de las sustancias vegetales son pues los primeros fondos de las minas de carbon: son, por decirlo así, unos tesoros que parece ha acumulado la naturaleza de antemano para las necesidades futuras de las grandes poblaciones. Cuanto mas lleguen á multiplicarse los hombres, mas se disminuirán las selvas; y no pudiendo suministrar estas ya lo necesario

para su consumo, tendrán que recurrir á esos inmensos depósitos de materias combustibles, cuyo uso llegará á hacerse tanto mas indispensable, cuanto que el globo se habrá ya enfriado mucho mas: sin embargo, nunca llegarán á agotarlos, porque una sola de estas minas contiene tal vez mas materia combustible, que todas las selvas juntas de la comarca mas dilatada.

La pizarra, que debe considerarse como arcilla endurecida, está formada por capas que contienen igualmente betunes y vegetales, aunque en mayor ó menor cantidad, y muchas veces tambien conchas, crustáceos y pescados que no pueden referirse á especie alguna conocida. Cuenta por consiguiente una misma fecha el orígen de los carbones y pizarras, diferenciándose solamente estas dos clases de materias en que los vegetales componen la mayor parte de la sustancia de los carbones de tierra, en vez de que el fondo de la sustancia de la pizarra es el mismo que el de las arcillas, y que los vegetales y pescados parece se encuentran solo accidentalmente y en número bastante limitado; pero ambas contienen betun, y están formadas por hojas ó por capas muy delgadas y siempre paralelas entre sí; lo cual prueba claramente que fueron de igual manera producidas por los sedimentos sucesivos de una agua mansa, cuyas os-

cilaciones eran perfectamente arregladas, así como lo son las de nuestras mareas, ó de las corrientes constantes de las aguas.

Reasumiendo ahora por un instante cuanto dejo espuesto, preséntase evidente que la masa del globo terrestre, compuesta de vidrio en fusion, no presentaba en un principio mas que las hinchazones y cavidades irregulares que se forman en la superficie de cualquiera materia derretida por el fuego, cuyas partes se comprimen en fuerza del enfriamiento. En esta época y mientras el enfriamiento iba progresando, se separaron los elementos, se liquidaron y sublimaron las sustancias metálicas y minerales, y ocuparon las cavidades de las tierras elevadas y las hendiduras perpendiculares de las montañas; porque siendo estas puntas avanzadas sobre la superficie del globo las primeras que se enfriaron, ofrecieron tambien á los elementos esteriores las primeras hendiduras producidas por la compresion de la materia que se enfriaba. Los metales y minerales se derramaron en fuerza de la sublimacion, ó fueron depositados por las aguas, en todas aquellas hendiduras; y de ahí el que casi todos se encuentran en las montañas elevadas, mientras que en las tierras bajas descúbrense solamente algunas minas de nueva construccion. Poco despues se formaron las ar-

cillas, nacieron las primeras conchas y vegetales, y á medida que iban pereciendo producíanse con los despojos y detrimentos de las conchas las piedras calcáreas, y con los de los vegetales los betunes y carbones. Al mismo tiempo organizaron tambien las aguas con su movimiento y sedimentos la superficie entera de la tierra en capas horizontales; y las corrientes de estas mismas aguas le comunicaron en seguida su forma esterior en ángulos salientes y entrantes. No es mucho pues que fijemos, como tiempo indispensable para todas estas grandiosas operaciones, veinte mil años desde el nacimiento de las primeras conchas y de los primeros vegetales, que multiplicaron mucho y eran ya numerosísimos á los cuarenta y cinco mil años de la formacion de la tierra; y como las aguas, que en un principio llegaron á prodigiosa altura, descendieron sucesivamente abandonando las tierras que cubrian, presentaron entonces estas tierras una superficie enteramente sembrada de producciones marinas.

La mansion que hicieron las aguas sobre nuestros continentes debió de ser sumamente larga en consideracion á la inmensa copia de producciones marinas que se hallan esparcidas por todos los puntos de la tierra, y hasta á grandes profundidades y en sitios muy elevados; y si

añadimos á este tiempo, ya tan considerable, el necesario para que estas mismas producciones fuesen deshechas, reducidas á polvo y trasportadas por el movimiento de las aguas, á fin de formar en seguida los mármoles, las piedras calcáreas y las gredas, tendrémos que esta larga serie de siglos, esta duracion de veinte mil años es cortísima para la sucesion de los efectos que todos estos monumentos atestiguan.

