

75 Gen 1362



GASPAR, EDITORES.

**BIBLIOTECA
CIENTIFICA RECREATIVA.**

EL MUNDO

ANTES

DEL DILUVIO.

POR

J. PIZZETTA.

TRADUCIDO

POR D. A. R. Y F.



MADRID

IMPRENTA DE GASPAR, EDITORES.

(EN LAS CALLES DE CASPA Y ROIG)

Numero 4.

1.
34

F. A.
10284

In la libreria ambulante de la calle del Correo
25 de Agosto de 20 -

PRINTED AND PUBLISHED BY
GARRON
L'ARTS GARRON
L'ARTS GARRON
L'ARTS GARRON

6. 99736

70. 10284

v58941

BIBLIOTECA
CIENTIFICA RECREATIVA.

EL MUNDO
ANTES
DEL DILUVIO.

REVISTA DE LA

COMISIÓN
NACIONAL DE
HISTORIA NATURAL

EL MUNDO
DEL DILUVIO



EL MUNDO
ANTES
DEL DILUVIO.

POR
J. PIZZETTA.

TRADUCIDO
POR D. A. R. Y F.



MADRID
IMPRESA DE GASPAR, EDITORES.
(ANTES GASPAR Y ROIG)
Príncipe 4.

EL MUNDO

DEL DILUVIO

J. PINNETTA.

WORLD OF THE FLOOD

EL MUNDO

IMPRESA DE LA BIBLIOTECA NACIONAL

(CALLE CALLES Y 201)

MEXICO

EL MUNDO

ANTES

DEL DILUVIO.

I.

Ojeada al Universo.

¿Qué es el mundo? ¿de dónde proviene? ¿cuáles han sido sus vicisitudes?

No hay nadie que, por lo menos una vez en su vida no se haya dirigido estas preguntas, que encierran uno de los problemas que antes se presentan al pensamiento del hombre inteligente cuando, con los ojos del espíritu, dirige á lo que le rodea esa mirada curiosa que busca el fondo de todo.

— Cuando el hombre ve pasar ante sí, como un inmenso espectáculo teatral, la tierra y el cielo, el sol y las estrellas, el mar y los ríos, las nevadas montañas y los verdes valles, los árboles, las flores, los animales, en una palabra, el mundo entero, desplegando á sus ojos sus fenómenos maravillosos y sus espléndidas decoraciones, experimenta una curiosidad invencible, comprende la necesidad de darse cuenta de lo que presencia, de explicarse el espectáculo, del cual es no solo testigo sino también actor, porque, por ínfimo que sea en sí mismo, el hombre tiene en la tierra su razón de ser y su papel que representar.

Por desgracia, el problema del Universo, es superior á nuestra inteligencia: los límites del mundo finito son

los de la ciencia humana. Dios le ha dicho, como al Océano: ¡de ahí no pasarás! La cuestión de los orígenes será siempre insoluble para el hombre, por más que, impelido por una curiosidad irresistible, trate siempre de resolverla.

Así como la historia de las naciones suele presentar dos períodos, uno fabuloso ó hipotético y otro basado en documentos auténticos y monumentos irrecusables, la historia de la Tierra presenta dos fases distintas. Bajo el punto de vista del sistema planetario, no tenemos más que hipótesis respecto al origen de la Tierra, las cuales, por verosímiles que sean, no se apoyan en hechos. No sucede lo mismo cuando se aborda la historia de las revoluciones del globo. La Tierra tiene en sí misma, escritos en caracteres indelebles, las pruebas de los acontecimientos prodigiosos cuyo teatro ha sido. La ciencia, con ayuda de la antorcha de sus experiencias y descubrimientos, ha desenterrado de su seno todo un mundo desconocido en su superficie, y como un genio revelador de los secretos de la Tierra, nos guía por mil senderos luminosos, á través de las inmensas catacumbas de un mundo que fue.

Antes de internarnos en el dominio de la historia positiva del globo, miremos más allá, para tratar de conocer el origen mismo de las cosas. Esta es una curiosidad muy legítima, pues, como ha dicho San Agustín, Dios, al dar inteligencia al hombre, le ha permitido meditar sobre las páginas sublimes de sus obras, y hasta le ha impuesto el deber de hacerlo.

La historia de la Tierra está ligada á la del Universo, en términos que no podemos remontarnos hasta el origen de aquella sin elevar nuestro pensamiento al de éste ó, por lo menos, al del sistema planetario de que nuestro globo forma parte.

El espacio que nos rodea es infinito, é infinito es también el número de astros que lo pueblan, por más

que nuestros ojos solo descubran un número de estos astros relativamente pequeño.

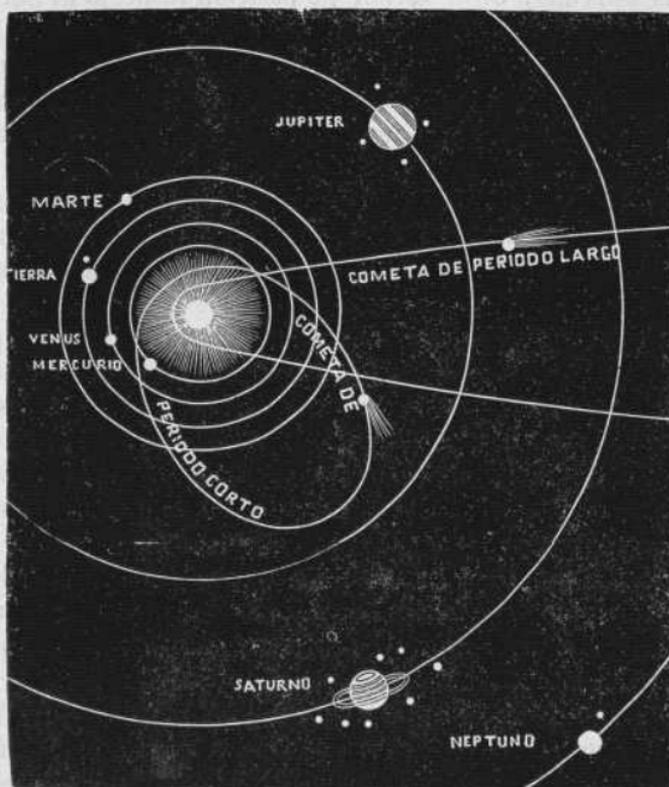
Entre los astros, unos parecen fijos, ó al menos parece que conservan sus respectivas distancias: estos son las estrellas; otros varían de posición respecto al Sol y á las estrellas: estos son los planetas, que giran alrededor del Sol. Los cometas son astros errantes, que giran también en torno del Sol, pero que, después de acercarse á él, se separan á inmensas distancias para no reaparecer hasta después de mucho tiempo.

Cada una de las innumerables estrellas de que el cielo nos parece sembrado, es un verdadero sol, centro de un sistema de planetas análogo al nuestro, al cual anima y vivifica.

Todos estos mundos solares forman parte de un grupo inmenso, la *via láctea*, que se marca en el cielo como una zona blanquecina y rodea la bóveda azulada. Esta *via láctea* es una inmensa masa de estrellas que tiene la forma de un anillo, cuyo hueco central estuviera ocupado por nuestro sistema solar y por los soles más próximos al nuestro.

La estrella más cercana á nuestro Sol está á tal distancia, que las unidades habituales de longitud no bastan para darnos de ella una idea clara: es preciso adoptar, como término de comparación, la velocidad de la luz. Esta recorre 76,000 leguas por segundo, y emplea ocho minutos y algunos segundos en franquear los 38.000,000 de leguas que nos separan del Sol. A pesar de tan asombrosa velocidad, un rayo luminoso que parte de la estrella más próxima á la Tierra, emplea cuatro años en llegar hasta nosotros; para que la luz de una de las estrellas de la *via láctea* llegue á nuestros ojos, se necesitan más de veinte siglos. De manera que si este Sol llegara á extinguirse, los habitantes de la Tierra le verían todavía brillar en el cielo durante dos mil años después de terminada su existencia.

Esta vía láctea, cuya distancia á nosotros es tan prodigiosa, que serían precisas al menos veinte cifras para espresarla en lenguas, no es mas que un punto perdido



Nuestro sistema planetario.

en el espacio; no es mas que una de esas nebulosas que los telescopios nos enseñan, esparcidas profusamente en el cielo, cada una de las cuales es la aglomeración de unos cincuenta millones de sistemas solares. Para tras-

portarse de una á otra nebulosa, la luz necesaria mas de cuatrocientos mil años.

Todas estas nebulosas, girando á su vez en torno de un centro común, forman un sistema inmenso, que solo es un átomo en el infinito.

El Universo es, pues, un Océano sin límites; segun una bella espresion de Pascal, es un círculo inmenso, cuyo centro está en todas partes y cuya circunferencia no está en ninguna.

Pero volvamos á nuestro sistema planetario, que aunque muy empequeñecido por nuestra contemplacion del infinito, es, sin embargo, digno de toda nuestra admiracion.

Desde el menor de los átomos al mayor de los soles, todos los cuerpos se atraen, á través del espacio, en razon directa de su masa é inversa del cuadrado de su distancia. En virtud de esta ley, impuesta por el Eterno y descubierta por Newton, los cuerpos celestes ejercen, unos sobre otros, una reciprocidad de accion que los mantiene en equilibrio comun y acuerdo unánime.

Compónese nuestro sistema solar de un globo central enorme y luminoso, el Sol, que con su poderosa atraccion, obliga á cierto número de globos, menores que él, á describir en torno suyo órbitas próximamente circulares. Estos globos errantes son los planetas, de los cuales solamente seis eran conocidos de los antiguos, y que, por su órden de distancia al Sol, son: Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno; despues de la invencion de los telescopios, se descubrieron otros dos grandes planetas, Urano y Neptuno, cuyas órbitas envuelven la de Saturno, y un centenar de planetas muy pequeños, que pudieran muy bien ser los restos de un gran planeta que, en época muy lejana, circulara entre Marte y Júpiter. Los astrónomos y los geómetras han llegado á conocer la forma

la mitad, el volúmen, el peso y la marcha, no solamente de la Tierra, sino tambien de los otros planetas y del mismo Sol.

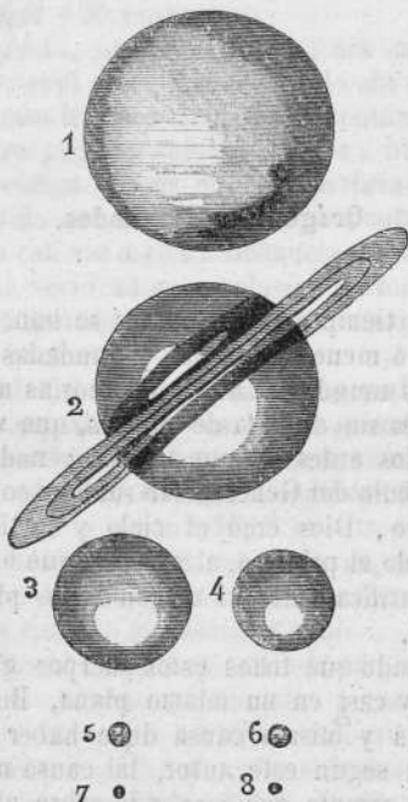
El Sol es 1.400,000 veces mayor que la Tierra, cuyo contorno es, sin embargo, de 10,000 leguas. Si se toma esta como término de comparacion, representándola por 1, las magnitudes de los diversos planetas serán: Mercurio, 0,06; Venus, 0,95; Marte, 0,14; Júpiter, 1414; Saturno, 734; Urano, 82; Neptuno, 110. En cuanto á las distancias que separan los diversos planetas del Sol, si representamos por 1 el intervalo comprendido entre el astro radiante y la Tierra, tendremos: para Mercurio, 0,58; para Venus, 0,72; Marte, 1,5; Júpiter, 5; Saturno, 9; Urano, 19; y Neptuno, 50. Multiplicando todos estos números por 58.000,000 de leguas, distancia de la Tierra al Sol, podemos formarnos idea exacta de la basta extension que en el espacio celeste ocupa nuestro sistema solar, que no es, sin embargo, mas que un punto ínfimo en el infinito.

Los grandes planetas son, á su vez, el centro de pequeños sistemas análogos á este sistema solar; en su carrera en torno del Sol arrastran un cortejo de globos mas pequeños, ó satélites, que giran alrededor de ellos como el eje de un carruaje arrastra en su carrera un clavo de la circunferencia de la rueda. La Tierra no tiene mas que un satélite: la Luna; Neptuno solo tiene uno, como la Tierra; Júpiter y Urano tienen cuatro cada uno; Saturno tiene ocho. Otra singularidad que ofrece Saturno es la de estar rodeado, además de sus lunas, por un anillo concéntrico muy brillante.

Todos estos globos, Sol, planetas y satélites, están animados, además de su movimiento de traslacion, de uno de rotacion que les hace girar sobre sí mismos, como peonzas.

Estos movimientos se verifican todos en el mismo

sentido, las rotaciones son uniformes, y las órbitas, casi circulares, están próximamente en un mismo plano. Hay, pues, un verdadero sistema, sometido á las leyes



Magnitud comparada de los planetas.

1. Júpiter.—2. Saturno.—3. Neptuno.—4. Urano.—5. Tierra.—6. Venus.—
7. Marte.—8. Mercurio.

de la geometría y de la mecánica. De este conjunto de relaciones, se deduce que, probablemente, una sola y misma causa ha puesto en movimiento todos los cuerpos de nuestro sistema solar.

II.

Origen de los mundos.

Desde los tiempos mas remotos se han emitido hipótesis mas ó menos atrevidas y fundadas, acerca del origen de los mundos. Una de las teorías mas célebres y antiguas es sin duda la de Moisés, que vivió mil setecientos años antes de nuestra Era; nadie ignora el primer versículo del Génesis, tan sublime como sencillo: «Al principio, Dios creó el cielo y la tierra.» Pero Buffon ha sido el primero, al parecer, que ha tratado de elevarse científicamente al origen de los planetas y de sus satélites.

Considerando que todos estos cuerpos giran alrededor del Sol y casi en un mismo plano, Buffon deduce que una sola y misma causa debe haber iniciado su movimiento; segun este autor, tal causa no puede ser otra que un cometa que, cayendo sobre el Sol y chocando con él oblicuamente, haya separado de su masa una porcion suficientemente grande para formar todos los planetas conocidos en su tiempo, los cuales, con sus satélites, forman una masa igual á la 650 parte de la del Sol.

Esta masa de materia, líquida por el calor, corrió bajo la forma de un torrente, cuyas partes mas densas, separándose de las que lo eran menos, formaron

por su mútua atraccion, globos de diferentes materias. Saturno, compuesto de las partes mayores y mas ligeras, se alejó mas del Sol; Júpiter, que es mas denso que Saturno, se separó menos, y asi sucesivamente Marte, la Tierra, Venus y Mercurio.

«La esperiencia, prosigue Buffon, nos enseña diariamente que, si el golpe que separa de un cuerpo una parte de su masa le hiere en direccion oblicua, la parte separada corre girando sobre sí misma, hasta que la atraccion le obliga á caer en la superficie del suelo. Esto ha sucedido con los planetas, pero como la fuerza centrífuga los retiene á cierta distancia del Sol, conservan, mientras verifican su revolucion en torno de éste, el movimiento de rotacion sobre sí mismos que produce los dias y las noches.

»La oblicuidad del golpe, añade, ha podido ser tal, que se hayan separado del cuerpo del planeta principal pequeños trozos de materia que, conservando la misma direccion del planeta, le hayan seguido en su curso alrededor del Sol, girando ellos á su vez en torno del planeta y próximamente en el plano de su órbita. Se comprende que estos pequeños trozos separados por la oblicuidad del golpe, son los satélites.»

Despues de esplicar así la formacion de los planetas y sus satélites, el gran naturalista calcula el tiempo necesario á cada cuerpo del sistema solar, para pasar del estado de incandescencia en que se hallaban en el momento de su formacion, á una temperatura que los haga habitables; despues pasa á ocuparse de la formacion sucesiva de los mares y de las tierras.

Sistema tan ingenioso y magnífico flaquea, desgraciadamente, por su base. En el estado actual de la ciencia, es inadmisibile que el choque de un cometa con el Sol haya podido producir el resultado que supone Buffon. La densidad de los cometas es tan débil que su choque no podria separar del Sol una parte de su materia,

pues tal es la densidad de su masa que las estrellas de magnitud media pueden verse á través de su núcleo. Además, la poca excentricidad de las órbitas de los planetas es contraria á la hipótesis de Buffon, porque la teoría de las fuerzas centrales demuestra que, si los planetas se hubiesen desprendido del Sol, deberían ser rasantes á la superficie de éste en cada una de sus revoluciones, de modo que sus órbitas, en lugar de ser circulares, serian muy escéntricas.

A pesar de sus errores, la teoría de Buffon será siempre considerada como una de las concepciones mas sublimes del ingenio humano.

Sigue á Buffon el ilustre Laplace, cuya hipótesis, mas verosímil, está aceptada actualmente por todos los sabios.

«La observacion de los movimientos de los planetas, dice, induce á creer que, en virtud de un calor escesivo, la atmósfera del Sol se extendió mas alla de las órbitas de todos los planetas, y que despues fue concentrándose sucesivamente hasta llegar á sus actuales límites. Al enfriarse, ha debido ir abandonando las moléculas situadas en estos límites sucesivos, y estas moléculas abandonadas han debido continuar circulando en torno de este astro, equilibrándose su fuerza centrifuga y su gravedad. Las zonas de los vapores sucesivamente abandonadas, han debido formar, por su condensacion y la atraccion mútua de sus moléculas, diversos anillos concéntricos de vapores, dotados de un movimiento circular alrededor del Sol.

Si todas las moléculas de un anillo de vapores continuasen condensándose sin separarse, acabarían por formar un anillo líquido ó sólido; pero la regularidad que esta formacion exige en todas las partes del anillo en su enfriamiento, han debido hacer muy raro este fenómeno. El sistema solar sólo ofrece un ejemplo de estos anillos, en el de Saturno. Cada anillo, por regla

general, debe haberse roto en varias masas que, con velocidades muy poco diferentes, habrán continuado circulando á igual distancia alrededor del Sol. Pero si ha habido alguna bastante poderosa para reunir, por su atraccion y sucesivamente, todas las demás en torno de su centro, el anillo de vapores, se habrá trasformado en una sola masa esférica, dotada de movimiento circular alrededor del Sol, con una rotacion dirigida en el mismo sentido que su revolucion. Este último caso ha sido el mas frecuente. Ahora, si seguimos los cambios que un enfriamiento ulterior ha debido producir en los planetas de vapores cuya formacion acabamos de concebir, veremos nacer, en el centro de cada uno, un núcleo sin cesar creciente, á causa de la condensacion de la atmósfera inmediata. En tal estado, el planeta se asemeja perfectamente al Sol en el estado de nebulosa en que acabamos de considerarlo; el enfriamiento ha debido, pues, producir en los diversos límites de su atmósfera, fenómenos análogos á los que hemos descrito, es decir, anillos y satélites que habrán circulado alrededor de su centro, en el sentido de su movimiento de rotacion y girando sobre sí mismos en un mismo sentido. Los anillos de Saturno son pruebas siempre subsistentes de la estension primitiva de la atmósfera de este planeta y de sus retiradas sucesivas...»

