

prendidas entre el Gres Calcífero, núm. 48, y la caliza de Trenton, núm. 14. El *Asaphus gigas*, y otra especie bien conocida de Trenton se encuentran en ella mezcladas con la *Maclurea* (*Euomphalus* de la izquierda, fig. 521), género característico de la Caliza de Chacy, ó núm. 17. Se encuentra también otra especie de la Caliza de Trenton, la *Murchisonia gracilis* (fig. 522). Una de las conchas más comunes es el *Raphistoma* (*Euomphalus*) *uniangulatum*, Hall, especie característica del Gres Calcífero mismo en Nueva-Yorck.

En el Canadá lo mismo que en el Estado de Nueva-Yorck, el Gres de Potsdam yace debajo de estas rocas calizas, pero contiene una serie diferente de fósiles. Se han reconocido capas silurianas en puntos del globo aun más apartadas de la Europa, por ejemplo en la América del Sur, en Australia y recientemente en la India. Por todas partes los tipos de la vida orgánica permiten señalar á las rocas un origen contemporáneo, pero las especies fósiles son diferentes y demuestran el poco fundamento de la antigua hipótesis que admitía en el seno de los mares primordiales la difusión universal de una fauna específica uniforme; provincias geográficas distintas han existido evidentemente en los tiempos más antiguos como en los más modernos.

¿Las rocas silurianas han sido formadas en una agua profunda? Forbes admite que la mayor parte de la fauna siluriana indica un mar profundo de más de 130 metros. Sus argumentos son, primero, el pequeño tamaño del mayor número de los Conchíferos; en seguida, la rareza de los Pectinibranchios (univalvos espirales); después la abundancia de los moluscos flotantes, tales como el *Bellerophon*, *Orthoceras*, etc., y la de los Braquiópodos del tipo *Orthis*; finalmente, la ausencia ó grande escasez de los peces fósiles.

Se sabe perfectamente hoy día, que ciertas Terebrátulas que viven en la costa de Australia, no se apartan de las aguas bajas, pero todas las especies conocidas, cuya forma se aproxima al *Orthis* extinguido, no se encuentran más que en las profundidades del mar. Es preciso observar también que Forbes, al emitir su opinión, no ignoraba la existencia de antiguas playas alrededor del mar Siluriano, en el Shropshire, y la presencia de especies litorales de esta antigua fecha en el hemisferio septentrional. Estos hechos no contradicen su teoría, porque ha demostrado que, en la costa de Lycia, capas de mar profundo estaban aun en nuestros días en vía de formación cerca de una tierra elevada y escarpada.

Si hubiésemos descubierto un antiguo delta y algún anclorío siluriano, tendríamos sin duda un conocimiento más positivo de los animales que habitan aguas poco profundas, salobres ó fluviales, y al mismo tiempo de la flora terrestre del período objeto de la cuestión. Sostener que no ha habido delta en la región siluriana entera, sería, por nuestra parte, una hipótesis enteramente gratuita; esto es absolutamente lo mismo que si los habitantes de las islas Madrepóricas del Pacífico, pretendieran hacer extensivas las condiciones de dichas islas á la condición actual de la superficie total del globo.

GRUPO CAMBRIANO.

CAMBRIANO SUPERIOR. Réstanos estudiar ahora las capas fosilíferas inferiores al Llandeilo; forman, como hemos visto, la base de la gran serie siluriana. Apoyándose en la autoridad de Salter, Murchison ha dado una lista de noventa y seis especies fósiles, examinadas ya por él, ya por Coy, y que son comunes á las capas silurianas superiores é inferiores, ó en otros términos, que se encuentran á la vez en las capas del Wenlock ó del Ludlow y en la formación del Llan-

deilo. Esparcidas así en el seno de los grupos superior é inferior, estas especies demuestran, que independientemente del lazo facilitado por el Caradoc ó Siluriano Medio, existe una relación tal entre las dos divisiones principales, que es natural asignar el todo á un mismo y gran período. Querer, pues, dar un nuevo nombre á las capas de Llandeilo, y asignarlas, por ejemplo, el de Cambriano, como han hecho recientemente algunos geólogos, es violar todas las reglas ordinarias de la clasificación é introducir la confusión en una nomenclatura adoptada ya hace mucho tiempo, deducida además, de principios paleontológicos perfectamente establecidos.