Porque es necesario representarse aquí la marcha que sigue la naturaleza, y recordar tambien la idea de los medios de que se vale. Las moléculas orgánicas vivas existieron desde que los elementos de un calor suave pudieron incorporarse con las sustancias que componen los cuerpos organizados, y estas produjeron en las partes elevadas del globo infinidad de vegetales, y en las aguas un sin número de conchas, crustaceos y pescados, que se multiplicaron muy pronto por medio de la generacion. Esta multiplicacion de vegetales y de conchas, por rápida que se suponga, no pudo verificarse sino en gran número de siglos, supuesto que produjo volúmenes tan prodigiosos como lo son los de sus detrimentos: y en efecto, para juzgar bien de lo pasado es menester atender á lo presente. Véase, por ejemplo, el número de años que se necesitan para que algunas ostras amontonadas en

diferentes puntos del mar se multipliquen en ellos en cantidad suficiente para formar como una especie de roca. ¿Y no fueron tambien necesarios muchos siglos para la produccion de toda la materia calcárea de la superficie del globo? ¿Y podemos dispensarnos de admitir no solo siglos, sino tambien siglos de siglos para que estas producciones marinas se redujesen á polvo y fuesen trasportadas y depositadas por las aguas, á fin de poder formar las gredas, las margas, los mármoles y las piedras calcáreas? ¡Y qué de siglos se necesitan admitir tambien para que estas mismas materias calcáreas depositadas nuevamente por las aguas se hayan desprendido de su humedad superflua, y secado y endurecido despues hasta el punto en que se las ve ahora y de mucho tiempo á esta parte!

Como el globo terrestre no es una esfera perfecta, sino mas abultado por el ecuador que por los polos, y como la accion del sol es tambien mucho mayor en los climas meridionales, resulta que las comarcas polares se enfriaron antes que las del ecuador. Así, estas partes polares de la tierra debieron de ser las primeras que recibieron las aguas y las materias volátiles caidas de la atmósfera; el resto de tales aguas y materias inundaria en seguida los climas que llamamos *templados*; y por fin, las tierras del ecuador son

las que últimamente debieron ser anegadas. En efecto, preciso fue que trascurriesen muchos siglos antes que las partes del ecuador se hallasen suficientemente tibias para poder recibir las aguas; y por consiguiente, el equilibrio y hasta la ocupacion de los mares tardó mucho en establecerse, y las primeras inundaciones procedieron de los polos. Pero ya hemos indicado (1) que todos los continentes terrestres están terminados en punta hácia las regiones australes; lo cual nos manifiesta que las aguas vinieron en mayor cantidad del polo austral que del boreal, de donde no podian hacer mas que refluir, pero no llegar, por lo menos con tanta fuerza; sin lo cual hubieran tomado los continentes una forma enteramente distinta de la que nos presentan ahora, es decir, se hubieran ensanchado hácia la parte austral, en lugar de comprimirse. Las comarcas del polo austral debieron enfriarse efectivamente mas pronto que las del boreal, y por lo mismo recibir antes las aguas de la atmósfera, en atencion á que el sol se detiene algo menos en este hemisferio austral que en el boreal; y esta causa me parece suficiente para determinar el primer movimiento de las aguas, y perpetuarlo

(1) Véase *Teoría de la tierra*, tomo 1, artículo *Geografía*.

en seguida por espacio muy prolongado, en términos que hubiese podido aguzar las puntas de todos los continentes terrestres.

Por otra parte, es indudable que los dos continentes no estaban aun separados por nuestro norte, y que su separacion no tuvo lugar sino mucho tiempo despues del establecimiento de la naturaleza viva en nuestros climas septentrionales, puesto que los elefantes han existido al mismo tiempo en la Siberia y en el Canadá; lo cual arguye convincentemente la continuidad del Asia ó de la Europa con la América, mientras que por el contrario parece igualmente cierto que el Africa estaba ya separada, desde los primeros tiempos, de la América meridional, respecto á que no se ha hallado en esta parte del nuevo Mundo ni un solo animal del antiguo continente, ni despojo alguno que pueda indicar haber existido en otro tiempo. Parece que los elefantes á quienes pertenecieron los huesos hallados en la América septentrional, quedaron confinados en este punto, sin haber salvado las altas montañas al sur del istmo de Panamá, ni penetrado jamás en las vastas comarcas de la América meridional; pero es mas cierto aun que los mares que separan el Africa de la América existian ya antes del nacimiento de los elefantes en Africa, porque si estos dos continentes hubiesen estado contiguos, veríanse en el Brasil los animales de Guinea, y hubiéranse descubierto despojos de estos animales en la América meridional, así como se encuentran en las tierras de la septentrional.