«Asi, dice Laplace, los singulares fenómenos de la poca escentricidad de las órbitas de los planetas y de sus satélites, de la poca inclinacion de estas órbitas en el ecuador solar y de la identidad de sentido en los movimientos de rotacion y revolucion de todos estos cuerpos con el del Sol, se deducen naturalmente de la hipótesis que proponemos y le dan una gran verosimilitud.»

El exámen profundo de todas las circunstancias de este sistema aumenta la probabilidad de esta hipótesis. La fluidez primitiva de los planetas está claramente in-

dicada por el aplastamiento de todos ellos, conforme á las leyes de la atraccion mútua de sus moléculas. Se marca con mas claridad en la Tierra, por el aumento regular de la gravedad desde el ecuador á los polos. Este estado de fluidez primitiva, que nos indican los fenómenos astronómicos, se manifiesta igualmente en los que la historia natural nos presenta. Además, los estudios espectrales de la luz solar nos enseñan que la Tierra tiene la misma composicion que los otros cuerpos del sistema á que pertenece.

III.

La Tierra.

La Tierra, que, para tan gran número de sus habitantes, constituye por sí sola el mundo, no es, sin embargo, mas que una de las menores esferas que ruedan por el espacio.

Multitud de observaciones ha demostrado que la Tierra es un esferoide aplastado por los polos, y que su semi-diámetro ecuatorial excede al polar en 21 kilómetros, ó sea en $\frac{1}{300}$ de la longitud del primero.

Sometida, como todos los cuerpos celestes, á las leyes de la gravitacion universal, la Tierra tiene dos movimientos principales: uno de rotacion sobre su eje en veinte y cuatro horas, que produce las alternativas del dia y de la noche, y otro de traslacion alrededor del Sol, en virtud del cual, en el espacio de un año y con una velocidad de 25,000 leguas por hora, próximamente, describe una órbita inmensa que produce las estaciones.

Por métodos igualmente seguros, los físicos han llegado á pesar la tierra, y á averiguar que su densidad es seis veces mayor que la del agua. Pero como la densidad media de las rocas de la corteza del globo, es decir, de la parte que nos es conocida, no excede de 2, 7,

es evidente que la densidad de las diversas capas minerales debe aumentar en razon de su profundidad en el interior de la tierra, ya á causa de la presion que experimentan, ya á causa de la naturaleza de sus materiales.

La forma, los movimientos y la densidad de la Tierra son de suma importancia, pues, como veremos, revelan el origen del globo y trazan su historia, tan bien como el estudio de sus rocas y minerales.

La superficie del globo está, en gran parte, cubierta por las aguas del mar. La parte seca, que es una cuarta parte de su superficie total y que forma los continentes y las islas, es muy irregular en sus contornos. El agua del mar contiene mucha sal en disolucion; se evapora sin cesar y da agua dulce por una verdadera destilacion. El vapor de agua, primero invisible, se condensa en las altas regiones tomando la forma vesicular con la cual constituye las nubes. Estas, llevadas sobre los continentes por las corrientes de aire, recobran su forma líquida, caen convertidas en lluvia, nieve ó grani- zo para formar los arroyos, riachuelos y rios que vuelven al mar. Estas incesantes trasformacion y circulacion del agua son indispensables á la existencia de los séres vivientes y mas adelante veremos que, en los tiempos primitivos, dió lugar á fenómenos que han dejado huellas profundas en nuestro planeta.

El aire no es menos necesario que el agua para la constitucion del globo. La atmósfera lo envuelve hasta una altura de 15 á 20 leguas. Es un fluido invisible, incoloro, pero que, sin embargo, en grandes masas presenta el matiz azul que atribuimos al cielo. El aire es pesado, y por esto descansa sobre la tierra, opriéndola por todos lados. Pero como sus capas superiores pesan sobre las inferiores, estas son mas densas, siendo el aire tanto mas ligero cuanto mas elevado. Quanto mas denso es, mejor retiene el calor solar y

trasmite el sonido. El aire contiene el primer elemento de la vida animal, el oxígeno, y el de la vida vegetal, el ácido carbónico.

Sabido es que cuando un hombre se eleva sobre la superficie del globo, trepando por las montañas ó en una ascension aerostática, encuentra la temperatura cada vez mas baja; tambien se sabe que en los picos de las altas montañas hay nieves perpétuas, hasta en el ecuador, y que en los polos terrestres hay hielos que jamás se derriten.

Muchos físicos han hecho esperimentos para determinar la temperatura de los espacios celestes; M. Pouillet admite que es de 142° bajo la del hielo fundente. Sobre la tierra, la temperatura mas baja que se ha determinado, es la de -57° , averiguada en el polo norte por el capitan Parry.

La Tierra, en su estado actual, debe su calor al Sol, cuyos rayos alumbran y calientan su superficie, desarrollando el gérmen de la vida en los séres orgánicos.

La temperatura terrestre varía mucho con las estaciones, los climas y la configuracion del suelo; el calor solar se concentra en los valles, y la temperatura es en ellos mucho mas alta que en las montañas, aumentando el enfriamiento á medida que se sube.

El calor debido al Sol no profundiza mucho en la corteza terrestre; todos sabemos que los sótanos son frescos en verano y calientes en invierno. Esto depende de que la temperatura del sótano es constante y por consiguiente independiente del calor y enfriamiento de la superficie del suelo. Si se fija un termómetro, hundiendo su depósito en el suelo de una cueva, se verá que la columna líquida permanece siempre á igual altura. Los termómetros fijos con este objeto en las cuevas del Observatorio, situados á 28 metros bajo el nivel del suelo, hace mas de 60 años que marcan invariablemente $14^{\circ}82$ bajo cero.

La experiencia prueba que á cierta profundidad, variable segun las regiones del globo y que no escede de 50 metros, la influencia solar ya no se manifiesta y la temperatura del terreno es, en todo tiempo, constante é invariable. Pero si se descende de este límite de la temperatura constante, el calor va aumedtando á medida que se profundiza en el suelo.

Algunos pozos de mina descienden á una profundidad muy grande con relacion al hombre, aunque muy pequeña respecto al radio del globo. Las minas de carbon de piedra del Norte de Francia y las de cobre de Cornuailles, llegan á una profundidad de 700 metros, es decir, mas de diez veces mayor que la altura de las torres de Nuestra Señora de París.

Si se baja un termómetro á estas minas, se ve que la temperatura va aumentando 1 grado próximamente por cada 50 metros de profundidad. Asi es que en ciertas minas profundas, á pesar de los procedimientos de ventilacion y de la evaporacion del agua que destila á lo largo de las rocas, los trabajadores tienen que estar casi desnudos. Estas minas, presentan siempre el mismo resultado de aumento de temperatura á partir de la capa invariable, lo mismo si se hallan bajo el cielo tórrido de Méjico que en el suelo helado de Siberia.

Estas observaciones están acordes con las que nos proporciona el agua de los pozos artesianos, que nos indica la temperatura de las capas profundas que la suministran. El pozo de Grenelle, que tiene 548 metros de profundidad; da agua á 28°, y el de Passy da un resultado análogo. Pero siendo de unos 12° la temperatura de la capa invariable, resulta un aumento de un grado próximamente por cada 50 metros. El pozo mas profundo que se ha abierto hasta hoy es el que el administrador de marina acaba de hacer ejecutar en Rochefort, y que, á una profundidad de 825 metros, da agua á la temperatura de 42°.

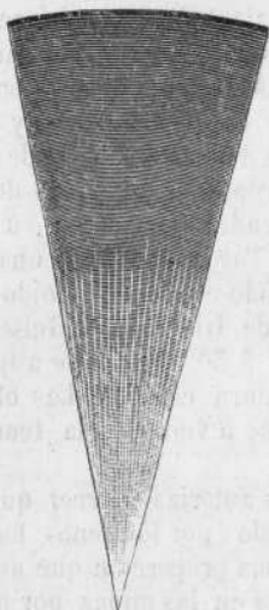
El calor subterráneo, que casi llegamos á medir no emana del Sol ni de ninguna causa exterior á nuestro globo, pues en este caso seria menos considerable á medida que aumentara la distancia á la superficie. La causa de este calor debe residir dentro de la Tierra.

Las aguas termales y las deposiciones volcánicas parecen demostrar que el calor continúa aumentando á medida que aumenta la distancia á la superficie terrestre. En los Vosgos y en los Pirineos hay manantiales cuya temperatura pasa de 50 y 60°. Las de Meskontine, en la provincia de Constantina, tienen la de 95°, que es casi la del agua hirviendo. Los *soffioni*, ó chorros de vapor de Volterre, en Toscana, tienen una temperatura de mas de 100°, y todo el mundo ha oído hablar de los surtidores calientes de Irlanda, el Geiser y el Strokk, que suben hirviendo, á 50 metros de altura siendo inferior á cero la temperatura exterior. Las olas de lava de los volcanes, poseen, á veces, una temperatura de mas de 1,000°.

Todo esto nos autoriza á creer que la temperatura continúa creciendo (por lo menos hasta cierta profundidad) en la misma proporcion que nos indican los experimentos hechos en las minas por medio del termómetro, es decir, en la de un grado por cada 50 metros.

Partiendo de estos datos, el agua está hirviendo á 100°, á la profundidad de 3,000 metros; estará á la temperatura del color rojo, (400 grados) á la profundidad de 12,000 metros; se hallará á la del vidrio fundido (1,000 grados) á la profundidad de 50,000 metros, y finalmente, aun suponiendo que este aumento de temperatura disminuya ó cese á una profundidad de 66 kilómetros, que no es mas que la centésima parte del radio terrestre, la temperatura seria de 2,000°, á la cual no puede mantenerse en estado sólido ninguna de las sustancias minerales que puedan encontrarse en las profundidades.

Segun este supuesto, la capa sólida del globo no puede tener mas que 60 y algunos kilómetros de espesor, el cual, en atencion al volúmen del globo, apenas es



Espesor de la corteza terrestre con relacion al semidiámetro de la Tierra.

comparable á la cáscara de un huevo. Esto hace comprender cuán precaria es nuestra existencia, lo cual nos recuerdan á cada momento los volcanes y terremotos, como los que recientemente hemos visto en Santorin y en el Perú. Nuestro globo es una bomba cargada de fuego líquido; Dios puede hacerla estallar y precipitar sus cascos al fuego subterráneo.

¿Es esta la suerte pronosticada por los profetas? Esperamos que no. De todos modos, hasta que se manifieste la voluntad divina, la Tierra irá progresando en

enfriamiento, hasta que la materia interna, todavía en fusion, se cuagule y el fuego se apague. ¿Está, pues, condenado nuestro globo, como creía Buffon, á no ser mas que una masa helada y muerta, condenada á girar en torno de un sol, destinado tambien á ir perdiendo su calor y á disiparse? Se ha apelado de esta tremenda sentencia, y el célebre matemático Fourier ha demostrado que el calor actual del centro de la tierra no influye, ni en un treintavo de grado, en la temperatura de su superficie, de modo que el enfriamiento total del globo no influirá notablemente en las estaciones de cada clima. Por otra parte, nada prueba que el calor del Sol haya disminuido desde los tiempos mas remotos, y en último caso, aun admitiendo la posibilidad del endurecimiento del Sol y de la dispersion completa del calor central, estos acontecimientos solo podrian tener lugar en una época tan distante de la nuestra que apenas la imaginacion puede llegar á ella.

Podemos deducir, de todo lo que antecede, que la Tierra, en su origen, debió pasar del estado gaseoso al líquido ó pastoso. Pero todo cuerpo líquido libre, toma la forma globular ó perlada, siendo éste un resultado de la fuerza de atraccion que se ha comprobado en todas partes y con todas las dimensiones. Supongamos, pues, una masa fluida á la cual se imprima un movimiento regular de rotacion, como el de una rueda sobre su eje: las moléculas colocadas en las dos estremidades del eje, ó en los polos, no perderán nada de su peso por no hallarse sometidas á la fuerza centrífuga, mientras que, por el contrario, las situadas sobre el ecuador tenderán, en virtud de esta misma fuerza, á alejarse y formar una hinchazon que acarreará necesariamente la depresion de los puntos mas próximos á los polos. La bola pastosa quedará aplanada hácia los polos é inflamada hácia el ecuador; esto precisamente se verifica en el globo terrestre, y en la proporcion pres-

crita por la relacion de su masa con la velocidad de su movimiento de rotacion. Los demás planetas presentan análoga forma, siendo tanto mayor su aplastamiento, cuanto mas rápido es su movimiento de rotacion, lo cual prueba que han sido, en su origen, fluidos como la Tierra.

Además, las materias líquidas han debido colocarse por el orden de sus densidades, las mas pesadas mas cerca del centro, lo cual esplica la observacion hecha desde hace mucho tiempo por los físicos: la densidad media del globo es próximamente doble de la de las sustancias que componen su superficie sólida, de modo que la masa interna debe componerse de materias mucho mas pesadas que el granito, los pórfidos y los mármoles que apenas pesan tres veces mas que el agua, mientras que el cálculo da, para la Tierra, un peso igual á seis veces el de este líquido, lo cual parece indicar que, en efecto, la densidad de las capas concéntricas va aumentando progresivamente de la superficie al centro.

Sobre estos datos vamos á trazar la historia hipotética de las primeras edades de la Tierra.

IV.

La infancia de la Tierra.

La Tierra, en su principio, era una masa líquida é incandescente que, bajo la doble influencia de la atracción central y de la fuerza centrífuga, tomó la forma esferoidal que en ella reconocemos.

Durante este período de incandescencia, el agua y todas las materias que se volatilizan al simple calor de nuestros hornos, se hallaban en estado gaseoso y reunidas á los fluidos elásticos de una atmósfera abrasadora que se extendía mucho mas allá de sus actuales límites. Demasiado gruesa para que los rayos del Sol pudieran atravesarla, estaba alumbrada la Tierra por los fuegos de abajo, y no conocia la alternativa de dias y noches.

Lanzado así en el vacío, este globo candente debió obedecer las leyes de la radiacion y perder gradualmente una parte de su calórico.

En virtud de este enfriamiento incesante, la superficie del globo se coaguló formando una primera película sólida, pero rota muy pronto y dislocada por las perpetuas tempestades originadas por las mil reacciones químicas que debian ofrecerse en el seno de aquel mar de fuego, esta primera cubierta formó, con sus restos, las grandes moles cristalinas, quebradas, erguidas, confundidas y soldadas entre sí, que se encuentran donde

quiera que el núcleo del planeta está descubierto. La primera corteza, rugosa y erizada como la superficie de un río invadido por los hielos, debió, aunque lentamente, ir aumentando en espesor, y concluyó por constituir una cubierta continua, aislando entonces la masa interna, fluida é incandente, de la esterna de gases y vapores que mas tarde debian servir para formar las cubiertas líquida y atmosférica.

Con el tiempo, las moléculas mas próximas á la parte ya cuajada, debieron acercarse y cristalizar sucesivamente, y esta cristalización, tan visible en las rocas primordiales, pudo, sin cesar, operarse interiormente, á causa del descenso continuo de la temperatura.

Prodigiosos huracanes debieron sin duda agitar la masa de los aires, poderosas combinaciones químicas dar lugar á un enorme desarrollo de electricidad que debió manifestarse por auroras boreales y truenos. La masa en fusión, sometida á la atracción del Sol y la Luna, debió experimentar flujo y reflujo como los mares de nuestros días. La corteza, todavía tierna, no podía, sin duda, resistir estos sacudimientos, y se producian en ella hundimientos y grietas por las cuales se escapaban torrentes de materia ígnea que, despeñándose por las rocas, las convertian de nuevo en líquido ó se combinaban con ellas. Mientras nuestro globo rodaba por el espacio, arrastrando consigo su atmósfera impropia para la vida y que el Sol no podía atravesar, algunas materias, gasificadas en la atmósfera, se condensaban precipitándose á la superficie de la Tierra.

Cuando la temperatura hubo descendido bastante para que el vapor de agua pudiera condensarse, cayeron las primeras lluvias, pero las aguas pluviales, entrando en ebullicion por el calor de la superficie del globo, volvian á elevarse por los aires, formando espesos vapores, condensándose de nuevo y dando lugar á nuevas combinaciones químicas y á una inmensa oxidacion.

Sin embargo, como la corteza terrestre continuaba engrosando de arriba á abajo por el enfriamiento, y de abajo á arriba por la acumulacion de los detritus resultantes de la accion de todos los agentes erosivos combinados, acabó por constituir una pantalla bastante espesa para templar la influencia del calor interior. Entonces, haciéndose sensible el enfriamiento, la masa de agua suspendida en la atmósfera se precipitó en lluvias diluvianas que, á causa del descenso de la temperatura, pudieron llegar á reunirse en estensas masas y concluir por formar un vasto mar que debió cubrir todo el globo terrestre. Este, que habia casi conservado su esfericidad primitiva, apenas hacia emerger algunas pequeñas eminencias sobre aquel inmenso Océano, cuya constitucion y cuyo calor están aún representados en nuestras aguas termales. Envuelta en una atmósfera espesa y cargada de vapores que el Sol no podia atravesar, la tierra debia, en efecto, ser tal cual nos la representa el segundo versículo del Génesis: « La Tierra era informe y desnuda; las tinieblas cubrian la superficie del abismo, y el espíritu de Dios flotaba sobre las aguas.»

Las partes arenosas y arcillosas arrancadas á los granitos por este diluvio de varios siglos, debieron entonces formar una gran masa de aluviones, que fue la primera tierra blanda y la base de todos los terrenos que, mas adelante, se formaron en el seno de las aguas. Estas capas de arcilla arenisca, depositadas sobre rocas todavía abrasadas, experimentaron una especie de fusion lenta ó vitrificacion que las debió dar la estructura hojosa que se observa efectivamente en la mayor parte de las rocas esquistasas. Así debieron formarse las primeras capas minerales, por el intermedio del agua, y empezó la larga serie de capas sedimentarias estratificadas que aun se continúa en nuestros dias.

En aquella edad no habia calma en los aires ni en

las aguas, como atestiguan las capas trastornadas y las masas de restos triturados y rodados que pertenecen á ella. A medida que la epidermis terrestre se solidificaba interiormente, el volúmen de la masa fluida interna disminuía á causa de su enfriamiento sucesivo.

La corteza envolvente debió entonces contraerse, y por consiguiente, operar enormes presiones sobre la masa fluida. Los gases y las materias en fusión comprimidas debieron levantar en algunos puntos las enormes capas sedimentarias, todavía tiernas y plásticas, que emergían del seno de las olas y formaban islas, primeros jalones de los continentes futuros. Estas mismas materias ígneas se escapaban al exterior por los puntos más débiles y por las grietas preexistentes. De aquí se originaron sin duda terremotos, huracanes é inundaciones, que debían esceder en violencia á todo lo que vemos en nuestros días.

