

GEOLOGÍA

I. Definición de la geología.

La geología tiene por objeto el estudio de los grandes fenómenos que han sobrevenido en la masa terrestre y que, modificando su configuración y mudando su superficie por inmensas revoluciones, lentas ó súbitas, han conducido á constituir la en el estado en que se encuentra actualmente. La grandeza ó importancia de los objetos de que se ocupa la geología, la colocan, despues de la astronomía, en el puesto más elevado de la escala de las ciencias humanas.

La geología es una ciencia nueva. El estudio de los astros y de sus movimientos, el de los seres vivientes con sus caracteres y costumbres, estudios todos de observacion, debieron cautivar la atencion del hombre, mucho ántes que el de las rocas y piedras, sobre cuya naturaleza no se poseian más que nociones imperfectas.

No tiene, pues, nada de extraño que hasta el siglo xvi no hayan empezado los sabios á ocuparse del origen de nuestro globo. Leibnitz, Buffon, Werner, de Saussure y Cuvier, han contribuido sucesivamente á esta nueva obra con su poderosa cooperacion; los hechos, mejor observados, han permitido enmendar los primeros sistemas, y las opiniones admitidas en la actualidad, presentan grandes probabilidades de exactitud, pues no se puede esperar una certeza completa cuando se trata de hechos consumados ántes de la aparicion del hombre sobre la tierra, y cuyo encañamiento ó conexion sólo se encuentra por medio del raciocinio, apoyado en la observacion de los fenómenos actuales, y en el estudio de los resultados de los fenómenos antiguos.

§ I. ¿Cuál es el objeto de la geología? ¿Es una ciencia experimental?

II. De las revoluciones sucesivas que han determinado la configuracion actual de la tierra.

La tierra ha tenido que sufrir más de una revolucion. El diluvio de que habla la Biblia es un fenómeno acaecido mucho tiempo despues de la aparicion del hombre sobre la tierra y cuando el globo estaba ya constituido tal como hoy se halla. Muchos trastornos sucesivos, anteriores á la creacion de la raza humana, acaecidos unos lentamente y otros de un modo repentino, han dislocado la superficie de la tierra, levantando ciertas partes, rebajando otras, produciendo alternativamente, algunas veces, ambos efectos inversos, trasladando los mares de un punto á otro, y mudando la forma y extension de los continentes. Estos trastornos han perturbado á veces la casi totalidad del globo, y otras, sobre todo en las revoluciones ménos antiguas, los fenómenos se han limitado á regiones poco extensas.

Cuando se compara la constitucion del suelo de las orillas opuestas de Francia é Inglaterra, se halla la misma disposicion, el mismo arreglo de las capas sobrepuestas del terreno, lo cual ha inducido á creer que éstos dos países, separados hoy dia por un brazo de mar, formaban antiguamente un mismo continente. En 1785 experimentó la Calabria un violento terremoto que dislocó el suelo y separó, con valles profundos, los terrenos que estaban ántes reunidos en un mismo plano. Fenómenos análogos, aunque mucho mas terribles, han separado para siempre Francia de Inglaterra.

Se ha reconocido tambien que, en épocas más ó ménos lejanas, ciertas regiones del continente han debido formar el fondo ó las costas de los vastos mares. Estas regiones son á veces montañas de grande elevacion en cuyas cumbres hay aún huellas evidentes de la permanencia del mar. Las mudanzas parciales que pueden efectuarse aún en ciertos países, solo ofrecen una débil idea de esos inmensos trastornos; pero pueden, sin embargo, dar una idea de la naturaleza de las revoluciones que ha debido experimentar el globo en las épocas de su formacion.

Ordinariamente se atribuyen á dos grandes causas generales las transformaciones que ha sufrido el suelo de nuestro planeta. Unas han sido producidas por la acción de las aguas, como por ejemplo, el arrancamiento de ciertos terrenos, diluidos y arrastrados y el transporte y depósito de sedimentos diversos; esto es lo que se llama *efectos neptunianos*. Los demás han sido producidos con auxilio del calor propio del globo; tales son las erupciones volcánicas, los terremotos, los derrames interiores de materias análogas á la lava y los levantamientos que han dado origen á las cordilleras de montañas. Estos últimos efectos se llaman *volcánicos ó plutónicos*.

§ II. ¿Ha sido siempre la tierra lo que es hoy día? — ¿Qué clase de mudanzas ha sufrido? — ¿Estas mudanzas han alcanzado á la vez á toda la extensión del globo? — ¿Francia é Inglaterra han estado siempre separadas por el paso de Calais? — ¿El continente ha sido siempre un terreno seco? — ¿Las montañas han existido en todo tiempo tales como se ven hoy día? — ¿Qué es lo que se entiende por efectos neptunianos? — ¿Y por efectos volcánicos ó plutónicos?