Desde el origen, pues, y en el principio de la naturaleza viva, las tierras mas elevadas del globo y las partes de nuestro norte fueron las primeras pobladas de diversas especies de animales terrestres á quienes es propicio el gran calor, quedando las regiones del ecuador por mucho tiempo desiertas y aun áridas y sin mares. Las tierras altas de la Siberia, de la Tartaria y de otras muchas comarcas del Asia, todas las de Europa que forman la cordillera de las montañas de Galicia, de los Pirineos, de la Auvernia, de los Alpes, del Apenino, de Sicilia, de la Grecia y de la Macedonia, así como tambien los montes Rifeos, Rínicos, etc., son los primeros puntos del globo que fueron habitados, y fuéronlo hasta por espacio de muchos siglos, mientras que todas las tierras mas bajas se hallaban todavía cubiertas por las aguas.

Durante esta larga mansion del mar sobre nuestras tierras, los sedimentos y los depósitos de las aguas fueron formando las capas horizontales de la tierra, á saber, las inferiores de arcillas, y las superiores de piedras calcáreas. Den-

tro del mar mismo fue donde se obró la petrificacion de los mármoles y de las piedras: estas materias, blandas en un principio, fueron depositadas sucesivamente unas sobre otras á medida que las aguas las traian y las dejaban caer en forma de sedimentos; fueron despues endureciéndose por la fuerza de la afinidad de sus partes constituyentes; y formaron en fin todas las masas de rocas calcáreas compuestas de capas horizontales ó igualmente inclinadas, como lo están todas las materias depositadas por las aguas.

En los primeros tiempos de este mismo período de duracion se formaron los depósitos de arcillas donde se notan tambien restos de las antiguas conchas; pero estos mariscos no eran los únicos animales que existian á la sazon en el mar; porque además de ellos divisanse asimismo en aquellas arcillas restos de crustáceos, de erizos de mar y vértebras de estrellas marinas: y en las pizarras, que no son mas que arcillas endurecidas y mezcladas con algo de betun, se observan, como en las esquitas, impresiones enteras y perfectamente conservadas de plantas, de crustáceos y de pescados de diferentes tamaños: en fin, en las mineras de carbon de tierra la masa entera de carbon parece estar compuesta solamente de restos de vegetales. Estos restos de

animales y de plantas son pues los mas antiguos monumentos de la naturaleza viva, y las primeras producciones organizadas tanto del mar como de la tierra.

Las regiones septentrionales y las partes mas elevadas del globo, especialmente las cimas de las montañas que acabamos de mencionar cuya mayor parte no presentan en el dia mas que un aspecto árido y cumbres estériles, fueron tierras en otro tiempo fecundas y las primeras donde se manifestó la naturaleza; porque habiéndose enfriado estas partes del globo mucho antes que las tierras mas bajas ó mas próximas al ecuador, deben tambien haber sido las primeras que recibieron las aguas de la atmósfera y cuantas materias podian contribuir á fecundarlas. Por tanto, es de presumir que antes del establecimiento fijo de los mares todas las partes de la tierra que se hallaban sobre el nivel de las aguas fueron fecundadas, y debieron de producir desde entonces y en aquel mismo tiempo las plantas cuyas impresiones encontramos en el dia en las pizarras, y todas las sustancias vegetales que componen el carbon de tierra.

Varios monumentos nos indican tambien que en aquel mismo tiempo en que el mar cubria nuestras tierras, y mientras que con los detrimentos de sus producciones iban formándose los