Algunos geólogos de la escuela moderna sostienen que las causas lentas que, aun ahora, modifican la superficie de la tierra, han verificado por sí solas las transformaciones del globo, y rechazan completamente la intervención de las revoluciones bruscas de los cataclismos repentinos é imprevistos. Nos parece exagerado semejante exclusivismo, pues, aun admitiendo que las causas lentas que obran en nuestros días hayan existido siempre y producido los mismos efectos, creemos que ciertos fenómenos del mundo antiguo, tales como las grandes dislocaciones, las elevaciones de las montañas, las invasiones de los mares, han debido producir necesariamente inmensas perturbaciones geológicas. Las pruebas de esto se hallan escritas en los archivos del mundo primitivo, las encontramos á cada paso en las montañas, y nos parece difícil que pueda ponerse en duda la verdad de tan terribles revoluciones.

El origen de los filones metálicos parece ligarse directamente á la reacción de la materia interior en fu-

sion contra la cubierta sólida del globo. Se concibe, en efecto, que cuando la materia ígnea y semipas-tosa avanzaba á través del suelo, debian producirse multitud de grietas y hendiduras que dieran paso á gases de diferente naturaleza, y probablemente tambien á diversas sustancias metálicas vaporizadas. Una gran parte de estas grietas pudo llenarse de abajo á arriba, ya con la misma materia en fusion, ya por la conden-sacion de emanaciones minerales procedentes del foco central, que sucesivamente llegaran á tapiar las pare-des de las hendiduras, segun las leyes de la cristaliza-cion. Tal debe ser el origen de los filones de óxido de cobre, de estaño, de plomo, de oro y de plata, todos los cuales se hallan en terrenos antiguos.

A medida que la formacion de la Tierra continúa en serie de los siglos, las elevaciones de tierras se agregan unas á otras; á las islas suceden los archipiélagos, y estos, uniéndose por lenguas de tierra, acaban por formar continentes. Sus vértices emergentes no representa-ban aun las montañas que hoy contemplamos, pues estos se formaron mucho despues, como lo prueba hasta la evidencia la naturaleza de los terrenos que las forman.

El mar, concentrado en las partes inferiores, fué ga-nando en profundidad lo que perdía en estension; tra-bajaba sin descanso en la configuracion de las costas, mientras que el suelo, libre de la accion de las olas, se afirmaba y verificaba el curso regular de sus transforma-ciones, bajo la influencia de la atmósfera. El agua se apoderó de todo lo que puede disolver; el cloruro de sodio y las sales de magnesia formaron el agua del mar, que, evaporándose sin cesar, mientras las sales no po-dian evaporarse, produjo agua dulce, la cual, conden-sada en las regiones elevadas, en forma de nubes, vol-vió á caer en lluvias, abuecándose un lecho y dando origen á fuentes, arroyos y riachuelos, y estableciendo

una red de ríos y lagos que, preparando el suelo, fueron gradualmente haciendo habitable la Tierra.

Después de haber sido formadas las cubiertas sólida y líquida, la composición de la atmósfera no debía diferir mucho de la que tiene ahora en cuanto á sus elementos, se componía de azoe oxígeno, ácido carbónico y vapor de agua, en estado de mezcla. Sin embargo, si se considera la cantidad de ácido carbónico contenido en la hulla, la antracita, los betunes, la turba y los calcáreos sedimentarios, que aun no existían en aquella época, es preciso suponer que el aire contenía entonces una proporción considerable de gas ácido carbónico. En la atmósfera actual, la proporción de este gas es de 0,000,006, pero, antes de la aparición de la hulla, podía ser de 0,06 á 0,08. De este inmenso é inagotable depósito sacaron los elementos materiales de su desarrollo los primeros gérmenes de vida sembrados por el Creador en la superficie de la tierra. Todo el azoe que puede desprenderse de la carne de los animales, todo el carbono que puede extraerse del tronco de las plantas, proviene del aire. ¿Cuánto tiempo ha sido necesario para operar estas transformaciones? Este es un problema insoluble. Pero la física y la geometría nos dan, acerca de esto, ideas generales que deben bastarnos. El cálculo establece que una bala de las mismas dimensiones que la tierra, enrojecida al fuego y abandonada al enfriamiento en condiciones análogas, invertiría muchos millones de años en llegar á un grado de temperatura que pudiese permitir el desarrollo de la vida.

Aquí termina la historia de la infancia ó primera edad de la Tierra, historia puramente hipotética, pero cuyos pormenores están, sin embargo, conformes con las leyes de la naturaleza, aunque nos aparezcan á través de un velo mas ó menos denso. Desde ahora, abandonando el camino de las suposiciones, vamos á entrar, para no dejarlo, en el de los hechos que la observación ha revelado.

V.

La edad media de la Tierra.

Si lo que hasta ahora hemos referido puede considerarse como la historia antigua ó edad fabulosa de la Tierra, lo que sigue, es la historia de su edad media. En este período, los documentos abundan y solo tenemos que registrar los archivos encerrados en las entrañas del globo, para hallar las pruebas de los prodigiosos acontecimientos de que ha sido teatro.

«Así como en la historia civil se consultan los títulos, se buscan las medallas y se descifran las inscripciones antiguas, para determinar las épocas de las revoluciones humanas, así, dice el elocuente Buffon, en la historia natural es preciso registrar los archivos del mundo, desenterrar antiguos monumentos, recoger sus restos y reunir en un cuerpo de prueba todos los indicios de los cambios físicos que pueden elevarnos á las diversas edades de la naturaleza. Este es el único medio de fijar algunos puntos en la inmensidad del espacio, y de plantar algunos jalones en el camino eterno del tiempo.»

En la actualidad, gracias á los progresos de las ciencias físicas y al poderoso auxilio que prestan á la geología (1), esta leyenda de los siglos, indescifrable para

(1) Esta palabra, que proviene de dos palabras griegas, *ge*, tierra, y *logos*,

nuestros predecesores, está llena, para nosotros, de preciosas noticias y pruebas innumerables de los acontecimientos que han modificado la superficie del globo.

Observando atentamente las paredes de un barranco profundo, de un acantilado, de un pozo de mina, etc., se suele ver fácilmente que el terreno se compone de capas horizontales mas ó menos gruesas y superpuestas. La Tierra no es pues una masa sólida de una materia única. Los terrenos mas bajos y llanos, cuando los profundizamos, solo nos presentan capas horizontales, casi todas abundantes en productos marítimos, huosos, dientes de peces, conchas y plantas acuáticas. Capas de esta especie componen las colinas hasta grande altura. A veces las conchas son tan numerosas que componen por si solas toda la masa del suelo, hallándose productos de esta especie en alturas muy superiores al nivel de los mares, y á los cuales ningun mar podria ser conducido por las causas hoy existentes. No solamente están envueltas por las arenas móviles, sino que muchas veces están llenas de incrustaciones de piedras que penetran en ellas por todas partes. Todos los lugares del globo, todos los continentes é islas un poco considerables presentan el mismo fenómeno. Esto prueba que semejantes conchas han vivido en el mar, y que éste las ha depositado en los lugares donde hoy se hallan; por consiguiente, el mar ha cubierto estos lugares por bastante tiempo y con suficiente tranquilidad para poder formar tan grandes depósitos de restos de animales marinos.

Los depósitos acumulados por capas en el seno de este océano primitivo, no solamente contienen innumerables conchas, sino tambien restos de muchas fami-

discurso, designa la ciencia que trata de la formacion y estructura de la tierra y de las vicisitudes que esperiméntó antes de la aparicion del hombre.

lias de plantas y de animales que vivian en sus aguas ó fueron arrastrados á ellas por grandes corrientes.

Estos restos son precisamente los datos con cuya ayuda trazan los geólogos la historia de las épocas del mundo, anteriores á toda tradicion humana. Reciben estos despojos el nombre de *fósiles*, ó enterrados, y su presencia en un terreno es un indicio de la formacion sedimentaria de éste en el seno de las aguas.

Si las capas de la corteza terrestre fuesen continuas, en todas partes las mismas, conservando un mismo espesor, una misma composicion mineralógica y conteniendo unos mismos fósiles, podria creerse que se habian depositado á un mismo tiempo y sin interrupcion, pero no sucede esto. Estas capas son de diversa naturaleza, mas ó menos sólidas, formadas de elementos diferentes y cada una contiene sus fósiles propios y característicos. De aquí se deduce que estas capas tienen diferente antigüedad, y que las mas antiguas son necesariamente las mas profundas. Estas capas diversas son las páginas del gran libro de la creacion, siendo los fósiles y petrificaciones los caracteres con cuya ayuda desciframos los acontecimientos geológicos. Verdad es que estas páginas están mas ó menos arrugadas ó rotas y que sus caracteres están muchas veces borrados, pero es preciso restaurarlos con el pensamiento, como se restauran los papiros y los palimpsestos de la antigüedad humana, relativamente tan moderna.

Cuando de las llanuras nos trasportamos á las montañas, contemplamos sus picos erizados y coronados de hielo, sus laderas desnudas y estériles, rasgadas y surcadas por torrentes, la tierra cubierta de peñas amontonadas sin orden ni concierto, nos parece ver la imágen del caos. Al primer golpe de vista no podemos reconocer en estos trastornos el plan regular que la naturaleza ha seguido en sus operaciones; pero cuando, á través de las ruinas causadas por el tiempo, penetramos en el

seno de las montañas, nos es fácil conocer la uniformidad constante de su estructura interior. Sus capas paralelas revelan el trabajo sosegado del agente que las ha formulado.

Es muy fácil, en efecto, convencerse de que las montañas mas altas no han sido formadas por una acumulacion mayor en las últimas capas, sino por un erguimiento de todas las que las constituyen. Estas capas se elevan oblicuamente, á veces casi verticalmente, mientras que en las llanuras y colinas pequeñas es preciso profundizar mucho para conocer la sucesion de las capas; de modo que el conocimiento de la composicion de una montaña que se eleva de 5 á 6,000 metros sobre el nivel del mar, es equivalente al que se adquiriria examinando, por medio de escavaciones artificiales, las diferentes capas que constituyen su terreno hasta la profundidad de 5 ó 6,000 metros.

Además, estas capas erguidas que forman las crestas de las montañas secundarias, no descansan sobre las capas horizontales de las colinas que forman sus primeros escalones, sino que, por el contrario, se hunden en ellas, apoyándose las colinas en sus pendientes. Cuando se taladran las capas horizontales cerca de las montañas de capas oblicuas, vuelven á hallarse estas capas oblicuas en la profundidad, lo cual prueba que son mas antiguas que las horizontales que las cubren, y como es imposible que no hayan sido formadas horizontalmente, puesto que las han formado los depósitos de las aguas, es evidente que se levantaron antes que las otras se apoyaran en ellas.

Así, pues, el mar, antes de formar las capas horizontales, habia formado otras, que fueron quebradas, levantadas y trastornadas de mil modos, por cuasas cualesquiera.

Para conciliar los fenómenos geológicos con la narracion de Moisés, algunos talentos mas celosos que ilus-

trados, se creyeron en el deber de atribuir la formación de todas las capas terrestres al diluvio de Noé, y no quisieron ver, en las acumulaciones de fósiles mas que el resultado comprobante del gran cataclismo bíblico. Otros, por temor pueril á una prueba cualquiera del diluvio, negaron la existencia de tales conchas marinas en las laderas de las montañas ó aparentaron no ver en ellas mas que algunos restos acumulados allí por la casualidad y caidos de las esclavinas de los peregrinos.

La presencia de cuerpos marítimos en el interior de todos los continentes, lo mismo en los picos de las mas altas montañas, que en el fondo de los valles, prueba suficientemente la presencia del Océano sobre la tierra que habitamos, en una época cualquiera y durante mas ó menos tiempo. Pero esta permanencia no ha sido efecto de una repentina crecida de las aguas, á consecuencia de la cual, el mar haya arrastrado violentamente todos los productos de su seno, depositándolos mezclados en los lugares invadidos por sus olas. Aun suponiendo que el mar haya podido arrastrar masas de conchas tan enormes que, á veces, forman bancos de varias leguas de estension, no ha podido nunca hacer que estas conchas profundizasen la tierra hasta llegar á las piedras mas duras de sus entrañas, donde las encontramos.

Por otra parte, si estas conchas y plantas marinas y esqueletos de animales hubiesen sido arrastrados tumultuosamente por las aguas, se hubieran roto ó desgastado y solo se encontrarían sus pedazos revueltos; pero precisamente sucede todo lo contrario: la mayor parte de estos restos animales conservan sus ángulos mas agudos, sus aristas y espinas mas delicadas, las plantas marinas suelen estar rotas, pero siempre descansando de plano y nunca arrolladas ni dobladas.

La estancia del mar ha sido, pues, tranquila y deben,

por tanto, buscarse en otra parte las pruebas del diluvio. El mar ha descansado sobre la tierra durante mucho tiempo, puesto que ha permitido que se formaran tan considerables depósitos y que los productos orgánicos que contienen se hayan modificado del modo más sensible, á causa de las variaciones de temperatura ó de composición de las aguas.

Examinando más atentamente los restos orgánicos fósiles se reconoce que ciertas capas contienen, no ya productos marítimos, sino despojos de animales y plantas de tierra y de agua dulce, y que estas capas están cubiertas de nuevo por depósitos de productos del mar. Según esto, el lecho de los mares, no solamente ha disminuido en extensión, sino que ha mudado de lugar en varios sentidos. Muchas veces ha sucedido que terrenos secos han sido cubiertos por el agua para volver á secarse y á ser invadidos, ya por aguas dulces, ya por las del mar.

Esta permanencia reiterada de las aguas sobre nuestros continentes está perfectamente comprobada, por lo cual es lógico suponer que el nivel del Océano ha descendido, ó que las rocas sólidas, en otro tiempo cubiertas por el agua, se han elevado sobre ella. La primera opinión es inadmisibles, porque no puede explicarse la desaparición de la superficie del globo de una masa de agua tan considerable; debemos, pues, atenernos á la segunda hipótesis, es decir, á la doctrina que afirma que la tierra sólida ha descendido y se ha elevado alternativamente, cambiando varias veces de nivel respecto al mar. Diversas razones militan en pró de esta conclusión: en primer lugar, por ella podemos darnos cuenta de la disposición de esas capas dislocadas, quebradas, inclinadas ó verticales; además, está conforme con la experiencia que demuestra que la tierra se eleva gradualmente en algunos lugares y se baja en otros. Semejantes movimientos se verifican aun en nuestros días.

ya acompañados de violentas conmociones, ya de un modo tan lento que no ha sido posible comprobarlos sino por medio de las exploraciones científicas mas minuciosas. Ciertas partes del terreno se elevan mientras que otras se deprimen al mismo tiempo. El Océano, por el contrario, no podria deprimirse en un punto sin que su nivel se alterase al mismo tiempo en toda la superficie del globo.

En las costas de Noruega se hallan, á un nivel muy superior al de las mas altas mareas, restos de animales enteramente idénticos á los que viven en las aguas del mismo mar, mientras que, á lo largo de las playas de Scania, poblaciones enteras, edificadas indudablemente en posiciones convenientes para hallarse al abrigo de una invasion del mar, están en la actualidad sumergidas. En el pais de Gales se encuentran, á grande altura, terrenos que constituyeron el fondo del mar, mientras que, en el condado de Lincoln, existen sumergidos, bosques que en otro tiempo estendieron su nombre benéfico sobre los antepasados de los habitantes actuales del condado.

Los restos del templo de Serapis, que se hallan cerca de Puzzolo, en Nápoles, nos ofrecen un notable ejemplo de las elevaciones y depresiones alternativas de la tierra. Este templo, de arquitectura riquísima y construido, al parecer, en el siglo de Augusto, fue sin duda edificado bastante lejos del mar para hallarse libre de sus inundaciones. Las columnas que aun quedan en pie, atestiguan una prolongada inmersión en las aguas del Océano, que debieron llegar á ellas posteriormente: sus partes inferiores están corroidas por los moluscos marinos llamados *foladas*, y el terreno inmediato presenta, hasta un mismo nivel, huellas inequívocas de la presencia del mar. Todo esto prueba que el terreno sobre que asienta el templo, aunque seco de nuevo en nuestros dias, estuvo sumergido durante largo tiempo. Otro

hecho mas notable es, que un camino, bastante lejano del templo y á un nivel mas alto, está ahora sumergido, siendo así que estaba en seco en el siglo pasado. En Baja, no lejos de Puzzolo, el mar cubre las ruinas de antiguos edificios.

Desde los tiempos mas remotos han sido observados y comprobados estos cambios en la superficie del suelo; sin citar las numerosas pruebas de esto que hay en los escritos de la antigüedad, nos limitaremos á copiar un pasaje de Mohamed Kasivini, autor árabe del siglo XIII. Pone en escena un personaje fantástico que, como el Judío Errante de la leyenda cristiana, recorre la tierra sin pagar tributo á la muerte.

«Pasando un día, dice, por una ciudad muy antigua y prodigiosamente poblada, pregunté, á uno de sus habitantes, cuánto tiempo hacia que se habia fundado.

—Es una ciudad muy poderosa, me contestó, pero no puedo deciros cuánto tiempo hace que existe, porque nuestros antepasados tampoco lo sabian.»

Cinco siglos despues, volví á pasar por allí, y no viendo ningun rastro de la ciudad, quise saber cuánto tiempo hacia que habia desaparecido. Al efecto me dirigí á un campesino que recogia yerba en el mismo terreno que la ciudad habia ocupado, y le interrogué.

—Me choca vuestra pregunta, me contestó. Esta tierra no ha sido nunca mas que lo que es hoy.

—¿Pero no hubo aquí, en otro tiempo, una gran ciudad?

—Nunca: al menos, desde que yo tengo uso de razon, no he oido jamás hablar de ella, y creo que nuestros abuelos tampoco la conocieron.

Quinientos años mas tarde, pasé otra vez por aquellos sitios y vi que el mar ocupaba el sitio que fue ciudad. Me acerqué á unos pescadores de la orilla y les pregunté cuándo habia el mar invadido aquellas tierras.

—Un hombre como vos, ¿puede hacer, en serio, se-

mejante pregunta? Esto ha sido siempre mar, como ahora.

Trascurridos otros quinientos años, vi que el mar se habia retirado, y un hombre que encontré me dijo que aquello nunca habia sido mar.

Pasado otro espacio de cinco siglos, visité por última vez aquellos lugares, y los hallé ocupados por una ciudad mas rica y floreciente que la primera que allí habia visto. Queriendo averiguar la fecha de su existencia, me dirigí á los habitantes, que me dijeron: « El origen de esta ciudad se pierde en la noche de los tiempos: nuestros padres lo ignoran como nosotros. »

Esta leyenda árabe del siglo XIII espresa, de una manera tan original como exacta, las mudanzas que han experimentado las corrientes.