III. Efectos neptunianos.

Las pruebas de los efectos producidos, sea por la permanencia prolongada, sea por la mudanza de sitio de las aguas del mar ó de las aguas dulces, se presentan, por decirlo así, á cada paso.

Así, en la antigua provincia francesa de Turena, á unas cuarenta leguas del mar, se encuentran en la tierra montones de conchas, que sin ser absolutamente semejantes á las de las especies actualmente esparcidas en nuestros mares, se asemejan sin embargo bastante para que no quede duda acerca de su origen marítimo; estos montones forman una masa de cerca de un millón de millones de metros cúbicos. El espesor de los depósitos varia de 1 metro á 20; se les emplea en el abono de las tierras.

Si se sale de las llanuras para subir á las montañas, se hallan depósitos que contienen también conchas marinas en más ó ménos abundancia. Así, en las vertientes de los Alpes, en los Pirineos, en los Apeninos y en casi todas las cordilleras de montañas, estas conchas forman capas de un espesor á

veces muy considerable. Estos diversos depósitos sobrepuestos, que el ojo práctico distingue fácilmente unos de otros, encierran también conchas de diferentes especies; hay algunos que no contienen más que conchas de agua dulce.

En las profundidades de las minas se descubren también depósitos del mismo género; las capas, igualmente sobrepuestas, presentan una dirección inclinada ú horizontal (fig. 15). Se ven también allí despojos de animales marinos y

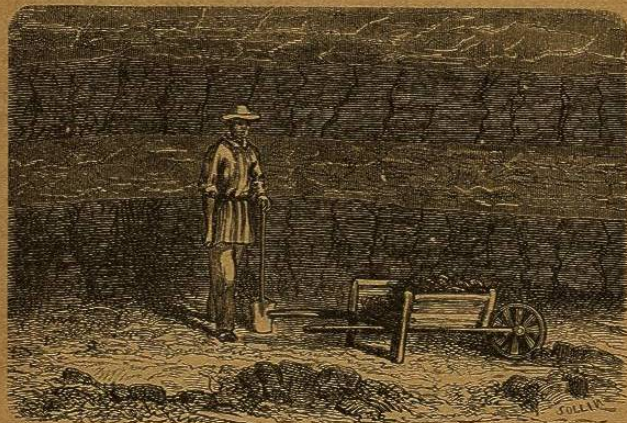


Fig. 15.

algunas veces las mismas especies que se han encontrado en las cimas de las montañas, en terrenos de igual naturaleza.

Pudiera creerse que el mar ha cubierto en la antigüedad toda la superficie de la tierra y que se ha retirado después poco á poco abandonando en sus orillas las conchas que contenía; pero si se admite esta hipótesis no podrá explicarse cómo pueden hallarse los mismos depósitos á muchos miles de metros sobre el nivel actual de los mares y á profundidades considerables debajo de este nivel; ni por qué razón hay depósitos horizontales y otros inclinados. Por otra parte,

¿qué se ha hecho de esa espantosa masa de agua que ha desaparecido?

Es mucho más lógico admitir, como se admite hoy día, que el nivel general de los mares no ha variado notablemente; pero que, en ciertas épocas, prodigiosos trastornos han mudado el relieve de la superficie, levantando á grandes alturas unas partes del suelo cubiertas por el mar, al propio tiempo que sumergían otras partes del continente bajo las aguas, cuyo álveo mudaba así de lugar. Las partes sumergidas se cubrían entónces lentamente de depósitos, abandonados por las aguas, y de los despojos de animales con conchas; luego sobrevenia una nueva catástrofe que mudaba aún la figura del suelo, sumergiendo terrenos elevados ó haciendo salir del seno de las aguas nuevas montañas.

Se ha hecho con tal sagacidad el estudio de estos sucesivos levantamientos del suelo, que ahora se puede indicar con una certeza casi completa la edad relativa de las diferentes cadenas de montañas.

En ciertas capas de terreno se hallan á veces conchas marinas mezcladas á las conchas de agua dulce. Es probable que estos depósitos mixtos se han formado en la embocadura de los grandes ríos. En cuanto á los que no contienen más que conchas de agua dulce, son ménos numerosos, ménos considerables que los depósitos marinos, y han debido evidentemente formarse en lagos, estanques ó ríos.