bancos calcáreos de nuestras colinas, se desprendia gran cantidad de sustancias vitrificables, las cuales acudian por aluvion, esto es, por el trasporte de las aguas, á llenar las hendiduras y demas intervalos que las masas calcáreas dejaban entre sí. Estas hendiduras perpendiculares, ó ligeramente inclinadas en los bancos calcáreos, formáronse por la compresion de dichas materias calcáreas, á medida que se iban secando y endureciendo, del mismo modo que se formaron anteriormente las primeras hendiduras perpendiculares en las montañas vitrificables producidas por el fuego, cuando se comprimieron estas materias en fuerza de su consolidacion. Las lluvias, los vientos y otros agentes esteriores habian ya desprendido de aquellas masas vitrificables gran cantidad de pequeños fragmentos que las aguas trasportaban á diferentes puntos. Buscando en cierta ocasion algunas minas de hierro en colinas de piedra calcárea, encontré muchas grietas y una porcion de cavidades llenas todas de hierro en granos, mezclado con arenas vitrificables y pedernales pequeños y redondos. Estos sacos ó nidos de mina de hierro no se prolongan horizontalmente, sino que bajan de un modo perpendicular, y están todos situados en la cresta mas elevada de las colinas calcáreas (1). Exa-

(1) Puedo tambien citar aquí las minas de hierro

miné mas de un centenar de estos sacos, y hallé ocho principales y muy considerables en la sola estension de terreno inmediato á mis fraguas, á una ó dos leguas de distancia : todas estas minas contenian granos bastante diminutos y mas ó menos mezclados de arena vitrificable y de pequeños pedernales. Mandé luego esplotar cinco minas de estas para el consumo de mis fraguas, y unas tuvieron que escavarse hasta la profundidad de cincuenta ó de sesenta pies, y otras hasta la de ciento cincuenta y cinco : todas están situadas igualmente en las hendiduras de las rocas calcáreas, y en toda aquella comarca no se descubre ni roca vitrificable, ni cuarzo, ni asperon, ni pedernales, ni granitos ; por manera, que aquellas minas de hierro, que son de granos mas ó manos gruesos, y que están todas mas ó menos mezcladas de arena vitrificable y de pequeños pedernales, no pudieron formarse en las materias calcáreas de que se hallan cercadas por todas partes como entre dos paredes, resultando de ahí haber sido trasportadas de lejos por el movimiento de las aguas, que las depositarian al mismo tiempo que depositaban las arcillas y

en piedra que se encuentran en la Champaña, las cuales están como en un saco entre las rocas calcáreas, y en direcciones é inclinaciones diferentes, perpendiculares ú oblicuas.

los demas sedimentos; porque estos sacos ó depósitos de mina de hierro en grano vense todos superados ó acompañados lateralmente de una especie de tierra limosa y rojiza, mas fácil de amasarse, y mas pura y fina que la arcilla comun. Parece tambien que esta tierra limosa, mas ó menos cargada del tinte rojo que comunica el hierro á la tierra, es la antigua matriz de aquellas minas de hierro; y que en la misma tierra es donde debieron formarse los granos metálicos antes de ser trasportados. Dichas minas, aunque situadas en colinas enteramente calcáreas, no contienen cascajo alguno de esta misma naturaleza, advirtiéndose únicamente, á medida que se desciende, algunas masas aisladas de aquellas piedras calcáreas, á cuyo alrededor dan vuelta las venas de la mina, acompañadas siempre de la tierra roja, que con frecuencia cruza aquellas venas, ó se adhiere á las paredes de las rocas calcáreas que la contienen. Y lo que incontrastablemente prueba que estos depósitos de minas deben su formacion al movimiento de las aguas, es que despues de haber vaciado las hendiduras y cavidades que los comprenden, vese sin que quepa lugar á la menor duda, qué las paredes de estas grietas fueron gastadas y aun pulidas por el agua, y que esta por consiguiente las ocupó y bañó durante un espacio de tiempo

bastante dilatado antes de depositar en ellas la mina de hierro, los pequeños pedernales, la arena vitrificable y la tierra limosa de que están llenas actualmente; y no es posible creer que los granos de hierro se hayan formado en esta tierra limosa posteriormente á su depósito en aquellas hendiduras; porque esta idea está en oposicion con la circunstancia de que la cantidad de minas de hierro parece esceder de mucho á la de la tierra limosa. Los granos de esta sustancia metálica fueron formados todos, á la verdad, en esta tierra, producida por el residuo de las materias animales y vegetales, en el cual demostrarémos la produccion del hierro en granos; pero esto se realizó antes de haber sido trasportada y depositada en las hendiduras de las rocas. La tierra limosa, los granos de hierro, la arena vitrificable y los pequeños pedernales fueron acarreados y depositados juntos; y si se formaron despues granos de hierro en esta tierra, solo pudo ser en pequeña cantidad. Yo he estraido de cada una de estas minas algunos millares de toneles; y sin haber calculado exactamente la cantidad de tierra limosa remanente en estas mismas cavidades, he visto que era mucho menos considerable que la de mina de hierro que se encontraba en cada una.