En el Shropshire, región clásica que ha dado á Murchison el primer tipo del grupo siluriano, las formaciones inferiores al Llandeilo consisten en rocas cuarzosas desprovistas de fósiles, ó que apenas presentan otros indicios orgánicos que oscuros fucoides. En las Gales del Norte, por bajo de la Caliza de Bala, grupo que representa el equivalente de las pizarras de Llandeilo, Sedgwick ha descubierto un vasto espesor de rocas sedimentarias y volcánicas, cuyos caracteres litológicos y circunstancias físicas ha estudiado detenidamente dividiéndolas después en varias formaciones muy distintas. Tomadas en conjunto, estas rocas constituyen la parte principal de las capas á las que ha dado el nombre de Cambriano. Parecen desprovistas de caliza; pero en un grupo de gres micáceos, Davis ha recogido en 1846, una *Lingula*, y de esta circunstancia procede el nombre de pizarras de *lingulas*. En estas pizarras que miden de 400 á 600 metros de potencia, se han encontrado más tarde un gran número de otros fósiles, que diferían, en cuanto á las especies, de los de las capas del Llandeilo. Entre estos fósiles se hallan Trilobitos, *Agnostus* y *Conocephalus* (véase para el género la fig. 429), y algunos raros Braquiópodos, así como Briozoarios que no han sido publicados aun por los geólogos del Estado. En los Esquistos Negros Inferiores de la Gales del Norte, se cita un Trilobito llamado *Paradoxides* (fig. 528), forma aun más característica de esta época; existe también otro Trilobito del género *Olenus* (fig. 525) y un Crustáceo Filópodo (fig. 523).

Entre la Caliza de Bala y las *Lingula*-Flags existe, como hemos visto ya, una serie de capas de 3,350 metros de espesor, en las cuales se encuentran *Graptolites* y ciertas especies de *Asaphus*, *Calymene* y *Ogygia*. Estas capas, al menos hasta el presente, parecen referirse á la serie siluriana, pero no se puede aun establecer una demarcación exacta entre ellas y las *Lingula* Flags.

Hemos observado también que la fauna fósil, cualquiera que ella sea, que se llegará á descubrir ulteriormente en el seno de las capas cambrianas, consistirá esencialmente en especies y aun en géneros completamente distintos. En efecto, aunque los períodos geológicos se hallen muy lejos de tener un valor igual relativamente al tiempo; y las líneas de demarcación puedan ser muchas veces un poco arbitrarias, no hemos observado aun en ningún punto del globo, una sucesión de rocas que presente un espesor de 13,700 metros (aun suponiendo la masa formada en parte de materias volcánicas) sin referirla á un período bien caracterizado por una fauna particular.

La formación que viene debajo de la Caliza de Bala y de los lechos de gres que le están asociados en la Gales del Norte, comprende ciertas capas de más de 2,000 metros de potencia, llamadas esquistos y pórfidos de Arenig. Más abajo se encuentran en un espesor de 300 metros, los Esquistos de Tremadoc; en fin, los *Lingula* Flags, ya descritos, y que miden más de 450 metros. De acuerdo con Salter, Lyell ha clasificado provisionalmente este conjunto en el grupo Cambriano Superior.

CAMBRIANO INFERIOR. A los *Lingula* Flags sucede, descendiendo, otra serie que Sedgwick ha denominado el Grupo de Bangor; comprende: primero los Harlech Grits de 150 metros de espesor, y los Llanberis Slates de 300 metros. Hasta el presente estas formaciones no han ofrecido en la Gales del Norte ningún resto orgánico; pero en Irlanda, exactamente frente de Anglesea y de Caernarvon, rocas del mismo carácter mineralógico que el Grupo de Bangor, y que ocupando el mismo lugar en la serie geológica, han presentado dos especies de un zoófito, al que Forbes ha dado el nombre de *Oldhamia* (fig. 526 y 527). La posición de estas rocas ha sido fijada por los geólogos del gobierno inglés y confirmada por Murchison, de manera que hoy existen reliquias auténticas de los cuerpos organizados conocidos más antiguos. Sin embargo, no estamos aun en estado de saber si estos fósiles pertenecen á la fauna de las *Lingula* Flags ó á alguna otra más antigua, y daremos provisionalmente el nombre de Cambriano Inferior á las capas que les contienen.