Las invasiones y retiradas sucesivas de las aguas no siempre han sido lentas y graduales. Muchas elevaciones y dislocaciones de terrenos las han producido repentinamente: podemos citar, como ejemplo, los trastornos que, por última vez, han inundado y dejado despues en seco todos nuestros actuales continentes, ó al menos una gran parte de ellos. Las rasgaduras, elevaciones y hundimientos de las capas mas antiguas, no dejan duda de que se hallan en el estado en que las vemos, merced á causas súbitas y violentas; en muchos puntos, grandes masas de conchas y cantos rodados, interpolados con las capas sólidas, atestiguan la fuerza de los movimientos experimentados por la masa de las aguas.

Si desde las llanuras y los flancos de las montaña subimos hácia los picos escarpados de las grandes cordilleras ó cadenas, vemos desaparecer bruscamente estos restos de animales marinos que plagan las capas horizontales y levantadas. Allí la roca no contiene vestigios de seres vivientes, no está dispuesta en lechos paralelos que indiquen una estratificacion regular como

las de las capas de conchas, pero su naturaleza es cristalina ó amorfa y siempre se hunde en capas de sedimento, lo cual prueba que ha sido formada antes que esta. Tales son las famosas montañas graníticas que atraviesan nuestros continentes y cuyos vértices, siempre nevados, alimentan las fuentes de los rios. Sus masas desgarradas prueban la manera violenta que tuvieron de elevarse, y estos cambios rápidos en su posición debieron tener lugar en época posterior á la en que esas masas graníticas existían solas, puesto que han levantado consigo capas de conchas que las cubrían.

La historia de la Tierra presenta, pues, por una parte, períodos larguísimos de reposo comparativo, durante el cual la materia sedimentaria ha ido depositándose regular y continuamente (como demuestran las capas paralelas de conchas), y por otra, períodos muy cortos, durante los cuales han sobrevenido violentos paroxismos ocasionados por la reacción de la materia flúida interior sobre la cubierta exterior, revoluciones bruscas que han interrumpido la continuidad de la acción lenta (como prueban las capas erguidas y los pies de granito). Cada una de estas épocas de revolución en el estado de la superficie terrestre, ha determinado la formación súbita de gran número de cordilleras. Y cada una de estas revoluciones ha coincidido siempre con otro fenómeno, el paso de una formación sedimentaria á otra, caracterizada por la diferencia de los tipos orgánicos que contiene.

VI.

Montañas y valles.

Muchos geólogos se han ocupado de la formación de las montañas. Unos las han atribuido á la contracción del globo terrestre por el enfriamiento, suponiendo que su corteza, quedando demasiado grande para las partes contenidas en ella, se hundió, arrugándose y plegándose como la piel de una manzana cuya pulpa se seca y disminuye de volúmen. Los pliegues y arrugas son, según estos geólogos, las llanuras y valles, mientras que las partes salientes son las montañas. Otros atribuyen la formación de las montañas á levantamientos, y sostienen que han salido del seno de la tierra, perforando violentamente su corteza.

Probablemente, no todas las montañas reconocen la misma causa: algunas pueden haber sido producidas por hundimientos, pero es seguro que otras deben su origen á elevaciones bruscas. Tales son aquellas cuyos vértices más altos están formados por rocas primitivas; estas son las más numerosas é importantes.

En la actualidad, se admite generalmente la teoría de los levantamientos, y se atribuyen éstos á la influencia que las materias fluidas del globo ejercen sobre su corteza, en los diferentes estados de su enfriamiento. Así

han debido formarse esas considerables eminencias que constituyen nuestras grandes cadenas de montañas.

La teoría de los levantamientos explica muchos hechos hasta ahora inexplicables: hace comprender la presencia de conchas en las cumbres de las mas altas montañas, sin necesidad de suponer que el mar las haya cubierto en su estado actual. Basta, en efecto, suponer que estas montañas, saliendo del seno de las aguas, han levantado consigo, á la altura de 3 ó 4,000 metros, los terrenos depositados sobre ellas por el mar.

M. Elie de Beaumont ha descubierto que no todas las cadenas de montañas han surgido en la misma época, habiendo reconocido que no solamente han sido formadas en épocas muy distantes entre sí, sino que su direccion parece obedecer á leyes matemáticas. Este gran descubrimiento es uno de los mas notables de la ciencia moderna.

La formación de las montañas por elevacion explica las revoluciones de la superficie del globo, cuyas huellas son tan visibles, y las líneas de demarcacion que se observan en la sucesion de los terrenos. Estas, en efecto, son el resultado de los cambios operados en los límites y régimen de los mares por los levantamientos sucesivos de las montañas.

A lo largo de casi todas las cadenas se ve que las capas mas recientes se estienden horizontalmente hasta llegar al pie de las montañas, como si hubiesen sido depositadas en mares ó lagos de los cuales estas montañas formarían las orillas. Otras rocas, por el contrario, elevándose por las laderas de las montañas, llegan á veces hasta sus cimas. En cada cadena en particular, la série de sedimentos se divide en dos clases distintas. Es evidente que la época de la aparicion de la cadena es intermedia entre el período de depósito de las rocas que se elevan por las laderas, y el depósito de las capas que se estiende horizontalmente al pie de estas pendientes.

Estudiando con detencion estos grupos de montañas se puede llegar á descomponerlos en cierto número de elementos diversamente entrecruzados, habiéndose observado que, en toda su estension, la línea de demarcacion entre las capas inclinadas y las horizontales es la misma, y que, generalmente, las líneas de demarcacion relativas á estribos paralelos entre sí están semejantemente colocadas, mientras que varian cuando los estribos no están dirigidos en el mismo sentido. M. Elie de Beaumont ha deducido de aquí, que cada sistema de estribos paralelos, ha sido formado á un mismo tiempo, ó por decirlo así de un solo golpe.

Se comprende que la emersion súbita de estas grandes masas fuera del Océano debia producir una violenta agitacion en las aguas. Estas, lanzadas fuera de su cáuce, inundaban las tierras vecinas, corroian las rocas blandas, arrastraban los sedimentos y operaban una especie de denudacion general, á la cual se deben las desigualdades y ondulaciones que se observan en el contacto de dos formaciones. Estos efectos de denudacion se encuentran en toda la tierra, debiéndose á ellos los vallecillos, cerros y colinas, que rompiendo la monotonía de los grandes valles, entretienen agradablemente nuestras miradas, cansadas por la estension de las llanuras.

Pero en la formacion de los grandes valles de erosion, es donde se ve uno de los mayores efectos de la denudacion.

Estos valles han sido formados en terrenos flojos ó deleznales, como los barrancos que las aguas de las tempestades abren ante nuestros ojos, arrastrando las materias que constituian el suelo; en muchos lugares se encuentran series de capas de mas de 3,000 metros de espesor, que han sido completamente arrancadas y cuyos restos, llevados á nuevas regiones, han entrado en la composicion de formaciones mas recientes; es evidente, en efecto, que todo lo que se ha esparcido sobre una

superficie, ha debido ser arrebatado á otra superficie.

Examinando las laderas de los valles, se adquiere una prueba evidente de la denudacion por las aguas. En efecto, á ambos lados, se ven las mismas capas, á la misma altura, con el mismo espesor y los mismos fósiles, de modo que es imposible dejar de reconocer que la misma formacion, la misma série de terrenos, ha sido corroida y arrastrada por corrientes accidentales, de duracion é intensidad á veces considerables.

VII.

La corteza mineral.

En la sucesion de los siglos, tres causas principales han contribuido á formar y modificar la superficie del globo: los erguimientos, las emisiones de materia ígnea y la produccion de depósitos sedimentarios, formados por capas regulares en el seno de las aguas y procedentes de la desagregacion ó de la trituracion de las rocas preexistentes.

El fuego y el agua, Pluton y Neptuno son, pues, los grandes agentes, que alternativa y á veces simultáneamente han dirigido la formacion de todas las masas minerales; su accion ha sido incesante: la causa ígnea ha producido siempre nuevas asperezas, por medio de levantamientos ó por acumulacion de materias vomitadas, mientras que la causa acuosa ha trabajado siempre para hacerlas desaparecer, desagregando y royendo estas asperezas para cegar con sus restos las depresiones del suelo. Tales han sido los hechos generales que, acumulándose de siglo en siglo, han constituido por fin la corteza terrestre, tal como la conocemos.

Dividiremos, pues, los materiales que componen la corteza mineral del globo, en tres grandes clases ó series: 1.º *Terreno primitivo* ó de cristalización, formado

por el enfriamiento de la materia ígnea alrededor de la materia fluida é incandescente; 2.º *Terrenos sedimentarios* depositados por las aguas sobre la capa primitiva; 5.º *Productos de expansiones y de erupciones*, rocas de cristalización como las del terreno primitivo y que tienen un origen comun. Se han formado en todas las épocas geológicas, ya por inyeccion de la materia ígnea, ya por erupciones volcánicas, y constituyen masas transversales ó acumulaciones en medio de los terrenos de los diversos periodos.

Donde quiera que ha podido penetrar el martillo del geólogo, ha encontrado siempre las capas estratificadas dispuestas entre sí en un orden constante, es decir, que las que son superiores en un punto no son nunca inferiores en otro. Cada formacion independiente es diferente de la que la precede y de la que le sigue por caractéres que le son peculiares. En cuanto á la edad relativa de cada capa, su orden de superposicion lo indica suficientemente, habiendo sido comparadas las capas estratificadas, con mucha propiedad, á un monton de libros de historia colocados de modo que cada volumen se halla inmediatamente encima del que contiene la relacion de los acontecimientos de la época precedente.

No debe creerse, sin embargo, que la corteza mineral se divide en fajas ú hojas concéntricas, cuyo número es igual en todas partes como lo son, por ejemplo, las películas de una cebolla; se compone de diferentes masas de rocas estratificadas, que se dividen en capas mas ó menos gruesas. Estas capas, de formas y naturaleza distintas, están colocadas unas sobre otras de un modo variable sin que, á pesar de esto, se invierta nunca el orden de superposicion; sucede, sin embargo, que en tal ó cual comarca, á tal ó cual altura de la série, falta algun terreno. Asi, los terrenos modernos pueden hallarse colocados sin intermedio sobre los antiguos, y

éstos, no habiendo estado nunca cubiertos en algunas de sus partes, ó habiendo sido destapados por las aguas, pueden mostrarse en la superficie del suelo.

Las rocas de sedimento se dividen en seis períodos ó sistemas, que son, de abajo á arriba, segun el orden de su formacion: el primario, el intermedio ó de transicion, el secundario, el terciario, el cuaternario y el moderno.

Cada periodo se divide, á su vez, en épocas ó terrenos, y éstos en pisos.

Debemos confesar que estas divisiones no existen en la naturaleza: son puramente artificiales y tienen por objeto suplir nuestra limitada inteligencia y ayudarnos á comprender y retener los hechos. No es posible, en efecto, trazar divisiones absolutas en la historia de la Tierra. Los sedimentos no han cesado de depositarse en el fondo de las aguas, los volcanes de arrojar, desde el interior de la Tierra, gases, lavas y otras materias; las plantas, desde su aparicion, no han cesado de vegetar ni los animales de reproducirse ni reemplazarse, y nada de esto, asi como tampoco el tiempo, ha cesado de avanzar.

Nadie ignora que las partes sólidas de la tierra consisten en sustancias diferentes, tales como la arcilla, la creta, la arena, la caliza, el granito, etc. Estas materias no están mezcladas confusamente: masas minerales distintas ocupan espacios inmensos y ofrecen cierto orden en su disposicion. Para el geólogo, todas estas masas minerales son *rocas*, sean sólidas ó pulverulentas, blandas ó pétreas. La arena y la arcilla son tambien rocas.

Tres elementos principales componen las rocas de la sustancia terrestre: la *silice*, la *alúmina* y el *carbonato de cal*.

La *silice* es una piedra muy dura, que raya el vidrio y produce chispas con el eslabon, es traslúcida y de

fractura vítrea. Pura y cristalizada constituye el cuarzo hialino ó cristal de roca; no cristalizada y menos pura, forma las ágatas y pedernales. Es insoluble en el agua é infusible al fuego mas intenso de nuestros hornos, pero mezclada á una pequeña cantidad de sosa ó de potasa, se combina con ella y se funde en vidrio trasparente. La sílice, reducida á granos, forma la arena de las dunas, del mar, etc.

La *alúmina* es el óxido de un metal recientemente descubierto, el *aluminio*; ofrece al fuego mas resistencia que la sílice. Pura, constituye el corindon; mezclada con sílice y otras materias, produce la arcilla, sustancia plástica conocida de todo el mundo, que sirve para fabricar objetos de alfarería, ladrillos, etc.

El *carbonato de cal* ó piedra caliza es la sustancia mineral mas abundante: forma colinas y cadenas enteras de montañas. Es el producto de la combinacion del ácido carbónico y de la cal; se descompone con efervescencia por los ácidos nítrico y sulfúrico y produce, por la calcinacion, cal viva, perdiendo su ácido carbónico. Forma rocas mas ó menos duras y de textura mas ó menos compacta. De estas rocas se estraen los sillares y piedras de talla que sirven para la construccion de los edificios. Algunas veces, las partes que constituyen estas piedras tienen tan poca cohesion entre sí, que se separan por la simple presion de nuestros dedos, tomando entonces el nombre de *cretas*.

Los mármoles son piedras calizas modificadas por el calor. En efecto, si se llena de creta, bien pulverizada y apretada, un cilindro, y se cierra herméticamente, de tal modo que se le pueda calentar sin que la caliza se descomponga, la del fondo del cilindro da un producto de estructura sacaroidea, como el mármol estatuario.

Combinado con la arcilla, el carbonato de cal produce las *margas*. Los *gres* son arenas conglutinadas por medio de un cemento calizo. Las conchas de los

moluscos y las partes sólidas de los políperos son de carbonato de cal, y sus restos forman una gran parte de los sedimentos calizos del fondo del mar.

Combinada con el ácido sulfúrico, la cal produce el yeso ó espejuelo y el alabastro; en los huesos de los animales, está combinada con el ácido fosfórico.

Además de los tres elementos siliceo, arcilloso y calizo que forman la materia que principalmente constituye la tierra, hay muchas sustancias que proceden de sus combinaciones; tales son el *feldspato* y la *mica*, que, por su abundancia, pueden colocarse entre los principales componentes de la corteza terrestre.

El *feldspato* es la base de casi todas las rocas ígneas; resulta de la combinación química de la sílice con la alúmina y la potasa ó la sosa. Es una sustancia cristalina, naturalmente blanca, algunas veces colorada, menos dura que el cuarzo. Bajo la acción del aire y de otros agentes, se descompone, pierde su potasa y se convierte en una sustancia térrea en la cual predominan los elementos de la alúmina. A esta descomposición se debe el kaolin ó piedra de porcelana. Es probable que todas las arcillas hayan sido formadas del mismo modo.

La *mica* es una sustancia eminentemente hojosa, divisible en laminillas delgadas, elásticas, transparentes y nacaradas; como el *feldspato*, se compone de sílice, alúmina y potasa, con óxido de hierro y magnesia. Hay micas de todos colores y con mucha frecuencia se encuentran en escamas en las arenas sedimentarias. Es muy abundante en casi todas las rocas de origen ígneo, sobre todo en los granitos, los gneis y los micasquistos.

El granito, una de las rocas más importantes y comunes, se compone de cuarzo y mica conglutinados por medio de una plasta feldspática con base de potasa, generalmente de color gris ó sonrosado. El cuarzo suele hallarse en granos más ó menos redondeados, y

la mica en escamas, muchas veces de color negro. Cuando estas sustancias parecen formar hojas delgadas, la roca toma el nombre de *gneis*.

El granito es sumamente duro y susceptible, de un hermoso pulimento. En todos tiempos ha suministrado excelentes materiales de construcción, pero rara vez presenta masas de alguna extensión que no tengan grietas, siendo esta circunstancia la que hace tan notables los monumentos del antiguo Egipto, sus obeliscos, columnas y esfinges, enormes monolitos cuya piedra es perfectamente homogénea.

Los *pórfidos* son, como el granito, masas feldspáticas, masas con base de sosa. Tienen gran dureza y son susceptibles de buen pulimento. Se distinguen entre sí por sus colores (que deben á la presencia de diversos óxidos metálicos), en pórfido rojo antiguo, verde antiguo, negro y azul.

El granito y los pórfidos, así como las demás rocas de origen ígneo, se distinguen de las rocas calizas por un carácter importante. Todas las rocas calizas se componen de estratos ó bancos superpuestos y á veces separados por capas de arena ó arcilla. El granito y los pórfidos, por el contrario, presentan siempre una estructura maciza nada que pueda dar idea de bancos ó capas. Entre las rocas eruptivas se distinguen aun la *ofiolita* ó serpentina, que presenta muchas variedades, y cuyo color verde, con frecuencia abigarrado, asemejándose á la piel de una serpiente, le ha valido su nombre, y los *basaltos* á los cuales pertenecen las lavas de nuestros actuales volcanes. Estas últimas rocas, de color negruzco ó pardusco, suelen afectar por la contracción, forma columnar ó prismática.

Sin estendernos mas en los caracteres específicos de las rocas, daremos los mas interesantes pormenores acerca de cada una de ellas, á medida que la veamos aparecer en la formación sucesiva de los terrenos.

VIII.

Terreno primitivo ó suelo primordial.

La cubierta terrestre empieza por gigantescos sillares de granito que forman sus cimientos. Estas rocas, debidas al primer enfriamiento de la superficie del globo, y que son cristalinas y macizas, formaron las paredes de los primeros estanques oceánicos y la base de todos los depósitos de sedimento. Esta corteza envuelve por todas partes la superficie del globo, rodea la masa incandescente, y es en la actualidad bastante poderosa para neutralizar en el exterior, casi totalmente, sus efectos caloríficos. La solidificación del terreno primitivo se operó de arriba á abajo, inversamente de lo que se ha verificado en los terrenos sedimentarios que lo cubren. Cuando vemos en la superficie esta roca granítica, debemos suponer que ha sido empujada por las de la misma clase que sucesivamente se han formado debajo de ella, ó que una causa cualquiera ha hecho desaparecer las capas mas recientes que la cubrían.

Este primer terreno primitivo, surcado y desgarrado por las aguas diluvianas, dió lugar á los primeros depósitos sedimentarios. Las moles violentamente arrancadas á la roca maciza, fueron arrastradas por las aguas; las mayores se detuvieron antes que las mas ligeras,

pues éstas, empujadas en su carrera, chocaron, rompiéndose y pulverizándose, acabaron por reducirse á polvo. Así se formaron los primeros sedimentos en medio de las aguas. Estos materiales se depositaron naturalmente según su pesantez; los fragmentos mayores, unidos por un cemento de arcilla y de hierro, son los que se llaman conglomerados. Las arenas granosas, que se depositaron, después son los gres; las partículas más ténues formaron las arcillas. En cuanto á las calizas, que vinieron en seguida, resultaron de la combinación del ácido carbónico del aire y del cloruro de calcio del mar. Estas metamorfosis sucesivas no han cesado de operarse en la superficie terrestre, y hoy mismo vemos sus efectos en la destrucción lenta de las rocas más duras que van pasando gradualmente al estado de arcilla. Las acciones han perdido algo de su energía y por eso los fenómenos son tan lentos como rápidos debían ser en las épocas en que tan poderosamente favorecidos estaban por una alta temperatura y una grande abundancia de ácido carbónico.