Se da el nombre de *terreno* al conjunto de las capas que se han depuesto paralelamente unas sobre otras en un mismo álveo y en el intervalo de dos trastornos sucesivos. Bajo el nombre general de *formacion*, se comprenden todas las capas que tienen el mismo origen, ya sea marino, fluvial ó palustre. Los terrenos se suceden unos á otros de arriba á abajo, siempre en el mismo orden, aunque, en un sitio dado, la série pueda ser muy incompleta. Es, pues, permitido fijar la edad respectiva de los terrenos y decir que tal ó cual terreno es más antiguo que otro, cuando se halla en todas partes, más bajo en la série. Se han dividido los terrenos por orden de antigüedad y tomando en consideracion la naturaleza de

los elementos que los componen, en *terrenos primitivos*, *terrenos de transicion*, *terrenos secundarios*, *terciarios*, *cuaternarios*, y *terrenos de aluvion*.

§ III. — ¿Cuál es el origen de las capas conchíferas de la Turena? — ¿Se hallan también conchas marinas en los países de montañas? — Las capas que las contienen ¿tienen una direccion constante? — ¿Forman estas conchas una sola capa? — ¿Hay en las montañas otra cosa, además de las conchas marinas? — ¿Las conchas marinas están mezcladas con las de agua dulce? — ¿Las capas de conchas, no se hallan más que en las montañas? — ¿Los despojos de seres

vivientes se limitan á conchas? — ¿Se halla siempre á la misma altura un mismo depósito de conchas? — ¿Se puede admitir que el mar ha cubierto en otro tiempo todo el globo y que ha desaparecido despues, absorbido ó evaporado? — ¿Cómo se puede explicar la presencia de un mismo banco de conchas á diferentes alturas? — ¿A qué se llama terreno? — ¿Cómo se dividen los terrenos? — ¿Qué es una formacion?

IV. Accion del mar y de las corrientes de agua sobre el suelo; terreros, dunas.

En las costas bajas y en las playas, el mar se eleva ó se baja por la accion del flujo ó reflujo; hace allí rodar sus aguas con más ó ménos violencia, pero no hallando obstáculos que la resistan, causa pocos daños y su accion destructiva es poco sensible.

No sucede así en las costas altas acantiladas y cortadas á plomo, formadas de rocas escarpadas llamadas *cantiles*, sobre todo cuando están formadas de terrenos fáciles de desleir, ó cuando sus elementos, de diferente naturaleza, no oponen una resistencia igual á la accion disolvente ó al choque de las aguas. Esas rocas se desprenden, se socavan en su base y acaban por desplomarse; si el mar es muy profundo, si las rocas precipitadas en las aguas continúan segregándose y se quedan en breve reducidas á partículas que dispersan las olas y dejan descubierto el pié de los cantiles, el mar prosigue entónces su obra de destruccion y desbordándose poco á poco sobre la tierra firme, hace retroceder sus límites de un modo lento, pero continuo. Así sucede en muchos puntos de la costa de Normandia. Al contrario, en los puntos en que la roca es más dura y ménos fácil de segregar, los despojos caidos se amontonan al pié de la escarpa y acaban por formar allí un contra-

fuerte que defiende las rocas del choque violento de las olas y detiene su obra destructora.

Los polvos y partículas de tierra arrastradas por las aguas, van á deponerse en pequeñas ensenadas, en las embocaduras de los rios ó en los bajíos, donde se experimentan ménos las agitaciones de la masa líquida. El mar, de este modo, lleva á esos parajes las materias sólidas que ha arrancado de otros, y por consiguiente puede decirse que contribuye, aunque en una mínima parte, á modificar la configuracion del suelo, y no se le puede conceder más que un papel insignificante en los fenómenos geológicos.

Ya se sabe que en el mar existen corrientes que tienen una direccion fija y que los navegantes saben aprovechar para apresurar su marcha. Tal es, por ejemplo, la gran corriente ecuatorial, que reina en los trópicos desde las Indias hasta Méjico; tales son aún las corrientes que van del polo al ecuador, si bien siguiendo muchas veces una direccion muy irregular. En ciertos puntos, vuelven hácia atrás dando rodeos y formando remolinos muy peligrosos para las embarcaciones menores: tal es el Malström, cerca de las costas de Noruega. Estas corrientes deben evidentemente contribuir á transportar á grandes distancias las materias arrastradas por las aguas.

Los grandes rios producen efectos análogos aunque en menor proporeion. Corroen sus orillas cada vez que estas forman un recodo sabiente y transportan los despojos en toda la longitud de su álveo, que de este modo se va elevando poco á poco; esta es la razon porque el álveo del Pó ha acabado por llegar á ser más alto que las llanuras que recorre: para detener sus aguas se han construido diques que hay que alzar á cada instante y no por eso impiden frecuentes desbordamientos. Las materias mas desleidas y ligeras son arrastradas hasta la embocadura de los rios y forman allí *terrerros* ó *deltas* que acaban, á veces, por obstruir casi completamente el desagüe. Esto es lo que sucede en el Danubio, en el Nilo, en el Ródano, etc.