Lo que prueba además que estas minas ap

hierro en grano fueron todas llevadas por el movimiento de las aguas, es que en aquel mismo canton, y como á tres leguas de distancia, existe cierta estension de tierra que forma una pequeña llanura sobre colinas calcáreas, tan elevadas como las que acabo de mencionar, en cuyo terreno se encuentra gran cantidad de mina de hierro en grano, aunque mezclada y situada de modo muy diferente; pues en vez de ocupar las hendiduras perpendiculares y las cavidades interiores de las rocas calcáreas, en vez de formar uno ó muchos sacos perpendiculares, está dispuesta por el contrario esta mina en forma de sábana, esto es, en capas horizontales como todos los otros sedimentos de las aguas; en vez de internarse profundamente como las primeras, se prolonga casi por la superficie del terreno con algunos pies de espesor; y en vez de estar mezclada de pedernales y arenas vitrificables, no reune mas que cascajo y arenas calcáreas. Esta mina presenta además un fenómeno notable, á saber, prodigioso número de cuernos de Amon y otros antiguos mariscos; de modo, que parece no contener toda la mina otra cosa, siendo así que en las otras ocho de que he hablado mas arriba no se descubre el menor vestigio de mariscos, ni fragmento, ni indicio alguno del género calcáreo, no obstante hallarse encerradas

entre masas de piedras enteramente calcáreas. Esta otra mina, que contiene un número tan prodigioso de restos de conchas marinas, aun de las mas antiguas, habrá sido sin duda trasportada, con todos los restos de mariscos, por el movimiento de las aguas, y depositada en forma de sedimentos en capas horizontales; y los granos de hierro que en ella existen, y que son aun mucho mas pequeños que los de las primeras minas mezcladas de pedernales, habrán ido juntos con aquellas mismas conchas. De esta manera, el trasporte de todas estas materias y el depósito de estas minas de hierro en granos verificáronse por aluvion y al mismo tiempo á corta diferencia, esto es, cuando los mares cubrian aun nuestras colinas calcáreas.

Así es que la cima de estas colinas, y aun las colinas mismas, distan mucho de presentar ahora el aspecto que tenian al retirarse las aguas. Apenas se ha conservado su figura primitiva; sus ángulos entrantes y salientes son en el dia mas obtusos, sus pendientes menos rápidas, y sus cumbres mas bajas y mas nevadas; las lluvias han arrancado y trasportado las tierras; las colinas han bajado en consecuencia poco á poco, y los valles han ido llenándose con todas estas tierras que acarreaban las aguas de las lluvias ó la fuerza de las corrientes. Formémonos idea de

cual debió ser en otro tiempo la forma del terreno de Paris y de sus inmediaciones : vemos por una parte sobre las colinas de Vaugirard hasta Sévre, canteras de piedras calcáreas llenas de mariscos petrificados; y por otra, hácia Montmartre, colinas de yeso y de materias arcillosas. Estas colinas que se elevaban sobre el Sena á igual altura poco mas ó menos, hállanse reducidas en el dia á muy mediana elevacion; pero en el fondo de los pozos abiertos en Bicetre y en la Escuela militar se han descubierto maderas elaboradas por manos de hombres á ochenta y nueve pies de profundidad; de lo que se infiere que este valle del Sena se ha rellenado de mas de ochenta y nueve pies solo desde la existencia de los hombres : y ¿quién sabe de cuántos han disminuido las colinas adyacentes en este mismo tiempo por efecto de las lluvias, y cuál era el espesor de las tierras que entonces las cubrian? Todo esto puede referirse tambien á las demas colinas y valles; de los cuales las primeras serian quizá doblemente mas elevadas, y estos doblemente mas profundos al tiempo de retirarse las aguas. Está asimismo demostrado que las montañas van bajando aun cada dia, y que los valles van llenándose casi en la misma proporcion : sin embargo, la disminucion que hacen al presente las montañas es mas lenta y

casi insensible, al paso que en los primeros tiempos era mas acelerada en razon de la mayor rapidez de su pendiente; de modo, que serian menester ahora muchos millares de años para que se redujesen las desigualdades de la tierra tanto como se redujeron durante pocos siglos en aquellas primeras edades.