Al contacto de las rocas eruptivas, estos primeros depósitos del antiguo Océano esperimetaron profundas modificaciones: el fuego los coció, los fundió y llegó á cambiar su composición; los bancos de arcilla se convirtieron en esquistos ó pizarras; las rocas se laminaron; las calizas cristalizadas se trasformaron en el hermoso mármol que emplean los estatuarios. Los primeros terrenos sedimentarios, así trasformados, recibieron el nombre de metamórficos, á causa del cambio que el fuego ó las aguas termales les hicieron sufrir.

El *gneis* es la más antigua de estas rocas, y la que se halla debajo de todas las demás y nos representa los primeros sedimentos depositados en el fondo de las primeras aguas. El matiz de esta roca es gris ó pardusco, y la acumulación de escamas de mica gris ó negra, puestas de plano, le comunica una textura imperfecta-

mente hojosa. Se encuentran diseminados en ella piritas, grafito, corindon, zafiros, granates, etc. Es el lugar en que suelen encontrarse diversas piedras finas que se hallan en los aluviones. Se calcula que el gneis constituye por sí solo la quinta parte de la corteza consolidada. Estas poderosas capas presentan generalmente una estratificación muy accidentada; levantadas por la fuerza expansiva de la masa fluida interior, formaron, en casi todas las regiones del globo, montañas y depósitos inmensos. Si un suelo de gneis es ingrato para el agricultor, en cambio es uno de los mas ricos para el minero. En él se hallan muchos filones metalíferos, de oro, plata, óxido de estaño y de cobre, hierro, cobalto, etc.

El micasquisto, que forma el piso siguiente, se compone de mica en láminas y de cuarzo en granos. Es muy parecido al gneis, pero su estructura es mas hojosa y su superficie es, muchas veces, reluciente y satinada. Menos poderoso que el gneis, ocupa sin embargo, estensiones considerables, y presenta, en algunos puntos, hasta 1,000 metros de espesor. El micasquisto es igualmente rico en minerales.

A los esquistos siguen los bancos de conglomerados, de pizarras, de calizas que pasan al estado de mármol. Las masas ó filones de rocas cristalinas, como el granito, interrumpen la continuidad de esas capas esquistas en espacios mas ó menos considerables. Sus matices son blanquecinos, grises ó sonrosados, segun el color y proporciones del feldspato, del cuarzo y de la mica que los componen.

Hacia el fin de esta primera época, todo el globo se hallaba cubierto de aguas poco profundas, de cuyo seno emergian los picos graníticos, desnudos ó cubiertos por las primeras capas esquistas, y cuyo conjunto formaba como un vasto archipiélago.

Los paises en que se hallan descubiertos los depósitos

primitivos son: en Francia, la Bretaña y la Vendée; en Inglaterra, el país de Gales; en Alemania, el Harz y el Erzegebirge, país de las minas; la Escandinavia, una parte de España, y ciertas porciones de la América del Norte y del Brasil; ricos en metales preciosos. Estos países emergían sobre las aguas en la época á que nos referimos. Las rocas primitivas imprimen un carácter especial á los países cuyo relieve forman. La aspereza, el tinte sombrío y aspecto desgarrado del terreno, dan al paisaje un conjunto enérgico y salvaje que parece influir en el carácter de sus habitantes. El vasco, el breton, el corso, el aragonés, el escocés y el sajón, deben á la rudeza de sus montañosas comarcas algunos de sus rasgos distintivos.

Las rocas primitivas y metamórficas presentan en su estado cristalino, así como en su composición, un aspecto completamente distinto del de las que constituyen los demás terrenos. La temperatura á la cual estaban sometidas era tal, que ningun vegetal ni animal podían aun resistirla; por esta razón se les designa con el nombre de *terrenos azóicos* ó sin vida. Al llegar á los primeros terrenos sedimentarios, encontraremos esas catacumbas misteriosas donde están enterrados los confusos despojos de la mas antigua organizacion conocida.

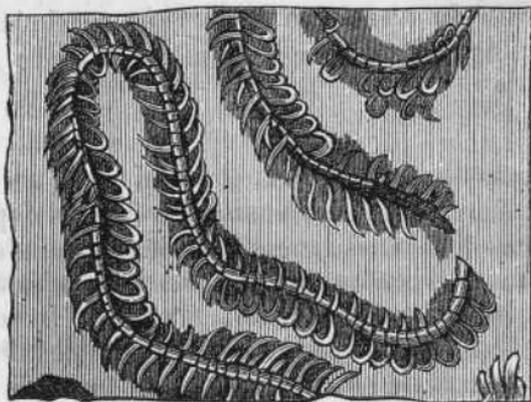
IX.

Período de transición.—Terreno cumbriano.— Aparición de la vida sobre el globo.

El período de transición ó intermedio, así llamado porque marca el tiempo trascurrido entre el depósito de los primeros terrenos ígneos y el de las capas de sedimento no modificadas que se llaman secundarias, comprende las épocas Cumbriana, Siluriana, Devoniana y Carbonífera, nombres que, á escepcion del último, tienen el defecto de no caracterizar los terrenos que designan. El terreno cumbriano toma su nombre de la provincia de Cumberland, en Inglaterra, donde se muestra al descubierto en grande estension, pero se le encuentra del mismo modo en otros muchos puntos del globo. Se compone en gran parte de rocas esquistosas y de gres. Las capas mas bajas se componen de esquistos azules, relucientes y de pizarras verdes. Encima se hallan los gres silíceos, rocas esquistosas duras, grises, rojizas, ó verduscas con venas de cuarzo. En el país de Gales, los esquistos de Lambers suministran desde tiempo inmemorial las pizarras mas apreciadas. A esta época pertenecen tambien las potentes capas de esquistos verdes y relucientes del Oeste de Francia.

Los esquistos del terreno cumbriano nos ofrecen los

primeros vestigios de organizacion. Las huellas de vegetales son en ellos algo confusas, pero no obstante, se han reconocido impresiones causadas por algas; tambien se encuentran entre ellos pequeñas masas de antracita, sustancia carbonosa de origen evidentemente vegetal. Las escasas huellas de animales que se encuentran en los esquistos cumbrianos, son de moluscos y anélidos de organizacion muy sencilla. Uno de ellos, que dejó sus huellas en la piedra á que sin duda se habia fijado,



Molusco cumbriano.—La Nereida.

representa una especie de tronco articulado de trecho en trecho y que representa en cada ángulo un haz de lineamentos dispuestos á modo de abanico. Era una especie de sertularia. Estas son las huellas de animal mas antiguas que se conocen. Sin embargo, no podemos determinar el punto preciso donde plugo al Eterno manifestar su voluntad creadora; otros séres de organizacion todavía mas sencilla, hayan tal vez precedido á estos; algas, infusorios y pólipos, cuyos tegumentos blandos y gelatinosos no contenian ninguna parte sólida, pudieran tal vez vivir anteriormente sin dejar rastro.

Aquí se presenta una de las cuestiones mas interesantes y difíciles de resolver: ¿de dónde vinieron tales animales y plantas?

Hoy, para que se produzcan seres vivientes, es preciso que haya padres, plantas ó animales; pero ¿cómo pudo hacerse cuando no preexistian unos ni otros?

¿Quién existió antes, la gallina ó el huevo? preguntaba Pitágoras hace mas de dos mil años.

Las cuestiones de origen y de fin no están al alcance de nuestra inteligencia; la solucion de este problema sólo puede hallarse en la voluntad y el *fiat* de un creador infinitamente sábio.

Sin creer que Dios lo haya hecho todo con sus dos manos, como pretenden algunos espíritus mezquinos, que no comprenden que con eso rebajan la idea que debemos formarnos del poder del Sér supremo, podemos suponer que ha sometido el desarrollo de la vida, como el de la materia, á leyes eternas y permanentes, inmutables y necesarias, puesto que son eminentemente sábias, y Dios es la misma sabiduría.

El Todopoderoso no esparció de cualquier manera, sin órden ni concierto, los seres organizados; el estudio de los fósiles contenidos en las capas de la tierra nos hace ver, tanto por la progresion que se nota en la perfeccion del organismo como por la del número de seres animados diferentes y agregados sucesivamente, que la creacion, desde su origen hasta nuestros dias, ha seguido una fórmula determinada, un plan preconcebido.

Se observa, en efecto, que partiendo de las capas mas profundas en que la vida se manifiesta, hácia las mas recientes, se nota en los diversos picos, relativamente á las formas de la vida vegetal y animal, un desarrollo gradual, una progresion de lo simple á lo compuesto, una serie ascendente de sistemas vivientes cada vez mas complicados ó perfectos, de modo que, en los estratos mas inferiores, predominan los animales cuyas

funciones son menos elevadas, moluscos, testáceos y zoófitos, y los vegetales de estructura mas sencilla, algas marinas, acotiledones de enorme talla; pero en las formaciones siguientes aparecen peces, reptiles gigantes, marinos ó anfibios y en inmenso número, que trepan, desde las sabanas ó los pantanos, al centro de una vegetacion intertropical, compuesta de helechos, cicadeas y coníferas. Finalmente, los terrenos terciarios están caracterizados por aves y mamíferos terrestres, asociados á plantas dicotiledones, cuatro ó cinco veces mas abundantes que los monocotiledones, ofreciendo estos restos orgánicos, en general, las mayores analogías con los géneros actuales. En cuanto á los depósitos mas superficiales, diluvianos y de aluvion, encierran restos de animales y plantas que, casi todas, existen hoy en la superficie del globo.

Así, pues, las formas de los animales y plantas fósiles se alejan tanto mas de las de las especies actuales, cuanto á mayor profundidad se hallan en las inmensas tumbas en que yacen, y presentan una organizacion cada vez mas compleja á medida que se hallan mas altas en la serie de los terrenos; no es esto decir que no se encuentren en todos los pisos los órdenes mas sencillos é imperfectos (si imperfecto puede llamarse lo que, por simple que sea, tiene maravillosa aptitud para el desempeño de su mision). Con mucha frecuencia, al describir los fósiles de cada formacion, haremos notar que es indudable la estincion, en diversas épocas, de especies y géneros numerosos, y hasta de familias enteras, y su reemplazo por especies, géneros y familias de caracteres enteramente distintos.

Esta sucesion de formas orgánicas, cada vez mas perfeccionadas y abundantes, segun se asciende por la escala de los terrenos, ha hecho que la mayor parte de los geólogos admitan la creacion de tantos sistemas particulares de vida como épocas geológicas se distinguen

y como importantes modificaciones se observan en las condiciones de los diversos medios ambientes en cuyo seno estaban destinados á desarrollarse los séres orgánicos. La proporción de los gases atmosféricos, la mayor ó menor intensidad del calórico, de la luz y de la electricidad, debieron efectivamente, ejercer poderosa influencia sobre el organismo animal y vegetal durante la larga juventud de la tierra. Esta influencia, al parecer, ha ido disminuyendo desde el origen de la vida: la temperatura ha descendido gradualmente, desde el grado de calor ultra-tropical, que parece haber sido el de todo el globo durante el período de transición, hasta el del actual orden de cosas.

Esta disminución de temperatura se atribuye por unos al enfriamiento gradual de la corteza terrestre que, aumentando en espesor, intercepta cada vez mas el calor central, y por otros, á la disminución de energía y extensión en la acción de los fenómenos electro-químicos que se verificaban en los elementos inorgánicos de la corteza. Es probable que las dos causas hayan contribuido.

Mas ¿cómo llegaron á vivir las nuevas especies? ¿Qué principio generador ha dirigido su formación? Estos son problemas insolubles. Acerca de esto, la verdadera filosofía confiesa, sin rubor, su ignorancia. La ley de las creaciones orgánicas no es desconocida. Solamente sabemos que hay una ley y que, á cada especie vegetal ó animal, le han sido asignadas condiciones especiales de existencia y duración.

Entre las teorías formadas para explicar la aparición de la vida en el globo, se halla la de la generación espontánea de los séres y la transformación gradual de las especies. Según esta teoría, todos los séres son modificaciones de una sola especie primitiva, ó han sido producidos sucesivamente por el desarrollo de un primer gérmen que, por efecto de una fuerza inherente á su

naturaleza y favorecida por las condiciones del medio ambiente, ha podido, de una en otra metamorfosis, llegar á las facultades mas elevadas de los organismos superiores. De este modo, el *moho* producto espontáneo, puede haberse transformado en seta, la seta en líquen, el líquen en musgo; éste en helecho, el helecho en palmera, etc.; el pólipo, antes infusorio, puede haberse desarrollado hasta ser molusco, crustáceo, pez, reptil y ave; en una palabra, todo puede haberse transformado hasta que, por último, el mono haya llegado á ser hombre, formando así todos los seres una escala continua, desde la piedra hasta el hombre. Mas por seductora que sea esta teoría al primer golpe de vista, por grande que haya sido el talento de sus mantenedores, no puede resistir el exámen.

En primer lugar, la cuestion de las generaciones espontáneas está muy lejos de resolverse en favor de los heterogenistas, y aun cuando se resolviera en favor suyo, no quedaria probado que los primeros seres vivientes no debieran su existencia á la intervencion del Creador. Los mismos heterogenistas confiesan que la aparicion de los animáculos espontáneos exige la presencia de un cuerpo putrescible; solo se les ve nacer de las infusiones de materia orgánica. Jamás ha aparecido ningun animal en el agua, que solo contiene sustancias minerales. Pero antes de la aparicion de los primeros animales y vegetales, nuestro globo era puramente mineral; ¿de dónde, pues, podian originarse los animáculos espontáneos? En cuanto á la energía de la materia, á las fuerzas fisico-químicas, etc., inventadas por las necesidades de la causa, son palabras huecas. Combinadas segun sus afinidades, las sustancias elementales solo dan compuestos inertes, de formas irregulares é invariables, incapaces de movimiento y, por tanto, de vida. La vida solo nace de la vida, y no existe otra que la que ha sido transmitida de vivo en vivo por una sucesion no interrumpida.

vida. Las mas estrañas ideas han nacido acerca de esto: Duhamel no ve en el hombre mas que un pez perfeccionado; Oken le supone nacido sin necesidad de madre, del seno de las olas; Schmitz nos hace asistir á la transformacion sucesiva de una planta en animal y de animal en otro animal; segun él, el tulipan es la forma originaria del cisne. Pero, dejamos estas escentricidades científicas.

Lamark sostiene brillantemente tan raras teorías, partiendo del principio de que el ejercicio ó no ejercicio de un órgano, lo aumenta ó aminora, ve en los cambios de costumbres de los animales la consecuencia de sus cambios de organizacion, pero llevando sus principios hasta el último límite, incurre en exageraciones completamente estrañas á la ciencia.

Segun él, las circunstancias exteriores lo hacen todo, modificando profundamente los séres. Las necesidades alteran los hábitos y por consiguiente los órganos. Las aves zancudas deben sus largas patas á los esfuerzos que han hecho para caminar por aguas mas profundas. Las aves nadadoras, que, como el cisne, tienen el cuello largo, lo deben á su costumbre de sumergir su cabeza para pescar.—Pero se le podria preguntar: ¿Por qué el mismo hábito no ha alargado el cuello del pato y otros muchos animales? Las culebras, añade, se acostumbran á arrastrarse y á ocultarse entre las yerbas, y su cuerpo, á fuerza de alargarse para poder pasar por agujeros estrechos, adquirió una gran longitud. La girafa, habitante de un terreno árido y sin yerba, se vió obligada á comer las hojas de los árboles; de esta costumbre, sostenida de generacion en generacion, ha resultado que las estremidades delanteras han adquirido mucha mas estension que las posteriores y su cuello se ha alargado prodigiosamente. Si un animal hace esfuerzos considerables para alargar la lengua, conseguirá, como el hormiguero y el pico-verde, tenerla muy larga; si tiene

necesidad de coger algo con ella, se le dividirá y ahorquillará. A fuerza de permanecer en pie sobre sus cuatro remos, los solípedos han conseguido hacer nacer sus córneos cascos. Algunos herbívoros, en sus arrebatos de cólera, dirigen con mas violencia los fluidos hácia el vértice de su cabeza, donde se produce una secrecion de materia córnea ú ósea que produce sus astas (*Filosofía Zoológica*).

En estos últimos tiempos ha hecho mucho ruido la nueva teoría llamada de la seleccion natural, debida al naturalista inglés Darwin y derivada de la de Lamarck y de la del perfeccionamiento de los séres.

Darwin afirma, ante todo, que no hay organismo que no sea susceptible de trasformacion. Este principio es la base de su sistema. Cada organismo, dice, conserva su existencia merced á una continua lucha, en la cual sufre una trasformacion favorable ó perjudicial. En este último caso, perece ó vuelve á su forma original, pero en el primero la trasformacion subsiste y se perpetúa. Si un ciervo, por ejemplo, es trasportado de un terreno fértil en yerbas de pasto á otro tambien fértil, pero que solo le ofrece alimento en la copa de los árboles, su cuello, á causa del ejercicio continuo para alcanzarlo, se alargará, y esta longitud de cuello se trasmirá á sus hijos. La generacion siguiente tendrá además los remos anteriores mas largos que los posteriores, hasta que por fin el ciervo se haya convertido en girafa.

Darwin sostiene, pues, con profunda persuasion, que cada criatura puede producir variedades; si estas toman consistencia pueden repetirse hasta el infinito, pero si se separan de sí mismas acaban por estinguirse. Partiendo de este supuesto, dice que en un principio no existieron mas que cuatro ó cinco tipos para los animales y otros tantos para las plantas, habiendo uno para los insectos, otro para los moluscos, otro para los reptiles, otro para las aves y otro para los mamíferos. Pero arrepintiéndose

luego de haber hecho tantas concesiones, exclama: ¿Pero hay acaso necesidad de tipos originales para, las grandes especies de plantas y animales? ¿No salen todos de células? ¿No es el alvéolo el germen, la forma original de todo lo creado, lo mismo de la espiga de trigo que del elefante con su trompa y sus colmillos? El alvéolo ó la célula es pues el primer organismo que ha existido, y del cual han salido todos los animales y todas las plantas.

A este sistema puede oponerse una infinidad de objeciones. En primer lugar, la esperiencia prueba que la especie es fija y no se trasforma en otra. Las variaciones que resultan de las circunstancias esteriores, así como las que provienen del cruzamiento de las especies próximas, son muy limitadas en la naturaleza; en los animales domésticos son, es verdad, mucho mayores; pero son siempre superficiales. Por otra parte, las variaciones que resultan del cruzamiento de las especies próximas no son continuas. Si los mestizos se unen entre sí, son infecundos desde la segunda ó tercera generacion, y si se unen á una de las dos especies primitivas, vuelven á la especie. No se ha podido nunca obtener ni una sola prueba de lo contrario.