A veces el álveo de un rio se baja brescamente y las aguas

forman entónces una *caida* ó *catarata*. Tal es la catarata del Niágara, en el rio que sirve de canal de descarga entre el lago Erie y el lago Ontario: la altura de esta caida es de cuarenta y seis metros y la anchura de la cascada de doscientos. Parece haber retrocedido hácia el lago Erie á causa de hundimientos sucesivos debidos á la accion de las aguas. La caida se hallaba antiguamente dividida en dos por el peñasco Iris ó Goat's-Island; que acaba de caer tambien en el abismo. El Zambeza, en África, forma una caida casi tan notable como el Niágara.

Se da el nombre de *dunas* á unas pequeñas colinas de arena que deposita el mar en las playas bajas é impele el viento hácia lo interior de las tierras que de este modo se vuelven estériles. Estas invasiones se evitan haciendo plantaciones de pinos.

§ IV. ¿Cuál es la diferencia de accion del mar en las costas bajas y en las escarpadas? — ¿Puede el mar formar terrenos actualmente? — ¿En qué circunstancias? — ¿Cómo se forman los deltas? — ¿Qué es una catarata? — ¿Dónde están situadas las caidas del Niágara y del Zambeza? — ¿A qué se llaman dunas? — ¿Dónde se forman? — ¿Cómo se las detiene?

V. Plantas y animales fósiles.

Se da el nombre de *fósiles* á unos cuerpos organizados, ya sean vegetales ó animales, que se hallan enterrados en el seno de la tierra. Cuando se ponen en descubierto las capas del suelo, haciendo en ellas trincheras ó canteras, se halla una multitud de despojos de plantas y animales que vegetaron y vivieron allí, tales como hojas (fig. 16), flores, frutos, vegetales enteros, mariscos (fig. 17), insectos, moluscos, reptiles, pescados (fig. 18), aves (fig. 19), mamíferos (fig. 20).

Las partes blandas han desaparecido dejando tan solo el esqueleto, la carapaza, ó la concha; ó bien la materia orgánica, á medida que se descomponia y desaparecia, era reemplazada, molecula á molecula, por decirlo así, con los elementos minerales, calcáreos, arcillosos ó silíceos del terreno todavia movedizo en cuyo seno el ser vivo en otros tiempos ha dejado sus despojos. Tambien son algunas veces moldes

impresos en una capa semi-fluida que más tarde se ha solidificado.

Varias de las especies que se han hallado de este modo, se



Fig. 16.

ven aun hoy dia entre las razas existentes, pero la mayor parte ha desaparecido. Se conocen especies análogas de algunas;



Fig. 17.

pero sucede con más frecuencia que la familia entera está aniquilada. Además, se puede echar de ver que la distribución de estas razas de animales ó vegetales en la superficie del

globo, era muy diferente de la que hoy existe : así, en Francia é Inglaterra se encuentran fósiles de plantas tales como los grandes helechos y las palmeras, que pertenecen hoy dia á las regiones tropicales, y se han hallado igualmente los restos de animales que no se ven ahora sino en los climas de la zona tórrida, tales como elefantes, hienas etc. Conclúyese evidentemente de aquí, que la distribución del calor no era la misma y que los climas presentaban entónces ménos diferencias que las que ofrecen hoy dia.

Á medida que las capas que se estudian son más antiguas, las razas contenidas en ellas son ménos numerosas ; se alejan

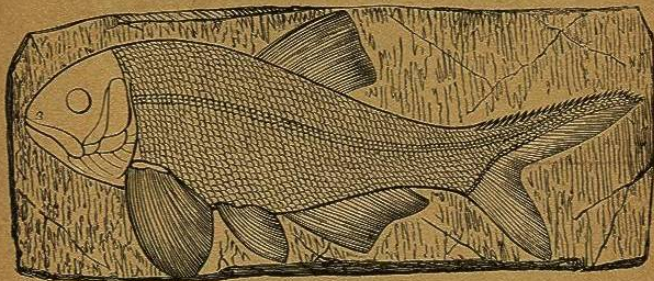


Fig. 18.

progresivamente de las razas actuales y pertenecen, además, á unas clases de una organizacion más y más sencilla. Así, en los terrenos primitivos, no se encuentran huellas de organizacion ; en los terrenos de transicion, se ven aparecer animales, moluscos de conchas, cuyas razas han desaparecido enteramente ; luego, en las capas más elevadas se ven peces, reptiles y en fin, mamíferos acuáticos y terrestres.

Sólo en los terrenos de aluvion más recientes se hallan osamentos de animales mamíferos parecidos á los que conocemos hoy dia.