Volvamos empero á aquella época anterior en que las aguas procedentes de las regiones polares pasaron á cubrir las tierras del ecuador. En estas tierras de la zona tórrida verificáronse los mayores trastornos, de lo cual es fácil convencerse con solo fijar la vista en un globo geográfico : todo el espacio comprendido entre los círculos de esta zona presenta solamente escombros de continentes arruinados y de una tierra asolada; y la inmensa cantidad de islas, de estrechos, de escollos, de brazos de mar, y de tierras las mas quebradas, es una prueba inequívoca de los numerosos hundimientos que acaecieron en aquella vasta porcion del mundo. Sus montañas son mas elevadas y sus mares mas profundos que en lo restante de la tierra; y sin duda al verificarse aquellos grandes hundimientos en las comarcas del ecuador, fue cuando las aguas que cubrian nuestros continentes se bajaron y retiraron, precipitándose en grandes raudales hácia las tierras del Mediodia, y llenaron todos sus

hundimientos, dejando solo descubiertas al principio las partes mas elevadas, y en seguida la superficie entera de nuestros continentes.

Figurémonos la inmensa cantidad de toda clase de materias que fueron á la sazon trasportadas por las aguas: ¡qué variedad tan estraordinaria de sedimentos depositados unos sobre otros; y por consiguiente, qué cambio tan considerable debió de hacerse en la primera forma de la tierra en fuerza de estas revoluciones! Por una parte, el flujo y el reflujo comunicaban á las aguas un movimiento constante de oriente á occidente; por otra, los aluviones provenientes de los polos aumentaban este movimiento, y determinaban los esfuerzos del mar tanto y tal vez mas hácia el ecuador que hácia el occidente. ¡Qué irrupciones particulares se realizaron entonces por todas partes! A medida que algun grande hundimiento ofrecia nueva profundidad, el mar bajaba y las aguas iban al punto á llenarla; y aunque parece en el dia que el equilibrio está casi establecido en los mares, y que su accion queda solo limitada á invadir algun terreno al occidente y evacuar algun otro al oriente, no obstante, los mares bajan mas y mas cada dia, y seguirán bajando aun á medida que se verifiquen nuevos hundimientos, ó de resultas de volcanes ó de temblores de tierra, ó por causas mas constantes y mas sencillas; porque todas las partes cavernosas del interior del globo no se han hundido todavía, como lo prueban evidentemente los volcanes y las oscilaciones de temblores de tierra. Las aguas irán minando poco á poco las bóvedas y paredes de estas cavernas subterráneas; y cuando alguna llegue á desplomarse, hundiéndose en aquel sitio la superficie de la tierra, quedarán formados nuevos valles que el mar cubrirá bien pronto. Sin embargo, como estos acontecimientos, que debian ser muy frecuentes en aquellas primeras edades, son bastante raros en la época actual, puede creerse que la tierra ha adquirido ya un estado de reposo suficiente para que sus habitantes no tengan que recelar los efectos desastrosos de semejantes convulsiones.

El establecimiento de todas las materias metálicas y minerales siguió muy de cerca al de las aguas, y el de las materias arcillosas precedió á su retirada. La formacion, la situacion y la posicion de todas estas materias datan desde la época en que el mar cubria los continentes; pero debe observarse que el movimiento general de los mares, que entonces empezó á realizarse como en el dia, esto es, de oriente á occidente, labró en este mismo sentido la superficie de la tierra, tanto y quizá mas de lo que lo hizo an-

teriormente en el sentido de mediodía á norte; y no quedará lugar á dudar de ello atendiendo á un hecho muy general y cierto, á saber, que en todos los continentes del mundo la pendiente de las tierras tomada desde la cima de las montañas es siempre mucho mas rápida por la parte de occidente que por la de oriente (1); y esto