Egipto nos ha conservado, en sus catacumbas, gatos, perros, monos, toros, ibis, aves de rapiña, cocodrilos, etc.; estos animales no presentan ninguna diferencia con el tipo de las especies actuales, á pesar de datar de mas de cuatro mil años. Si se objeta á esto que cuarenta ó cincuenta siglos son un período demasiado corto y que han sido preciso millares de siglos para producir modificaciones en los séres vivientes, así como en la corteza terrestre, ¿por qué no se descubren las formas intermedias entre el ciervo y la girafa, entre el tapiro y el elefante? Si la geología no nos ha revelado ninguna de esas formas de transicion, es porque jamás han existido.

Puesto que no conocemos ninguna fuerza natural que haya podido producir las especies, dicen los partidarios de esta teoría, deben haber provenido cada una de la trasformacion de una especie anterior, próxima y ordinariamente mas sencilla. Pero de que no conozcamos una cosa no se deduce rigurosamente que otra sea verdadera ni esté demostrada. Su argumento no es mas que una afirmacion opuesta á una negacion basada en la observacion de los hechos actuales.

La especie no ha variado, pues, durante los tiempos geológicos, mas que en el período del hombre; las diferencias que han podido y debido manifestarse en las diversas épocas geológicas, en la accion de los agentes físicos, las revoluciones, en fin, que nuestro globo ha sufrido y de las cuales presenta indelebles huellas, no ha podido alterar los tipos originariamente creados; por el contrario, las especies han conservado su estabilidad hasta que condiciones nuevas han hecho imposible su existencia; entonces han perecido, pero no se han modificado. Las especies tienen en la naturaleza una existencia real, y cada una cuando fue creada, ó dotada de los atributos orgánicos que las distinguen hoy todavía.

La ejecucion de este admirable plan, tan perfectamente seguido desde el origen de las cosas, debe, pues, considerarse como el efecto inmediato de la actividad sistemática y continua de un creador, que ha calculado y pesado el orden de aparicion, el grado de organizacion y el destino de las innumerables especies de animales y vegetales, y que los ha creado separadamente, segun el tiempo y lugar que les convenian.

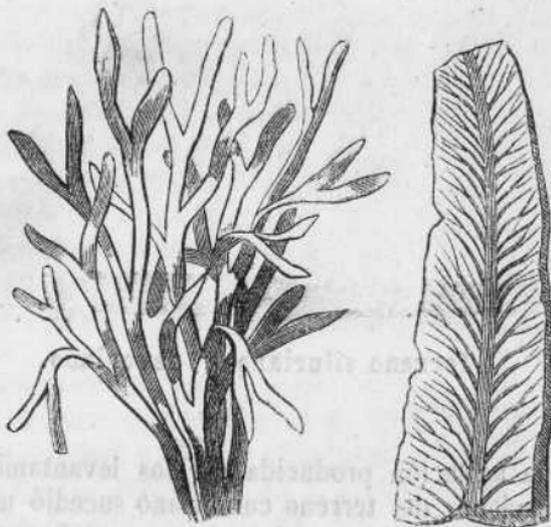
X.

Terreno siluriano y devoniano.

A la agitacion producida por los levantamientos y dislocaciones del terreno cumbriano sucedió un período de calma, durante el cual se precipitaron nuevos sedimentos, provenientes de los restos pulverizados ó arrancados por las aguas á las formaciones precedentes. Son esquistos apizarrados negruzcos, calizas grises ó azuladas, cristalizadas por el contacto de la materia en fusion que continuaba brotando por los respiraderos abiertos en la corteza terrestre.

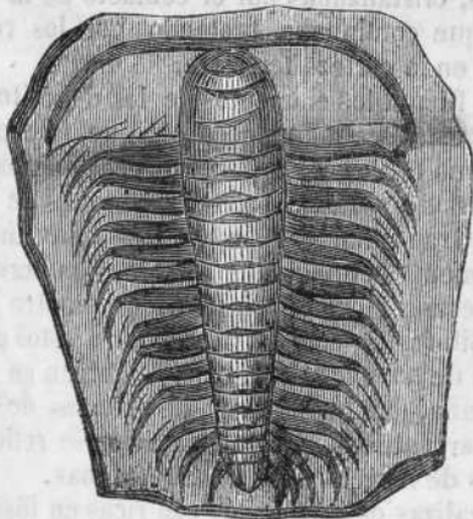
Tales fueron los elementos de los depósitos formados durante esta segunda época, y que nuevos levantamientos no tardaron en poner al descubierto, formando nuevas islas ó reuniendo entre sí algunas de las ya formadas. Gran número de estas islas, hoy muy alejadas generalmente del mar, aun existen. Se observan en una grande estension en el país de Gales, en otro tiempo país de los Siluros, lo cual ha hecho dar á estos depósitos el nombre de *terrenos silurianos*. Tambien se encuentran en Bretaña, donde son ricos en silicatos de hierro y de galena argentifera. A esta formacion se refieren los pizarrales de Angers y los de las Ardenas.

Las calizas de esta época son ricas en fósiles, hallándose en ellas plantas inferiores, algas, políperos, mo-



Algas silurianas.

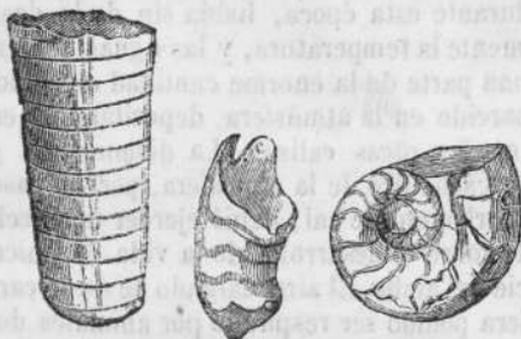
uscos y crustáceos. Los *trilobitos*, abundan sobre todo en el esquisto pizarroso de Angers. Estos singulares



Trilobitas.

crutáceos, que deben su nombre á su caparazon dividido en tres lóbulos, tenían una forma bastante parecida á la de nuestras correderas, pero su tamaño era mucho mayor. Fueron los primeros representantes de la clase de los crutáceos en la superficie del globo, pero desaparecieron muy pronto, para ceder su puesto á otras especies.

Los crinoides, muy abundantes en los primeros terrenos fosilíferos, son animales radiarios muy singulares. Casi nunca se les encuentra enteros, por ser muy frá-



Moluscos silurianos.

Ortecera

Goniatita.

giles, pero sus restos están diseminados en las capas calizas de esta época. Su tronco, compuesto de gran número de pequeños discos estrellados y fijos por su base á la piedra, terminaba en un número de tentáculos, por medio de los cuales detenian su presa. Este raro animal parecia un lirio mineral.

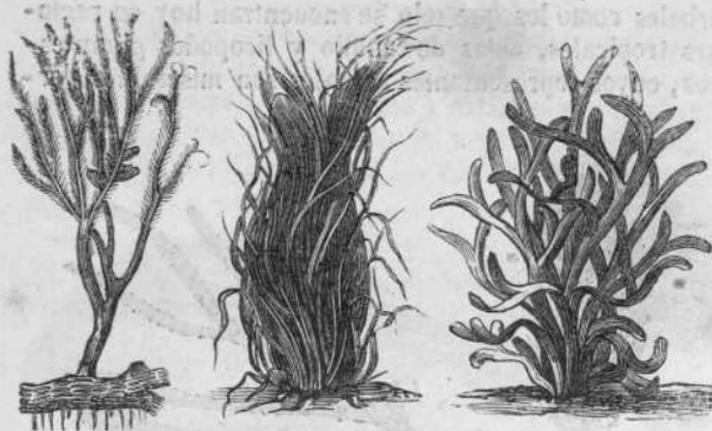
El tipo de los moluscos se perfecciona rápidamente: á las especies gasterópodos y pterópodos vienen á ligarse cefalópodos de organizacion muy adelantada; estos son los orthoceras, goniatitas y nautilus, cuyas conchas son muy semejantes á las de las especies y géneros ac-

tuales y que, por consiguiente, debian tener hábitos y apetitos completamente análogos.

Al levantamiento del terreno siluriano sucedió un largo período de reposo, durante el cual se depositaron conglomerados y gres, compuestos de los restos de las rocas silurianas. Despues siguen los viejos gres rojos, que deben su coloracion al óxido de hierro, y cuyas capas, alternadas con las de esquistos y calizas, forman el *terreno devoniano*, así llamado por haber sido estudiado principalmente por los geólogos ingleses en e condado de Devon.

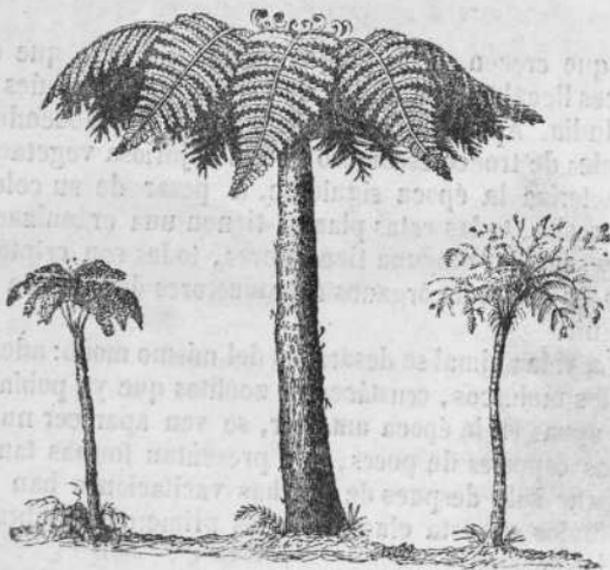
Ya, durante esta época, habia sin duda descendido notablemente la temperatura, y las aguas debieron absorber una parte de la enorme cantidad de ácido carbónico esparcido en la atmósfera, depositándose en abundancia en las rocas calizas. La disminucion gradual del ácido carbónico de la atmósfera, por su paso al estado de carbonato de cal, debió ejercer una accion considerable sobre el desarrollo de la vida orgánica en la superficie del globo. El aire, cargado de ácido carbónico, no hubiera podido ser respirado por animales de sangre caliente, y por eso estos animales tardaron mucho en habitar la tierra. Pero este gas, que es un veneno para los animales, es, por el contrario, el principal elemento de la vida de los vegetales, y estos, absorbiendo el carbono y restituyendo el oxígeno necesario á la respiracion de los animales, debieron ayudar considerablemente á purificar aquel aire primitivo, al mismo tiempo que almacenaban el principal elemento de nuestra riqueza en combustibles fósiles. Así vemos que en esta época y en la siguiente, la vegetacion terrestre adquirió un considerable desarrollo.

La vida hasta entonces exclusivamente marítima, empezó á desarrollarse sobre la tierra: cañas y colas de caballo se elevaron, en un principio, á orillas de las islas, que poco á poco se cubrieron de vegetales. A últi-



Vegetales devonianos.

mos de la época devoniana, grandes bosques sombreaban el suelo. Eran éstos bosques de helechos enormes,



Helecho arborescente.

árboles como los que solo se encuentran hoy en regiones tropicales, colas de caballo y licopodos gigantes, cuyos representantes actuales son miserables yer-



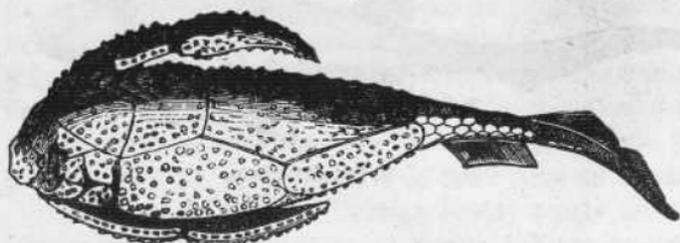
Licopodo.

bas que crecen en los prados pantanosos pero que entonces llegaban á la altura de los mayores bambúes de la India. Aparecieron ya sigilarios y lepidodendros, árboles de tronco escamoso, cuya lujuriosa vegetacion caracteriza la época siguiente. A pesar de su colosal desarrollo, todas estas plantas tienen una organizacion muy sencilla, ninguna tiene flores, todas son criptógamas, es decir, de órganos reproductores difíciles de distinguir.

La vida animal se desarrolló del mismo modo: además de los moluscos, crustáceos y zoófitos que ya poblaban las aguas en la época anterior, se ven aparecer numerosas especies de peces, que presentan formas tan raras que solo después de muchas vacilaciones han sido incluidos en esta clase. Son los primeros vertebrados de la creacion.

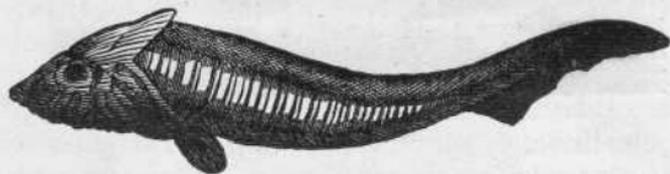
Estos peces tenían una organizacion particular; sus

escamas angulares se componian de chapas óseas ó córneas cubiertas de una delgada capa de esmalte. Su cola estaba desigualmente bilobulada y la columna vertebral se prolongaba por el lóbulo caudal superior, caracteres que hoy día solo los poseen los escualos y sollos, es



Asterolopis pez devoniano visto por debajo.

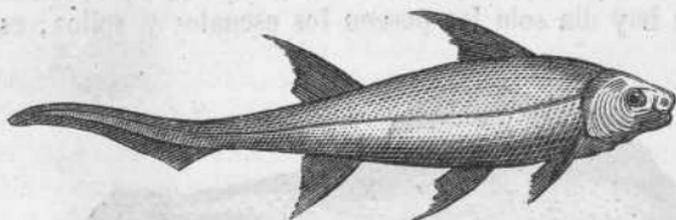
decir, muy pocas especies, siendo así que existían en todos los peces de aquellos tiempos. Algunos de estos animales llegaban á tener una longitud de 8 á 10 metros. Ciertas especies, presentando caracteres propios de los reptiles, parecen anunciar la llegada de estos.



Cephalospis pez devoniano.

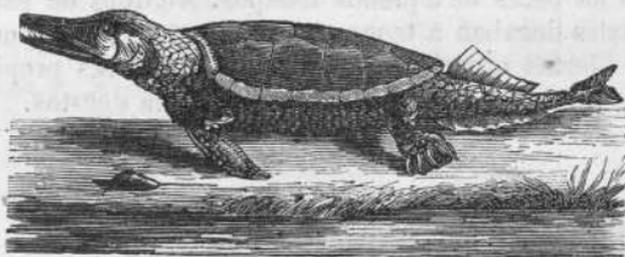
Entre los más notables de estos peces se hallaban: el *asterolopis*, cuyo cuerpo gigantesco estaba protegido por una armadura ósea cubierta de tubérculos en forma de estrellas; el *cephalospis*, cuya cabeza estaba cubierta por un escudo escamoso, y el *megalichtys*, medio pez y medio tortuga. Su cabeza se parecía á la de un sollo

y su lomo estaba cubierto por anchas placas escamosas parecidas al caparazon de una tortuga, á cuyas patas se parecían sus natatorias alargadas y cubiertas



Diplacanthus, pez devoniano.

de escamas. Tal vez estos miembros rudimentarios le permitían salir del agua y arrastrarse por el suelo sí, además, su organización, la hacia apto para respirar el aire libre.



Megalichtys.

Los primeros restos de reptiles se descubrieron en Inglaterra, en las capas superiores del gres rojo, y consistia en los huesos de un pequeño lagarto ó salamandra acuática.

Mientras se verificaban modificaciones importantes en la masa atmosférica continuaban depositándose los sedimentos bajo las aguas, y sus capas ofrecerian una gran continuidad si la acción ígnea no hubiera venido, de

tiempo en tiempo, á trastornar los depósitos solidificados. Cuando, desarrollándose los gres en el interior, se rompía el equilibrio entre su fuerza expansiva y la resistencia de la cubierta, estos gres se habrían pasado á través de los puntos más débiles de la corteza, desgarrándola y trastornándola, esparciéndose por el interior la materia fluida é incandescente. De esto proviene el gran desorden que existe en las capas antiguas que, desde planas y horizontales que eran, han ido pasando á más ó menos inclinadas; de aquí proceden también los pliegues y dislocaciones de ciertas rocas, y las masas de granito y de pórfido que las interrumpen ó se intercalan en ellas.

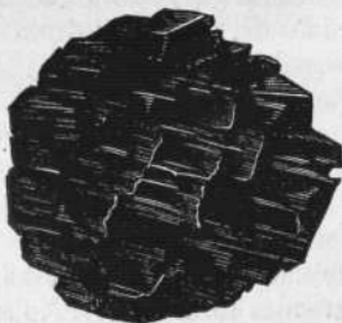
Nuevos eriguimientos hicieron brotar aguas de estos terrenos devonianos que, casi siempre, están en estratificación discordantes con los terrenos anteriores que cubren, y que, además de la Bretaña, tierra antigua sobre todas las demás, verdadero museo en que se conservan los tipos de todas las formaciones primitivas, cubren grandes superficies en Inglaterra y en Escocia, en el Este de Francia, en Bélgica, en Sajonia y en la América del Norte. En esta época se elevaron los valles de los Vogos y las colinas del Bocage normando, y aparecieron los pórfidos del Lozeré y los granitos del Broken, inmortalizados por Goethe.

En medio de tan terribles trastornos, la vida no desapareció nunca por completo, pero numerosas especies se extinguieron para siempre. Otras las sucedieron, pero estos cambios no se verificaron insensiblemente de una formación á otra, ni los mismos géneros, ni, con frecuencia, las mismas familias atraviesan las series sucesivas de las grandes formaciones. No es, pues, admisible una simple modificación de los seres debida al medio que habitaban, y parece difícil explicar los cambios que, en épocas diversas, han tenido lugar en la organización, por otra causa que actos de creación directos y muchas veces repetidos.

XI.

Terreno carbonífero.—Antracito—ulla.

Los erguimientos que tuvieron lugar hácia el fin de la época devoniana, dejaron descubiertas muchas capas calizas que corroidas, minadas y arrastradas por las aguas, produjeron bancos sub-marinos de un carbonato del cal, negruzco á causa de las partículas de antracito mezcladas con él y que, por esta razon, ha sido llamado *caliza carbonífera*.



Antracito.

El *Antracito* es una sustancia mineral de color negro brillante, compuesta de carbono casi puro. Difiere de la

ulla en que no contiene betun; probablemente es la misma ulla modificada por el metamorfismo; es una especie de coque natural. Arde difícilmente, sin llama y sin olor, apagándose en el mismo instante en que se la retira del hornillo. Se emplea el antracito como combustible, pero para inflamarle es preciso mezclarle con leña ó con ulla; cuando llega á encenderse, la combustion continúa por sí misma, produciendo un calor muy intenso. Esta sustancia es unas veces compacta y otras hojosa; tambien se presenta bajo la forma de fragmentos sueltos y bajo la de polvo térreo. Los depósitos mayores de antracito, están en Francia, entre Nantes y Angers, en el Mayena y en el Sartkes. Tambien se encuentra este mineral en el Isere y el Bourbonnais.