Los mismos hechos se presentan exactamente en el reino vegetal. Limitada en un principio la vegetacion á un corto

número de familias de una organización muy sencilla, ha ido poco á poco desarrollando, multiplicando y perfeccionando las especies, por decirlo así, hasta lo infinito; pero al mismo tiempo han desaparecido las razas de la edad primera.



Fig. 19.

Á Cuvier (nacido en 1769 y muerto en 1832) es á quien debe principalmente la ciencia de los fósiles sus progresos más importantes: él fué el primero que ha demostrado toda la utilidad que se puede sacar de este estudio. Dotado de una maravillosa sagacidad y al propio tiempo de un profundo co-

nocimiento de las leyes de la historia natural, ha logrado constituir, con algunos restos informes en apariencia, la estruc-

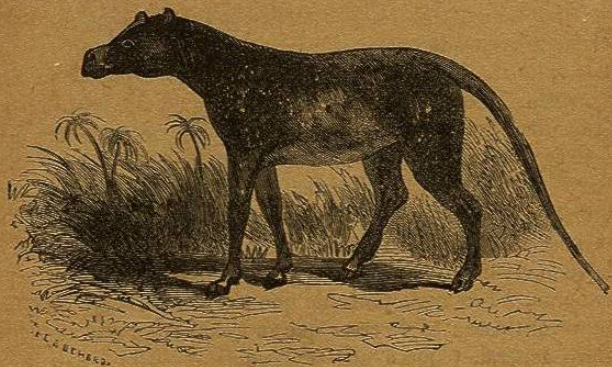


Fig. 20.

tura entera de animales desaparecidos, y clasificarlos casi con la misma seguridad que si se tratase de razas existentes.

§ V. ¿Qué se entiende por fósiles? — Los vegetales y animales fósiles, ¿pertenecen á las especies actualmente existentes? — ¿Todas las especies fósiles han desaparecido hoy día? — ¿La distribución de las familias fósiles sobre el globo, es análoga á la distribución actual? — ¿Qué conclusión se ha de sacar respecto á la antigua temperatura de la tierra? — ¿Los fósiles están igualmente distribuidos en todos los

terrenos? — ¿Los fósiles de los terrenos antiguos tienen una organización tan compleja como los de los terrenos modernos? — ¿En qué orden se suceden las clases de animales? — ¿Qué familias aparecen las últimas? — ¿Se pueden hacer las mismas observaciones en los fósiles vegetales? — ¿Cuál es el sabio francés á quien se deben las observaciones más importantes sobre fósiles?

VI. Calor interior de la tierra; efectos plutónicos en general.

La observación demuestra, dice M. Beudant, uno de los más sábios émulo de Cuvier, en cuyos trabajos tomó parte, que las variaciones de temperatura que resultan de la influencia de las estaciones, no se dejan sentir sino á una débil distancia en lo interior de la tierra; y que á una pequeña profundidad, variable según los parajes, la temperatura del

suelo es fija é igual á la temperatura media de la localidad. Pero debajo de este punto se presenta un nuevo fenómeno : la temperatura aumenta entónces sucesivamente, á medida que se baja, y el resultado de las observaciones hechas hasta aquí, dá un aumento de un grado termométrico por 53 metros de profundidad. Resulta de ahí que á unos 5 kilómetros debajo del suelo, se debe ya hallar 100° que es la temperatura del agua hirviendo; á 50 kilómetros, 1,000°, temperatura á la cual muchas sustancias minerales están en plena fusion; hácia el centro, á 6,366 kilómetros, si se supone el mismo aumento, se tendria una temperatura de 200,000°, de la cual no podemos formarnos una idea, y que seria capaz, no solo de fundir, sino aun de reducir á vapor todos los cuerpos. Sin embargo, no es nada probable que el calor aumente siempre uniformemente : es de creer que se establece pronto un equilibrio general, y que á una profundidad de 150 á 200 kilómetros se forma una temperatura uniforme de 3 á 4,000°, más fuerte que todas las que podemos producir y á la cual ningún cuerpo podria resistir. Fundándose en esta observacion admiten los geólogos que más allá de este limite, la masa terrestre es flúida, y hasta piensan que, en el origen, era aún más elevada su temperatura, formando entónces un globo inmenso de vapores incandescentes, condensados despues en una esfera líquida y que enfriándose aun más, se solidificó en la superficie; continuando el enfriamiento, se ha encogido lentamente la corteza; entónces se ha resquebrajado, dislocado y ha presentado sus primeras y mayores irregularidades de superficie, y las montañas más antiguas. Los vapores de la atmósfera se han condensado á consecuencia del enfriamiento, y de este modo se han juntado los primeros grandes mares en las cavidades del suelo : estos han empezado á formar depósitos con los restos que arrancaban del suelo y los despojos de los primeros animales que contenian. La masa líquida interior, agitada por diversas causas, sea por variaciones de temperatura, sea por fenómenos químicos y eléctricos, ha trastornado la superficie en varias ocasiones, con horribles temblores de tierra; continuando, por otra parte, con el enfriamiento,