BOHEMIA. En su admirable monografía de las rocas paleozóicas de la Bohemia, Barrande nos ha hecho conocer con todas sus particularidades, las que él llama *Esquistos Protozóicos*. Estas rocas llegan á un espesor de cerca de 400 metros, y yacen en la base de todo el grupo siluriano, tal como lo entiende este geólogo. Los esquistos no están acompañados de ninguna caliza, y Barrande los considera como contemporáneos de las *Lingula* Flags de la Gales del Norte. La *Fauna Primordial* que caracteriza el terreno, no ha dado aun sino muy raros fósiles. Fuera de los Trilobitos, los únicos restos bien comprobados son un Pteropodo, algunas *Cystideas* y un *Orthis*; todas las especies son nuevas y exclusivas de este país. En cuanto á los trilobitos son particulares aun en cuanto á los géneros á excepción de uno solo (*Agnostus*, figs. 530 y 531). Estos géneros son el *Paradoxides* (fig. 528), del cual no se cuentan menos de doce especies, los *Conocephalus* (fig. 529), *Ellipsocephalus*, *Sao* (fig. 522), *Ariouellus* ó *Hydrocephalus*. Todos tienen una fisonomía que les es propia, y que debe atribuirse á la multiplicidad de sus segmentos torácicos, así como á la disminución de su escudo caudal ó pygidium.

Si las especies de Bohemia han diferido hasta el presente de las especies conocidas de Inglaterra, es preciso atribuirlo principalmente al número muy pequeño de estas últimas, ó quizá á la influencia de causas geográficas. De cualquier modo que sea, este hecho parece confirmar la hipótesis de una *zona primordial* caracterizada por fósiles distintos de los del Llandeilo, ó grupo siluriano inferior; porque las otras dos formaciones silurianas más elevadas en la serie adoptada por Barrande, tienen cada una varias especies que se encuentran también en las subdivisiones sucesivas de la serie inglesa.

Uno de los trilobitos *primordiales* del género *Sao*, forma que no se ha encontrado aun hasta el presente, en ningún otro punto del globo, ha dado á Barrande un magnífico ejemplo de las metamorfosis de estos animales, que ha podido seguir en más de veinte épocas sucesivas de su desarrollo. Se han representado en las figuras anteriores algunas de estas transformaciones. El lector podrá así tomar una idea de la manera gradual con que aparecen los diferentes segmentos del cuerpo y los ojos. Cuando se reflexiona en el estado ordinariamente alterado y cristalino de las rocas de esta edad, y en la falta de fósiles que se observa en ellas en la mayor parte de la Gales del Norte de la Irlanda y del Shropshire, cuando por otra parte se ve que el estudio de las capas de Bohemia ofrece el conocimiento de los menores detalles relativos á la historia natural de estos Crustáceos, se experimenta admiración y se concibe una legítima esperanza de que los geólogos podrán un día hacer descubrimientos acerca de la condición del planeta y de sus habitantes en

épocas muy anteriores á la del Cambriano; porque los puntos del globo que han sido sometidos á un exámen tan profundo como la Gales del Norte y la Bohemia, son insignificantes respecto á los que están por conocer. Cada día, especialmente en los Estados-Unidos y en el Canadá se descubren nuevas localidades donde se pueden estudiar capas tan antiguas ó más antiguas que los *esquistos primordiales*.

SUECIA Y NORUEGA. Los *Lingula* Flags de la Gales del Norte y los *esquistos primordiales* de Bohemia, están representados en Suecia; los fósiles han sido descritos por Angelin en su *Palaontológica Suecica* (en 1852 y 1854). Los *esquistos aluminíferos*, que reposan sobre un gres de fucoides, contienen trilobitos, géneros de los *Paradoxides*, *Olenus*, *Agnostus* y otros; alguno de estos géneros, el último mencionado por ejemplo, presenta formas rudimentarias y los segmentos del cuerpo poco desarrollados, están desprovistos de ojos; en otros, como el *Paradoxides*, los segmentos son extremadamente multiplicados. Estas particularidades concuerdan con los caracteres de los crustáceos que se encuentran en las capas del Cambriano Superior.