La caliza antraxífera, cuyo espesor medio es de 400 á 500 metros, forma la base sobre la cual descansa el terreno de ulla propiamente dicho. Es compacto, á veces granoso, y por la frotacion, produce un olor fétido. Su color gris ó negruzco proviene de las materias carbonosas y bituminosas que contiene.

En algunos puntos, esta roca ha sido convertida, por la accion del metamorfismo, en mármoles, conocidos

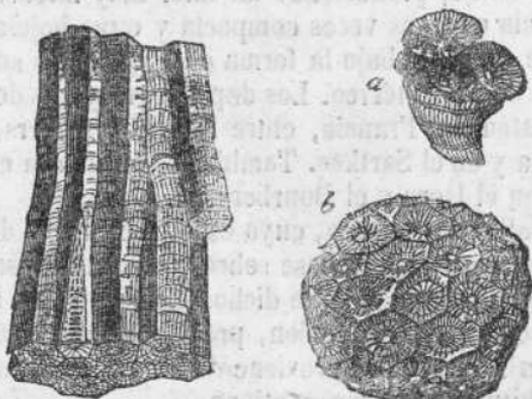


Molusco del terreno carbonífero.—Spirífero.

bajo los nombres de mármol negro de Dinar, de Santa Ana y piedra de Eucassines. Estos mármoles, aunque muy empleados en la industria, presentan un grande in-

conveniente, á causa de sus partes bituminosas: cuando se pone sobre ellos un cuerpo caliente, el calor enrojece estas partes bituminosas y produce manchas que obligan á pulimentarlos de nuevo.

Entré las capas antraxíferas se hallan lechos de sílice negruzco, peróxido de hierro y capas á veces muy espesas, de caliza magnésica.



Políperos del terreno carbonífero.

Litostrotion basaltiforme.

Londesleia floriforme.

Este país es muy rico en fósiles, políperos, moluscos, radiarios, crustáceos y peces; muchas veces, la misma roca no es mas que un conjunto de corales y crinoides.

La flora de esta época ofrece una extraordinaria exuberancia de vida, sin ejemplo en el pasado ni analogía en las edades siguientes. La tierra tiene todo el vigor y toda la hermosura de la juventud; por todas partes el suelo está sembrado de verdura; inmensos bosques cubren las islas, y la vegetación presenta un desarrollo, del cual apenas podrían darnos una idea las actuales selvas tropicales. Las enormes calamitas, las sigilarias de tronco prolongando, los gigantescos lepidodendros,

las cicádeas, los walchias, antepasados de las palmeras y coníferas, los helechos arborescentes forman por todas partes bosques impenetrables. Todos estos vegetales han desaparecido para la vida; en nuestros días, so-



Vegetal de tierra carbonífera.—Calamita.

lamente algunas pequeñas plantas acuáticas, y palustres, tales como los licópodos y colas de caballo, recuerdan en nuestros climas las plantas de esa época; pero comparadas con ellas, son como el humilde tallo de yerba comparado con la soberbia encina.



Vegetal de tierra carbonífera.—Walchia.

Un mortal silencio debía reinar en tan ricos bosques; no debía oírse en ellos mas ruido que el del viento al hacer chocar las cañas y los arbustos; no existía aun ninguno de los insectos que viven sobre las flores, ninguna

ave en los bosques ni en las riberas, niugun mamífero en las tierras; no podia, pues, haber ninguna voz que interrumpiera el silencio solemne de aquella magnífica naturaleza.



Vegetal de tierra carbonifera.—Lepidodendron.

La vida de entonces parece concentrada en las aguas; zoófitos, moluscos, crustáceos y peces eran los únicos seres vivientes. Sin embargo, con la flora terrestres em-



Vegetal de tierra carbonifera.—Cycadée.

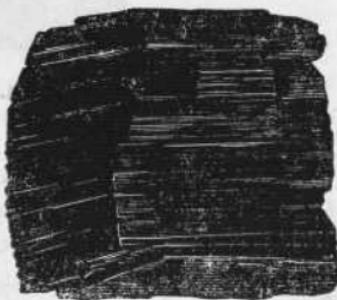
pienzan á aparecer algunos reptiles anfibios que ya hacian presentir los enormes peces sonroides de la época

precedente; en las grandes sábanas, en los pantanos donde vegetaban las calamitas, los lepidodendros y las sigilarias de esta época, vivían reptiles labirintodontes, es decir, cuyos dientes tenían una estructura muy complicada, y cuya forma era la de gigantescas salamandras, y otros, intermedios á los batracios y los lagartos, como el *ophioderpeton*, que con cuerpo de culebra, montado sobre patas muy cortas, representaba ya los actuales.

Sobre el piso antraxífero, y como sirviendo de cimientos al piso de ulla, están los gres feldspáticos y cuarzosos, bastante abundantes para suministrar ruedas de molino á toda Inglaterra.



Ulla grasa.



Ulla magra.

El piso ullífero inspira un interés muy especial, por su abundancia en el precioso combustible que encierra: es, bajo el punto de vista económico industrial, el mas importante de toda la série geológica. Se compone de capas sucesivas de gres diversos, llamados gres ulleros, de esquistos, á veces bituminosos é inflamables, y por último, de ulla. Este no pertenece esclusivamente al piso ullífero, pero alcanza en él su máximun de abundancia, siendo por eso su carácter mas constante.

La ulla, propiamente dicha, no forma, por sí sola, mas que una porcion insignificante de la masa total. En Inglaterra, la potencia de las capas carboníferas se eleva á mas de 900 metros, mientras que los lechos de combustible, en número de 30 ó 40, no pasan de 25 metros en su conjunto.



Lignito.

Las capas carboníferas no parecen haberse depositado en todas partes en iguales condiciones, pero, en todos casos, la ulla debe su origen á masas de vegetales sumergidos en las aguas y que han sufrido, merced á una fuerte presión, una descomposición particular.

Segun Lievig y otros químicos, cuando la materia vegetal se halla enterrada, espuesta á la humedad y preservada del aire, se descompone lentamente y se convierte en lignito impregnado de hidrógeno. Continuada la descomposición, el lignito pasa al estado de ulla ordinaria ó bituminosa, por el desprendimiento del hidrógeno carbonado.

En ciertos casos, grandes masas de agua, dislocadas por levantamientos, han debido arrasar, como un gigantesco torrente, islas enteras, estremadamente ricas en vegetación, siendo las plantas arrojadas en tropel á

los lagos, golfos y bahías. Allí, después de haber flotado durante algún tiempo por la superficie, las maderas, saturadas de agua, debieron caer al fondo con los detritus que la repetición del mismo fenómeno acumulaba sucesivamente.

Cubiertos de este modo, y probablemente bajo la influencia de acciones químicas y circunstancias diversas, estos vegetales variaron de forma poco á poco, llegando á convertirse en carbon mineral.

En otros casos, la ulla parece tener por origen antiguos terrenos de turba, es decir, que parece resultar de la descomposición sucesiva y sobre su mismo asiento, de una abundante vegetación herbácea, acumulada en ciertas depresiones y que ha podido, por la compresión y bajo la influencia de circunstancias particulares, pasar al estado de ulla. Así, en Francia y Alemania, un fenómeno físico particular pudiera haber sustituido depósitos de agua dulce á depósitos marinos. Dislocadas y después levantadas las calizas precedentes, en las depresiones así producidas, pueden haberse acumulado, como en los pantanos y lagos de agua dulce, cieno, arcillas y los vegetales que luego formaron los lechos de carbon. En la cuenca del país de Gales no se ven mas que inmensas acumulaciones de sedimentos palustres ó fluviales; en un espesor total de 3,600 metros, se hallan diseminados, y á diversas alturas, unos 100 lechos de carbon. Cada lecho descansa en una capa de arcilla fina, llena de *stigmara*, ó raíces de sigilaria, una de las plantas flotantes que mas han contribuido á formar la ulla. Estas singulares plantas conservan allí su forma natural, y envían en todas direcciones, á través del cieno, sus enormes raíces.

En los esquistos arcillosos que, á modo de techo, cubren la ulla, se encuentran, por el contrario, troncos aplastados de sigilarios, helechos, etc.

No es raro encontrar en los hornagueros troncos de

árboles que han conservado su posición vertical y cuyas raíces se hallan entrelazadas. Un ejemplo de esto presenta la mina de Treuil, cerca de Saint-Etienne. Generalmente se encuentran inclinados ó acostados

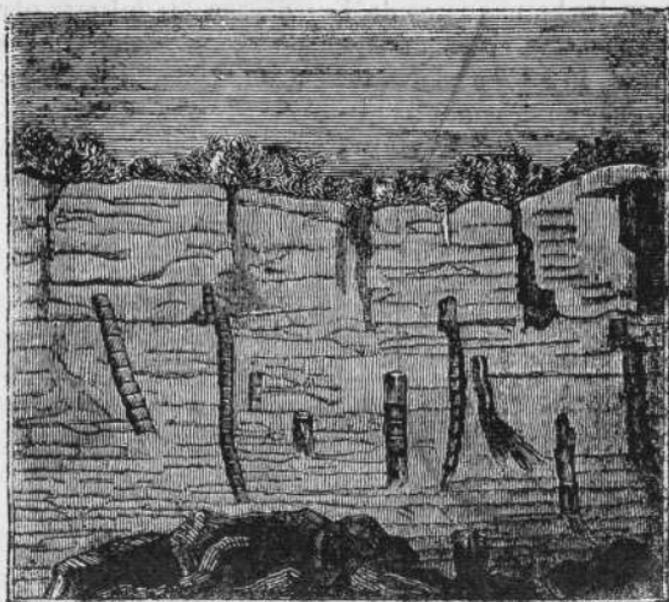


Stigmaria.

paralelamente á las líneas de estratificación. Su estado de conservación es á veces tan perfecto que, con ayuda del microscopio, se pueden estudiar los pormenores mas delicados de su organización. En el depósito ullifero de South Joggins, que costea uno de los golfos de la bahía de Tundy, en Nueva Escocia, se distingue una sucesion muy notable de bosques fósiles, en los cuales hay troncos de dos metros y medio de altura, plantados perpendicularmente al plano de las capas. En un espesor de 426 metros se ha comprobado la existencia de 68 niveles distintos de vegetacion, presentando claros rastros de suelos superficiales con raíces de plantas que, generalmente, son sigilarias lepidodendras y calamitas, de modo que dan las pruebas de existencia de 68 bosques fósiles, unos sobre otros.

Considerando que los depósitos ulliferos han debido formarse á la manera de los deltas de nuestros dias, el ilustre geólogo inglés Lyell hace ver que, el Missisipi, que deposita anualmente tantas materias sedimentarias en su desembocadura, necesitaria emplear mas de 2.000,000 de años para acumular una cantidad igual

de sedimentos, y aun suponiendo que la acción de los fenómenos antiguos fuese diez veces mas activa, hubieran sido precisos 2,000 siglos por lo menos, para



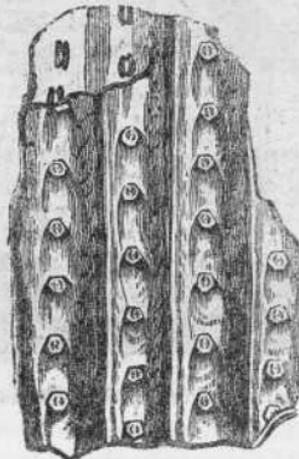
La mina de Treuil en Saint-Etienne.

llegar al mismo resultado. Si, por otra parte, se calcula el tiempo que exige el desarrollo de cada vegetacion que ha dado lugar á uno de los lechos de carbon, se halla que el número de años que hemos fijado es muy pequeño.

En la misma ulla se encuentran á veces restos de todas las familias de plantas que caracterizan el piso ull.ero. Sus hojas están á veces tan bien conservadas como si estuvieran simplemente secas.

¡ Cosa rara! en la flora fósil de la formacion carbonífera, la mitad de las especies conocidas de plantas arbo-

rescentes tienen las hojas dipuestas exactamente unas sobre otras, en series paralelas; entre los vegetales actuales, solo un pequeño número de plantas crasas presenta esta disposicion. Además, las plantas recogidas en los hornagueros de Europa son las mismas que se encuentran en los de todas partes, en América y en la India, lo mismo al Norte que al Mediodía. Esto indica que, en la época en que se formaba el terreno carbonífero, la temperatura era mas alta que hoy, y mas uniforme en la superficie del globo, sometido todavía á la influencia de su foco central.



Sigilaria.

Las vegetaciones de los terrenos ullíferos pertenecen generalmente á las criptogamas vasculares.

Los dicotiledones, que forman hoy las dos terceras partes de los vegetales vivientes, apenas están allí representados por algunas coníferas, es decir, por algunas de las especies menos elevadas en organizacion de esta clase. La mayor parte de estas plantas no tienen ya representantes en la tierra. Algunas de ellas han cesado de existir despues del depósito de la formacion ullifera.

Los helechos constituyen la mitad de la formacion carbonífera; casi todos pertenecen á la tribu de las polipodiáceas, que hoy contiene aun la mayor parte de las especies arborescentes de las regiones tropicales.

Las *sigilarias*, próximas á los helechos arborescentes, forman un grupo de plantas, en la actualidad desconocidas. Sus caracteres son: textura blanda, tallo profundamente acanalado y entre los canales, séries lineales de cicatrices que indican el lugar ocupado por las hojas, de donde proviene su nombre *sigillum* (sello).

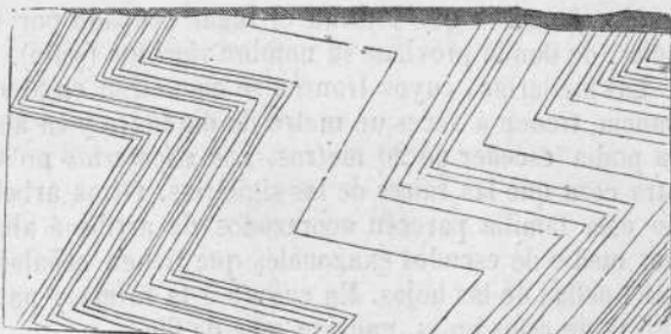
Las *sigilarias*, cuyos troncos se encuentran en abundancia, tienen á veces un metro de diámetro y su altura podia exceder de 20 metros. Las *stigmerias* no son otra cosa que las raices de las *sigilarias*. Otros árboles de esta familia parecen acorazados de arriba á abajo por medio de escudos exagonales que tienen señaladas las huellas de las hojas. En cuanto á la forma y naturaleza de estas hojas, nada se sabe de fijo.

La flora de la época carbonífera constaba de pocos géneros, pudiendo asegurarse que nunca vivieron juntas mas allá de unas 100.

En el piso ullífero hay pocos restos animales. Solo se hallan algunos moluscos, trilobitos y despojos de peces, algunos de agua dulce.

Las condiciones necesarias para la existencia permanente de las aguas dulces, es decir, el descenso de la temperatura y la purificacion de la atmósfera, parece que no se realizaron definitivamente hasta esta época, pues solo en los terrenos carboníferos se hallan en grande escala, prueba de que las aguas se han trasformado en dulces desde salobres; los moluscos y peces fósiles no dejan duda acerca de esto. Algunos animales capaces de respirar el aire libre, reptiles, moluscos é insectos terrestres, aunque todos en muy corto número, prueban una adaptacion de los principios fisiológicos, antes imposible.

Los depósitos ullíferos suelen hallarse dispuestos en pequeñas cuencas aisladas. El número de capas de ulla de cada cuenca es muy variable; en la cuenca de Lieja hay 85. En cuanto á su espesor, por término medio, no escede de un metro; sin embargo, en algunos puntos, llega á ser de 4 ó 5 y hasta de 25 en algunos resaltos.



Pliegues de las capas de ulla.

A causa de las numerosas dislocaciones que han experimentado, las capas de ulla presentan frecuentemente roturas y se pliegan formando verdaderas zedas, de modo que un pozo vertical puede atravesar varias veces la misma capa. Esto puede observarse en los terrenos de ulla de Mons y de Ansin, estas roturas ó grietas, llenas mas tarde de materias estrañas, interrumpen las capas haciendo que á veces sea muy difícil para el minero encontrarlas, no solo porque necesita atravesar esta muralla, con frecuencia muy espesa, sino porque hundimientos parciales y pliegues del terreno subyacente, hacen tomar, en muchos casos, á las capas de ulla, una direccion completamente nueva. Además de las roturas que, por no haber sido bien comprendidas han arruinado mas de una vez las explotaciones mejor combinadas, el minero tiene que com-

batir dos enemigos mortales, el fuego y el agua. Muchas veces las aguas contenidas en depósitos subterráneos, cuyas paredes rompen los mineros, invaden las galerías. En otras ocasiones, el gas hidrógeno carbonado, el *grisú*, pasando á través de las grietas de la ulla, asfixia á los mineros ó se inflama produciendo esplosiones que conmueven las bóvedas subterráneas aplastando bajo las rocas á los desdichados trabajadores ó abrasándolos.

Inglaterra y Bélgica son los países mas ricos en hornagueros. Es probable que los lechos de ulla de estos dos países no formen mas que un solo y mismo depósito; cortado en dos por las dislocaciones posteriores que separaron Inglaterra del continente, y todo induce á creer que los criaderos belgas que, en Francia, destacan ramales hácia Ansin y Valenciennes, pasan por debajo del canal de la Mancha para ligarse á los ingleses.

No hay país en que la explotación de las minas de ulla haya adquirido mas importancia que en Inglaterra. Por una benéfica prodigalidad de la naturaleza, el hierro se halla en aquel territorio abundantemente mezclado al carbon, y este mineral es tan abundante, que alimenta casi todas las ricas y numerosas fábricas de hierro de la Gran Bretaña.

Proveyendo á nuestras necesidades diarias, dice Buckland, la ulla y el hierro, por sus importantes aplicaciones, inspiran en cada uno de nosotros y en todo instante de nuestra vida, un interés personal en los acontecimientos geológicos de tan remotos tiempos. Los árboles de los bosques primitivos, al dar sus elementos á la atmósfera y al suelo que los habian alimentado, no han perecido por completo como los árboles modernos, pero amontonados en almacenes subterráneos, se han trasformado en capas de ulla capaces de resistir la acción del tiempo, y en estas últimas edades se han

convertido para el hombre en las fuentes del calor, de la luz, de la salud y de una multitud de aplicaciones industriales. La sustancia que arde en este momento en mi hogar, el gas, por medio del cual me alumbró mi lámpara, provienen del carbon que ha permanecido, durante incalculable espacio de tiempo, oculto en los oscuros y profundos retiros de la tierra. Preparamos nuestro sustento, mantenemos nuestros hornos y fraguas, alimentamos nuestras máquinas de vapor con los restos de estos antiguos vegetales, cuyas especies habian desaparecido de la superficie del globo antes de que se hubiese terminado por completo la formacion de los terrenos de transicion. Nuestros instrumentos cortantes, los útiles de nuestros mecánicos, las innumerables máquinas que construimos por medio de las aplicaciones variadas del hierro, provienen de un mineral tan antiguo, por lo menos, como la materia con cuya ayuda lo reducimos al estado metálico y le hacemos servir para usos tan numerosos en la economía de la vida humana. Así, de las ruinas de los bosques que se mecian en la superficie de las tierras primitivas, de cieno ferruginoso que se depositaba en el fondo de las aguas de las primeras edades, sacamos hoy nuestros principales suministros de carbon y de hierro, de esos dos elementos fundamentales de las artes y de la industria, que mas que otra produccion mineral cualquiera, contribuyen á aumentar las riquezas, á multiplicar las comodidades y á mejorar la condicion de nuestra especie.