el movimiento de contraccion, contribuia por su parte á estas dislocaciones, tanto más terribles, cuanto más largo tiempo habia resistido la corteza terrestre, aumentando de espesor. Estos grandes trastornos bastante próximos unos de otros en un principio, se han producido en épocas más y más lejanas. En el intervalo proseguia el trabajo sedimentario; en fin, la tierra ha acabado por constituirse tal como está actualmente; su enfriamiento es hoy dia casi nulo, así como el trabajo sedimentario. La accion de la masa interior no se deja ya sentir sino por efectos limitados á regiones poco extensas, por temblores de tierra, erupciones volcánicas, débiles imágenes de los fenómenos volcánicos.

Así pues, las perturbaciones que nuestro globo ha experimentado deben atribuirse por una parte á la pérdida lenta del calor terrestre y á la contraccion consecuenta, y por otra á los movimientos violentos de la masa interna líquida. En cuanto á los terrenos de sedimentos, hay que referir la formacion á la accion de las aguas; estos sedimentos se han modificado en su naturaleza y en su composicion, á consecuencia de los cambios bruscos que producía cada una de estas revoluciones del globo en la atmósfera, en el clima y en la misma composicion de los líquidos de que se formaban los mares.

§ VI. Las variaciones de la temperatura que producen las estaciones, — ¿ se dejan sentir en la profundidad del globo? — ¿ Qué sucede debajo de la capa invariable? — ¿ Cuántos metros hay que bajar para que la temperatura suba de 1 grado? — ¿ Cuál es el estado interior de la masa terrestre? — ¿ Cual ha sido el estado primitivo del globo entero? — ¿ Cómo se ha hecho la solidificacion? — ¿ Cómo se han formado las primeras montañas? — ¿ Qué era entónces la atmosfera? — ¿ Qué variaciones ha sufrido? — ¿ Cómo se han formado los primeros mares? — ¿ Cómo se han producido los terrenos de sedimento? — ¿ Continúa aún el enfriamiento? — ¿ Se revela aún el estado interior de la masa por fenómenos exteriores? — ¿ Cuáles son?

VII. Los volcanes y terremotos.

Volcanes. De todos los fenómenos que acontecen en la superficie del globo, ninguno es tan majestuoso ni terrible como una erupcion volcánica. Figurémonos una montaña vomitando llamas, torbellinos de humo, ceniza, polvo, lanzando piedras y rocas enormes á distancias prodigiosas, en medio de

detonaciones subterráneas, truenos espantosos y un torrente de lluvia; la montaña vacilante hasta su base, con sus costados entreabiertos, dando paso á la lava, materia inflamada que corre á veces hasta el mar, cuyas aguas hace hervir: tal es un volcan (fig. 21).

Todos los volcanes ofrecen el mismo aspecto poco más ó ménos: una montaña cónica cuya cima truncada esta escavada en forma de embudo irregular y que constituye el *cráter*. En el fondo de este cráter desemboca la especie de chimenea subterránea, unas veces obstruida, otras libre, que establece la comunicacion con el fuego central. En algunos casos el orificio de este conducto se abre en la cúspide de un cono interior que se eleva en el centro del cráter y que ha sido formado por las deyecciones de todas clases vomitadas por el volcan y que se ha acumulado al rededor de su boca. Este cono se llama *cono de erupcion*. La falda de la montaña volcánica está cubierta de una gruesa capa de cenizas, escorias, materias vitrificadas (*lapilli*), rocas caídas de grandes alturas á donde la erupcion las habia arrojado (*bombas volcánicas*) y rios de lava enfiada. Estos son los caracteres que permiten reconocer un volcan en actividad ó bien extinguido.

En el Asia se halla gran número de volcanes, pero en América es donde hay más, y muchas montañas que han ardido allí en las primeras edades del mundo, están ahora enteramente apagadas. En Europa tambien existen algunas montañas que están en igual caso y se ve formarse en ellas nuevos volcanes de cuando en cuando: así, el Vesubio hizo su primera erupcion 79 años despues de Jesucristo, sepultando bajo sus cenizas á la ciudad de Pompeya y bajo la lava á la de Herculano. Hace pocos años que se formó de repente una isla en el Mediterráneo, la isla Julia, por la erupcion de un volcan *submarino*, y luego ha desaparecido. En 1866 acaba de aparecer otra isla. Las erupciones de los volcanes están frecuentemente acompañadas de terremotos.