(1) Esto es exacto con respecto al continente de América, pues todas sus pendientes son escesivamente rápidas hácia los mares del oeste, mientras que por la parte de oriente se prolongan sus tierras con una pendiente suave y van á terminar casi todas en dilatadas llanuras. En Europa la linea de montañas de la Gran-Bretaña, que se estiende de norte á sur, está mucho mas cerca de la orilla occidental que de la oriental del Océano; y por lo mismo, los mares del occidente de la Irlanda y de la Inglaterra son mas profundos, que el mar que separa la Inglaterra de la Holanda. La línea de las montañas de la Noruega está mucho mas inmediata al Océano que al Báltico. Las montañas de la cordillera general de Europa son mucho mas elevadas por la parte de occidente, que por la de oriente; y examinando una parte de esta cordillera, esto es, desde la Suiza hasta la Siberia, se encontrará que está mucho mas cerca del Báltico y del mar Blanco, que del mar Negro y del mar Caspio. Los Alpes y el Apenino están situados mas cerca del Mediterráneo que del mar Adriático. La cordillera que sale del Tirol, y se prolonga por la Dalmacia y

se observa palpablemente en todo el continente de la América, donde las cimas de la cordillera de los Andes se hallan muy vecinas por to-

hasta la punta de la Morea, costea, por decirlo así, el mar Adriático, mientras que las costas orientales opuestas son mas bajas. Si seguimos en el Asia la cordillera que se estiende desde los Dardanelos hasta el estrecho de Babel-Mandel, verémos que las cumbres del monte Tauro, del Líbano y de toda la Arabia costean el Mediterráneo y el mar Rojo, y que á la parte de oriente se hallan vastos continentes atravesados por rios caudalosos de curso muy dilatado, que van á desaguar en el golfo Pérsico. La cima de las famosas montañas de Gattes está mas inmediata de los mares occidentales que de los orientales. La línea de montañas que se dilata desde las fronteras occidentales de la China hasta la punta de Malaca hállase tambien mas próxima al mar de Occidente que al de Oriente. En Africa, la cordillera del monte Atlas envia al mar de las Canarias rios de curso mas corto que los que dirige al interior del continente y que van á perderse á lo lejos en algunos lagos y grandes lagunas. Las altas montañas situadas al occidente hácia la parte del cabo Verde y en toda la Guinea, las cuales, despues de haber dado vuelta al Congo, van á juntarse con los montes de la Luna y se prolongan hasta al cabo de Buena-Esperanza, ocupan de un modo bastante regular el medio del Africa. No obstante, si se examinan los dos mares de

das partes de los mares del oeste, y muy distantes del mar del este. La cordillera que corta al Africa en toda su longitud, y se estiende desde el cabo de Buena-Esperanza hasta los montes de la Luna, es tambien mas cercana de los mares al oeste que al este. Lo propio puede decirse con respecto á las montañas que se estienden desde el cabo Comorin en la península de la India, las cuales son mucho mas inmediatas al Oriente y de Occidente, que circuyen esta dilatada parte del mundo, veráse que el que se halla al oriente es poco profundo y está sembrado de gran número de islas, mientras que el de la parte de occidente tiene mayor profundidad y pocas islas; por manera, que el paraje mas profundo del mar occidental está mucho mas inmediato á esta cordillera, que el mas profundo de los mares orientales y de las Indias.

Vese pues generalmente en todos los continentes que los puntos de division son siempre mucho mas cercanos de los mares del oeste que de los del este; que los reversos de estas montañas se prolongan todos hácia al este, y son siempre mas cortos al oeste: que los mares de las partes occidentales son mas profundos y mucho menos sembrados de islas, que los orientales; y en fin, vese tambien que las costas de las islas de todas estos mares son siempre mas altas, y los mares que las bañan mas profundos por la parte de oriente que por la de occidente. (*Add. Buff.*)

mar por el oriente que por el occidente; y si consideramos las penínsulas, los promontorios, las islas, y cuantas tierras están circuidas por el mar, nos convencerémos de que las pendientes son por todas partes cortas y rápidas hácia al occidente, y largas y suaves hácia al oriente: el reverso de todas las montañas es asimismo mas escarpado al oeste que al este, porque el movimiento general de los mares verificóse en todos tiempos de oriente á occidente; y porque á medida que fueron bajando las aguas, fueron tambien destruyendo las tierras y despojando el reverso de las montañas en el mismo sentido de la carrera que seguian, como se nota en cualquiera catarata, donde las rocas están desnudas, y ahondadas las tierras por la caida continua del agua. Así, todos los continentes terrestres fueron desde luego aguzados en punta hácia al mediodía por las aguas procedentes con mas abundancia del polo austral que del boreal; y recibieron en seguida una forma escarpada y una pendiente mas rápida por la parte de occidente que por la de oriente, cuando posteriormente obedecieron aquellas mismas aguas al solo movimiento general que constantemente las impele de oriente á occidente.

FIN DEL TOMO PRIMERO.