El territorio francés, aunque menos favorecido, en este concepto, que el inglés, posee bastantes depósitos de ulla, siendo sus principales cuencas las de Saint-Etienne y de la Hive de Gier (Lora), los del Aveyron, de Alais, en El Gard, del Creuzot y de Autun (Saona y Lora), de Ausin (Norte), etc. Con el terreno carbonífero termina la época llamada de transicion.

XII.

Períodos secundarios.—Terrenos permiano y triásico.

El período secundario comprende los terrenos permiano, triásico, jurásico y cretáceo. Se compone de una larga serie de capas, mas ó menos poderosas, de gres, calizas y arcillas, con las modificaciones mas variadas en color, dureza, estructura y composición mineralógica.

Durante la época carbonífera, los fenómenos ígneos debieron ser menos frecuentes, pues los depósitos de ulla se ve que están tranquilamente formados en estensiones y espesor á veces muy grandes; pero no sucedió lo mismo en lo sucesivo. Aquel momentáneo descanso fue interrumpido, si no en todas partes, al menos en muchos puntos, donde las capas carboníferas se hallan rotas, dislocadas, plegadas y en completo desacuerdo con los sedimentos que las han cubierto. Estos se distinguen de los precedentes por varios caracteres importantes; al mismo tiempo que vemos modificarse la constitucion del globo, se modifican tambien las acciones, si no las causas que las producen.

Hasta ahora, hemos visto que á todos los levantamientos han acompañado espansiones de la materia en fusion, que han modificado profundamente los terrenos.

A partir de la época permiana, en que empieza el pe-

riodo secundario, las erupciones de fuego líquido son cada vez menos frecuentes (aunque no han cesado todavía por completo, cómo manifiestan las erupciones de nuestros volcanes) y se producen, en cierto modo, con mas regularidad y sobre una inmensa estension, pero como simples accidentes locales de influencia cada vez mas circunscrita.

La tierra, cuyo espesor aumenta de dia en dia, interiormente por la cristalización de la materia ígnea y exteriormente por los depósitos sedimentarios, ofrece mayor resistencia á la accion del fluido ígneo, pero los esfuerzos de éste ganan en violencia lo que pierden en frecuencia, llegando á engendrar, con los prodigiosos levantamientos y hundimientos que han producido, las cadenas de montañas, con sus cumbres y valles. Las rocas de expansion, tales como los granitos y los pórfidos, que han levantado y dislocado las capas inferiores, serán poco á poco reemplazadas por otras rocas negras ó verdes, llamadas, por los geólogos, serpentinas y melafiras.

El terreno permiano, llamado asi por su desarrollo en la provincia de Perm al pie de los Urales, en Rusia, está poco estendido, sobre todo en Francia, donde solo se ve en algunos valles del Aveyron y de los Vosgos.

Durante el período de calma, sucesor del levantamiento carbonífero, se depositaron, en el fondo de las aguas, gres rojos, esquistos muy ricos en minerales de cobre y calizas mezcladas con margas y espejuelo.

Se encuentran tambien algunas capas de ulla pertenecientes á este período, pero son de ulla seca y fibrosa, cuyos caracteres son análogos á los del lignito.

Los gres, las arcillas y los conglomerados de esta época provienen de la alteracion y desagregacion de las rocas preexistentes, por las acciones combinadas de la atmósfera y de las aguas del mar; las calizas han sido formadas en parte por el carbonato de cal proveniente

de las partes sólidas de los animales marinos, como el de las islas de políperos de nuestros tiempos. Ciertos lechos del terreno permiano están llenos de peces, y sin duda á la descomposicion de estos animales se debe el betun que impregna los esquistos de aquella época.

La parte superior del terreno permiano se compone de gres cuarzoso de granos gruesos, colorados, frecuentemente de rojo por el óxido de hierro. Toda la parte septentrional de los Vosgos está formada por estos granos, que presenta en algunos puntos, con un poder de mas de 150 metros. Esto ha hecho que se diera á este piso el nombre de *Gres Vosgiano*.

Esta roca no contiene, casi nunca, cuerpos orgánicos. En los Andes, este piso tiene, en algunos sitios, 1200 metros de potencia.



Zamia.

La rica vegetacion de la época carbonífera desaparece con ella, aunque no por completo.

Algunas especies pasan de una á otra época, como para preparar la transicion. En el terreno permiano existen helechos, equisitáceos y cadeos, asi como otras especies nuevas, entre las cuales se cuentan las zamias, walchias y cuas, que veremos multiplicarse rápidamente en las formaciones posteriores.

Vegetacion tan poderosa como la que dió origen á la formacion carbonifera, debió necesariamente arrebatár á la atmósfera una enorme cantidad de ácido carbónico y suministrarle en cambio cierta cantidad de oxígeno. El aire, mas oxigenado, pudo así alimentar la vida de animales de organizacion mas compleja; entonces aparecieron aquellos enormes reptiles de formas tan caprichosas, aquellas tortugas gigantecas, en compañía de una gran variedad de peces, moluscos y zoófitos, en tanto que las razas precedentes desaparecian, dejando sus restos en los capas subyacentes.

Todo prueba, pues, que estos séres organizados sufrian con el tiempo, la influencia de las modificaciones incesantes que se manifestaban en la temperatura, la presion y la composicion de la atmósfera, y que, en consecuencia, familias enteras iban sucesivamente estinguéndose, á medida que su organizacion se iba hallando en desacuerdo con las circunstancias nuevas; admirable plan del Creador, que, al cubrir el globo de séres diversos, parece haber multiplicado, en un principio, aquellos cuyos órganos estaban en armonía con el medio en que habian de vivir, mientras que otros séres mas complejos no hallaban aun todos los elementos necesarios para su existencia.

Aunque relativamente pobre en restos de animales y vegetales, el terreno permiano contiene fósiles muy notables; en él se empiezan á hallar enormes reptiles saurios anfibios, que se acercan á los actuales caimanes protosaurios, palæosauros y melosauros.

El movimiento de dislocacion que ha dejado descubiertas las capa permianas, parece haber sido corto y poco importante; sin embargo, el plano de estratificacion, diferente de las capas siguientes, prueba suficientemente que pertenecen á una formacion distinta.

Los depósitos que se formaron encima del terreno permiano, son tres, por lo cual se ha dado á su conjunto el

nombre de *trias*, ó de *terrenos triásticos*; estos depósitos son: los gres abigarrados que forman el piso inferior, el calizo conchyliano, ó *muschelkalk*, que ocupa el centro y las margas irisadas, ó piso Kenprico, que cubren el precedente. De estos tres pisos nunca existen el uno sin los otros.

Los gres abigarrados, que se presentan primero, son de granos mas ó menos finos, de colores variados, comunmente amarillentos ó de color gris claro, con rayas rojas, rosáceas ó azules de un efecto muy agradable. Estos gres abigarrados, que se hallan en todas las partes del mundo, contienen muchos vegetales, que son helechos arborecentes de géneros diferentes de los de la época carbonífera y hoy estinguidos (*nevropteris*, *pecopteris*), calamitas, cicadeas parecidas á palmeras, zamias, de hojas anchas y espinosas, colas de caballo y licopodos, mucho mayores que los que hoy existen.

Moluscos, crutáceos, políperos, peces y reptiles han dejado sus huellas ó sus restos en los gres abigarrados. En los mares vivian monstruosos tiburones cuyos dientes, diseminados por las capas marinas, tienen de 8 á 12 centímetros de longitud; son planos, de forma de laurel puntiagudos, delicadamente dentellados por los bordes, cortantes como bisturís y anuncia un animal gigantesco y terrible. Enormes rayas, que vivian en la misma época, les servian, probablemente, de presa, y la dura coraza de los peces ganoides no podria preservarles de los dientes de tales monstruos.

Entre los reptiles saurios, algunos presentan caracteres hasta entonces desconocidos en su clase; el *nicinodonte* tenia la mandíbula superior provista de dos largos colmillos puntiagudos y la mandíbula superior encerrada, como la de las tortugas, en un estuche córneo y cortante. El *galeosauro* tenia tres clases de dientes como los mamíferos, y el *oudenodonte* estaba completamente privado de dientes. Estos reptiles, del tamaño

del cocodrilo, se parecían á éste por su forma general.

Debe creerse que en la misma época aparecieron las primeras aves. En efecto, en los gres abigarrados de Connecticut (Estados-Unidos), que parecen haber sido un pantano cenagoso, se ven numerosas huellas de aves ¡Pero qué aves!

Una de estas huellas tiene 60 centímetros de longitud y su profundidad, así como la separación de dos pasos sucesivos, que llega á 2 metros, denota un animal que debía tener 4 metros de altura, es decir, una alzada doble de la del avestruz. Si existían aves en aquella época, no podían ser más que palmípedos ó zancudos que habitasen las aguas y se alimentaran de pesca ó de caza.

Las aves cantoras, las granívoras, no podían existir, porque los vegetales no producían aun ningún grano ni fruto propio para su alimento.

Los gres abigarrados de Sajonia han presentado huellas de un animal extraño, cuya naturaleza se ha ignorado durante mucho tiempo.

Estas huellas denotan un cuadrúpedo; las de las extremidades anteriores, ó manos, pequeñas y ligeras, las de los pies mucho mayores y profundas, indican que el animal marchaba sostenido su cuerpo sobre el cuarto posterior. Se parecen estas huellas a las de una mano cuyo pulgar estuviera vuelto hácia atrás. Las huellas mayores, las de las extremidades posteriores, tienen 28 centímetros y distan 60 de las de las manos, lo cual indica un animal enorme.

El célebre naturalista inglés Owen, reconoció en estas huellas la de un gigantesco batracio y más tarde, el descubrimiento de algunas osamentas, justificó por completo su opinión. Este animal, al cual, dió el nombre de *labirintodonte*, á causa de la singular estructura de sus dientes, formados por laminillas retorcidas, era un sapo del tamaño de un toro. Este reptil, espantoso por su magnitud, tenía fuertes mandíbulas armadas de nume-

rosos dientes afilados, de modo que, si su voracidad era la que hoy manifiestan sus congéneres, debía ser un animal terrible.

En los mismos gres, al norte de Escocia, se han hallado rastros de tortugas terrestres, que han inspirado al eminente Buchand las reflexiones siguientes:



Labirintodonte.

«El historiador ó el anticuario que visita los campos de batalla antiguos y modernos, que sigue paso á paso la marcha triunfal de los conquistadores, cuyos ejércitos han derribado los mas poderosos imperios, no halla el menor rastro de sus pasos; el viento y la tempestad han borrado el surco efímero que produjo su marcha. Tantos millones de hombres y de animales, no han dejado la señal de un solo pie. Pero los reptiles que, en la infancia de nuestro planeta, se arrastraban por su superficie, han dejado huellas considerables de su paso.

Ninguna historia ha registrado su nacimiento ni su destruccion, sus huesos no existen ya entre los fósiles que nos han quedado del mundo antiguo; tal vez hace millones de años que las tortugas de Escocia marcaron su rastro en las arenas de su patria, pero el dia que vuelven á la luz y aparecen á nuestra vista, las vemos

marcadas sobre la roca con tanta claridad como si el animal acabase de pasar sobre nieve reciente, ¡ Sublime sarcasmo dirigido á los grandes de la tierra, que nos muestra cuán poca cosa son los millares de siglos, relativamente á la eternidad! »

El piso del gres abigarrado está muy desarrollado en los Vosgos, en la Lorena, en la Alsacia, donde tiene una potencia media de 150 metros; tambien se le halla en Inglaterra en Alemania, Rusia y en América. La catedral de Strasburgo, asi como casi todas las ciudades de las márgenes del Rhin, estan edificadas con gres de esta clase.

El piso de la caliza conchyliana, ó muschelkalk, que reposa en los gres abigarrados, consiste en capas de caliza con parte gris, azulada ó negruzca, que contiene guijarros de sílice; alterna con arcillas y margas. Este piso abunda en fósiles, y sobre todo, en conchas, á cuya circunstancia debe su nombre.

El piso calizo conchiliano está muy desarrollado en Alsacia y en el Var, así como en el gran ducado de Baden y Wurtemberg.

El piso de las margas irisadas, que cubre el calizo conchyliano, se compone de multitud de pequeñas capas arcillosas y margosas, irregularmente coloradas de verde, azul y rojo, alternadas con gres cuarzosos quebradizos, diversamente colorados. En él se hallan diseminados ricos minerales de hierro y cobre, ulla, marga, espejuelo y, sobre todo, sal gemma.

El espejuelo ó piedra de yeso, es un sulfato calizo que proviene, probablemente, de la accion de vapores sulfurosos subterráneos, como los que actualmente se desprenden de las solfataras y cráteres de los volcanes.

En cuanto á la sal gemma, parece debida al cambio de lugar de las aguas.

Se comprende que, en estas convulsiones de la naturaleza, cuyas huellas podemos examinar, las aguas sa-

ladas arrojadas sobre los continentes, han podido entrar en grandes cavidades, donde, retenidas, pueden haber sufrido una evaporacion prolongada, activada, tal vez, por alguna influencia plutónica, produciendo masas, mas ó menos grandes de sal gemma.

En Wurtemberg, como en Francia, donde la sal gemma constituye una de las riquezas del suelo, esta sustancia alterna, en capas de 7 á 10 metros, con capas de arcilla. Estas diversas capas reunidas presentan, en algunos puntos, una potencia de 150 metros, como se verifica, por ejemplo, en Vic y en Dieuze, en el Meurthe.

Las margas irisadas contienen, como los gres abigarrados, muchos vegetales, helechos, calamitas, cicadeas y coníferas, pero los moluscos y los otros animales son en ellas mucho mas escasos.

Cuando las capas del trias estuvieron completamente formadas, fueron levantadas á su vez, apareciendo en muchos puntos por encima de las aguas. De este levantamiento proceden las colinas de las orillas del Rhin y las del Morvan.

XII.

Epocas jurásica y cretácea.

En la época á que hemos llegado, existian cuatro grandes tierras en el sitio actual de Europa, sin contar las islas poco importantes, aunque numerosas. La Bretaña se estendia hácia el Oeste y comprendia una parte de Inglaterra y de Irlanda; se levantaba al Norte la península escandinava; al Este, todo el territorio que se estiende desde Dunkerque hasta Leipssick; al Sud, lo que se llama actualmente la meseta central de Francia, conocida tambien con el nombre de Auvernia, y una parte de los departamentos adyacentes. Los terrenos en que se levantan actualmente las capitales del mundo civilizado, París, Lóndres, Berlin, Viena, Roma, Madrid, se hallaban aun en el fondo de las aguas. Los Alpes y los Pirineos no habian salido aun del abismo; los Vosgos y el Cantal eran las únicas montañas de la parte del mundo antediluviano, á mas de las colinas de la Bretaña, de la Vendee y del Rhin. Este estado de cosas duró mucho tiempo, á juzgar por la fuerza de las formaciones á que dieron origen los nuevos sedimentos depositados por las aguas.

Hasta hoy, la flora y la fauna posibles, sobre todo las del terreno hornaguero, revelan en todas partes el mismo clima tropical; se ve á las mismas especies des-

envolverse tan abundantemente y con tanto vigor en las comarcas septentrionales de Alemania ó de Escocia como en la América del Sud; no sucede lo mismo en la época á que hemos llegado; las plantas y los animales empiezan á variar segun las diferentes comarcas. No se puede explicar este hecho sino admitiendo variedades de clima, y asi debió ser desde que la atmósfera, libre en gran parte de sus vapores de agua y de su ácido carbónico, habia adquirido mas transparencia y permitido la accion del Sol sobre la superficie terrestre, la cual desde entonces podia enfriarse mas rápidamente por su irradiacion en el espacio. Este enfriamiento debia verificarse con mayor prontitud en las comarcas que solo reciben oblicuamente los rayos del Sol, ó que se hallan privadas de ellos durante seis meses del año, como las regiones polares.

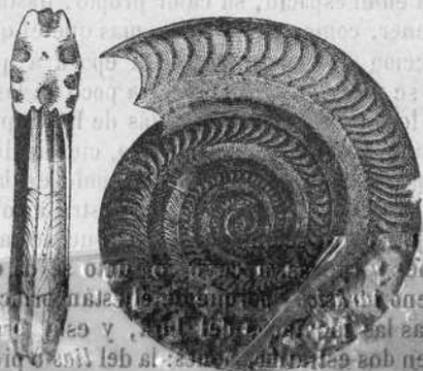
Sin embargo, toda la Tierra en dicha época tenia aun una temperatura muy elevada y podia producir en toda su superficie plantas y animales que actualmente no podrian existir en las comarcas en que se deja sentir el frio del invierno. Solo á fuerza de siglos las regiones polares perderian poco á poco la irradiacion de la tierra en el espacio, su calor propio, hasta el punto de no tener, como actualmente, mas que el que resulta de la accion del Sol; pero en la época á que hemos llegado se ven desaparecer poco á poco de las regiones polares los animales y las plantas de los trópicos, y se empiezan á notar, segun los climas, ciertas diferencias, no tan pronunciadas seguramente como en la actualidad, pero cuya existencia se demuestra al observador atento. Las capas sedimentarias que suceden al trias son asperones y calizas, á cuyo conjunto se da el nombre de terreno *jurásico*, porque de él están principalmente formadas las montañas del Jura, y esta formacion se divide en dos estratificaciones: la del *lias* ó piedra franca y la *Oolítica*.

El lias, que constituye la base del terreno jurásico, está compuesto de capas arenosas, y principalmente de ese asperon cuarzoso blanquecino ó amarillento que sirve para edificios. Encima hay calizas compactas azuladas, cenicientas ó amarillas, llenas con frecuencia de mariscos, entre los cuales dominan el *grifeo arqueado*, los belemnitas, las amonitas, los náutilos, las trigonias, las ostras, los peines, los terebrantes, etc.; numerosos pólipos, calamares fósiles, peces ganóides perte-



Grifeo arqueado.

recientes todos á géneros estinguidos y sobre todo reptiles que, por su número, su volumen y su estructura extraordinaria, forman el rasgo mas característico de los restos orgánicos del lias.



Amonita.

F.
102