Terremotos ó temblores de tierra. Algunas veces el suelo sobre el cual andamos se agita, tiembla y se hiende; se ven desplomarse montañas, elevarse terrenos que se hundan des-

pués, salir rios de madre, abalanzarse el mar hácia el interior de las tierras, y en medio de este trastorno espantoso, se desplomán las casas sobre sus habitantes.

Pero estos sacudimientos no son, por lo general, tan violentos y solo duran pocos instantes. En este caso, una gran

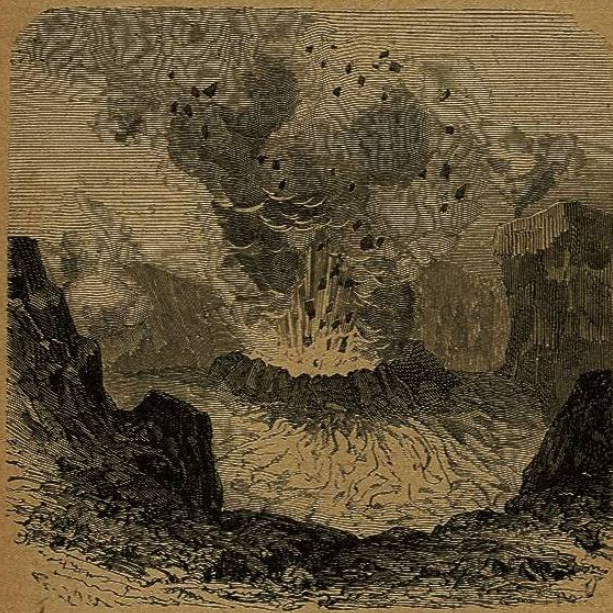


Fig. 21.

extension de tierra se agita como un barco en el agua; las paredes de las habitaciones crujen, los muebles se caen y mudan de sitio.

De todas las regiones del globo, ninguna ha sido desolada tantas veces por los terremotos como la América del Sur, sobre todo en las cercanías de los Andes. La ciudad de Arequipa, en el Perú, fué una vez completamente arrasada por

un terrible temblor de tierra. En Europa, en 1755, Lisboa fué casi destruida enteramente por un terremoto. En los alrededores de Nápoles son frecuentes estos accidentes; la ciudad de Mesina, en Sicilia, ha sido muchas veces teatro de estas grandes conmociones; en España en 1829, una serie de terremotos sucesivos causó espantosos estragos en la ciudad de Orihuela y pueblos de su jurisdicción, y recientemente acaba de reproducirse este fenómeno en Andalucía hundiéndose edificios y abriendo grietas en aquellas ricas y risueñas comarcas.

Los movimientos de la masa líquida interna no se revelan siempre exteriormente por un cambio de nivel ó por derrames de materias en fusión. Algunas veces han tenido sólo por resultado inyectar, en las grietas del suelo dislocado, venas líquidas de lava, de materias basálticas ó de sustancias cristalizables que llevan consigo sustancias metálicas; así es como se han formado los filones que se laborean para sacar de ellos el estaño, la plata, el mercurio, el plomo y muchos otros metales.

§ VII. ¿Qué es un volcán? — ¿Cuál es la forma ordinaria de los volcanes? — ¿Qué es el cráter? — ¿De qué naturaleza son las materias vomitadas por un volcán? — ¿Qué es la lava? — ¿En qué parte del mundo se hallan los volcanes? — ¿Dónde hay volcanes en actividad y volcanes apagados? — ¿Hay erupciones volcánicas en el mar? — ¿Qué circunstancias caracterizan los terremotos? — ¿En qué partes del globo son más frecuentes estos fenómenos? — ¿Los hay en Europa? — ¿Cómo se han formado los filones de metales y las corrientes de basalto?

VIII. Fuentes termales, minerales é incrustantes.

Las aguas que penetran por infiltración en el suelo, bajan según la pendiente de las capas porosas que las han recibido, y entónces, las más de las veces, van á una gran distancia de su punto de partida á formar manantiales que dan un agua casi pura, ó, al contrario, un agua cargada de sustancias solubles que han recogido á su paso.

Se da el nombre de aguas *minerales* á las que contienen bastantes principios extraños para poder ejercer sobre la organización una acción médica particular. Las hay de diferentes especies: aguas *gaseosas* (Seltz, Ems, Baden, Wiesbaden); aguas *alealinas* (Vichy, Neris); aguas *ferruginosas*

(Spa, Passy, Bussang); aguas *salinas* (Aix, Sedlitz, Epsom); aguas *sulfurosas* (Enghien, Baréges, Eaux-Bonnes). El agua del mar puede también ser considerada como un agua mineral; contiene, sobre todo, cerca de 2 partes y media de sal ordinaria por 100 de su peso.

Muchas aguas minerales llegan á la superficie del suelo á una temperatura elevada. Se da el nombre de aguas *termales* á aquellas cuya temperatura excede, de un modo notable, á la del aire exterior. Hay algunas que casi llegan á una temperatura próxima del grado de ebullición. Esta temperatura es debida, sea á la profundidad de las capas donde nacen esas aguas, sea á acciones químicas que, al introducir los cuerpos que contienen, han desarrollado en ellas una causa muy poderosa de calor.

En muchas regiones, sobre todo en las cercanías de los volcanes, se hallan surtidores termales: los más notables son, sin duda alguna, los Geysers de Islanda; las erupciones del gran Geysir son periódicas; el estanque, en cuyo centro brota el chorro, tiene unos 20 metros de anchura. Este chorro, en el momento de las fuertes erupciones, llega á veces hasta 35 ó 40 metros de altura; la temperatura del agua, á su salida, es de más de 80 grados centígrados.

Las aguas minerales gaseosas contienen ordinariamente en disolución cierta cantidad de sustancia calcárea que abandonan al perder el exceso de gas. Esta sustancia calcárea se deposita en la orilla de los estanques y arroyos, y sobre los objetos que se meten en el agua, cubriéndoles de una capa pétreá: estas se llaman aguas *incrustantes*. En Sainte-Allyre, cerca de Clermont, hay una fuente incrustante muy conocida. No hay que confundir las incrustaciones con las *petrificaciones*. Esta última designación se aplica á cuerpos de naturaleza primitivamente orgánica, que, mezclados á un sedimento cualquiera, se descomponen en él; el sitio que ocupaban se llena luego después de una sustancia mineral que se ha depositado allí y reproduce la forma exacta del cuerpo, por una especie de moldeado.

§ VIII. ¿Cómo se forman los manantiales? — ¿A qué se llama aguas minerales? — ¿Cuáles son las principales aguas gaseosas, alcalinas, ferruginosas, salinas, sulfurosas? — ¿Qué materia salina contiene el agua del mar? —

¿Qué se entiende por aguas termales? — ¿Dónde se hallan los Geysers? — ¿Qué fenómeno particular presentan? — ¿Qué propiedad particular tienen las aguas fuertemente calcáreas? — ¿Qué es la petrificación?

IX. Los hielos polares y los ventisqueros.

Si en las entrañas de la tierra tienen las aguas á veces una temperatura muy elevada, en las altas montañas, al contrario, aun en las cercanías del ecuador, se hallan nieves y hielos perpétuos. Estos hielos forman á veces como unos rios sólidos, llamados ventisqueros, á los cuales conviene tanto mejor el nombre de rios, cuanto que se ha podido establecer que tienen un movimiento de descenso muy pronunciado.

Los mares polares están igualmente cubiertos de hielos eternos que impiden la aproximacion á los más osados navegantes.

La causa de la formacion de los hielos polares es el enfriamiento de las aguas en la superficie y la debilidad de la accion de los rayos solares que llegan siempre muy oblicuamente á aquellas desgraciadas regiones. En las costas de Spitzberg y de Groenlandia, tienen los hielos, á lo ménos, 8 ó 10 metros de espesor y forman verdaderas llanuras cuya extension, en superficie, llega hasta cuatrocientas y quinientas leguas cuadradas. En esta inmensa superficie, siempre muy desigual, se levantan montañas de hielo de bastante elevacion, las cuales se han formado por el choque de los carámbanos. Cuando llega la primavera empieza el deshielo: estos hielos se separan con un estruendo espantoso; los carámbanos arrastrados por las corrientes, descienden hácia latitudes más bajas; los navegantes las designan con el nombre de montañas de hielo (iceberg), entónces se puede penetrar en aquellos mares, aunque con grandes riesgos. Es, sin embargo, imposible, subir mas allá de 70 ú 80 grados de latitud, ó á lo ménos los balleneros no van más allá de este límite. En la bahía de Baffin, se hallan montañas de hielo que llegan á una altura de más de 50 metros sobre el nivel del agua, lo que hace suponer que tienen á

lo ménos 160 metros de espesor. Conservan siempre ese hermoso color azul que se observa en las grandes masas de agua. Es probable que se han desprendido de las costas, porque estas presentan verdaderas rocas escarpadas de hielo; sin embargo, es posible que se formen tambien en alta mar.

§ IX. ¿Qué es un ventisquero? — ¿Son inmóviles? — ¿Cuál es el obstáculo principal que encuentra la nave-

gacion en los mares polares? — Á qué se llama hielos flotantes?