ESTADOS-UNIDOS Y CANADÁ. Ya hemos establecido la posición relativa del Gres de Potsdam, que por mucho tiempo ha sido considerado como la formación fosilífera más inferior conocida en los Estados-Unidos y en el Canadá. Se le ha observado en las riberas del San Lorenzo y en las orillas del lago Champlain; en ciertas localidades, en Keesville, por ejemplo, este gres es cuarzoso de granos finos y pasa casi á una verdadera cuarzita. Se divide en capas horizontales de superficies onduladas completamente semejantes á las de las pizarras de *lingulas* de Inglaterra, y llenas de una pequeña *lingula* de forma redonda, tan abundante que la roca se divide por planos paralelos, absolutamente como ciertos gres micáceos. Esta formación tiene 215 metros de potencia en el Canadá; la porción inferior es un conglomerato con cantos rodados de cuarzo; la porción superior es un gres de fucoides, horadado por agujeros pequeños verticales muy característicos y que parecen haber sido producidos por arnelidos (*Scolithus linealis*).

A orillas del San Lorenzo, cerca de Beauharnais y en otras partes también, se observan en la superficie de los lechos ondulados en que este no está encajonado, numerosas impresiones fósiles indicadas por primera vez en 1847, por Abraham de Montreal, y que se suponen producidas por tortugas; pero habiendo Logan enviado á Londres algunas placas, varias de las cuales presentan huella en relieve, Owen las examinó y ha creído deber desechar los determinaciones anteriores. Para este sabio las impresiones no pertenecían ni á quelonios, ni á ningún animal de la ramificación de los vertebrados. Se inclina á creer que son debidas á algunas especies diferentes de un animal articulado, probablemente vecino del *Cangrejo Real* ó *Limula*. Entre las dos líneas de impresiones corre una especie de surco intermedio que el profesor supone haber sido trazado por un apéndice caudal más bien que por una porción saliente del tronco. Algunos de los individuos parecen haber tenido tres y otros cuatro pares de miembros conformados para andar. La distancia transversal de las dos líneas varía de 10 á 15 centímetros, lo cual indica un animal de talla muy superior á la de todos los individuos descubiertos hasta el presente en rocas tan antiguas. Este ejemplo nos previene contra el peligro de sacar consecuencias demasiado absolutas de hechos puramente negativos, respecto á la extremada pobreza de la fauna de los mares primordiales.

Segun Logan, las capas del Siluriano Inferior y el Gres de Potsdam, en el Canadá, reposan en estratificación discordante sobre una serie aun más antigua de rocas acuosas, la cual, añade este geólogo, podría

ser el Cambriano (Cambriano Inferior ó quizá una formacion mas antigua); esta serie comprende conglomeratos y lechos calizos que encierran nódulos abundantes de fosfato de cal. Para asignar á estas rocas torcidas un origen acuoso, Logan se funda en la presencia de cantos rodados de cuarzo en los conglomeratos. Esta serie antigua, comprendiendo en ella las masas ígneas que le están asociadas, llega en el distrito del lago Huron, á un espesor de mas de 3,000 metros y encierra las capas cupríferas de esta parte del Canadá. Debajo vuelve á aparecer el gneiss; cuyas capas contienen mármoles y cristales grandes y pequeños de fosfato de cal. Este fosfato, segun dice Logan, ha temido quizá alguna relacion con la vida en estas rocas antiguas.

VALLE DEL MISSISSIPI SUPERIOR. Dale Owen ha publicado recientemente en su descripción del Wisconsin (1852) un bosquejo gráfico de las rocas sedimentarias que se encuentran á la orilla de la parte alta del Mississipi y que yacen en la base de toda la serie siluriana. Estas rocas tienen algunos centenares de metros de espesor, la mayor parte so parecen al Gres de Potsdam, pero los depósitos superiores contienen fajas intercaladas de caliza magnesiana, y los inferiores á algunos lechos arcillosos. En el número de las conchas que encierran se citan especies de *Lingula* y de *Orthis* y varios Trilobitos del nuevo género *Dikelocephalus* (fig. 533). Estas rocas que se encuentran en el Iowa, el Wisconsin y el Minnesota, parecen destinadas á ilustrarnos mas adelante acerca del estado de a vida orgánica durante el período Cambriano. Hemos citado ya seis capas que contenian trilobitos y estaban separadas por hiladas de 3 á 45 metros de potencia:

RELACION ENTRE LAS FAUNAS SILURIANA Y CAMBRIANA. Parece evidente que existen grandes relaciones entre las faunas del Cambriano y del Siluriano Inferior, aunque casi todas las especies sean distintas; pero estas relaciones no pueden ser mas estrechas que las que existen entre el Siluriano Inferior y el Devoniano. Este aserto se funda en los hechos siguientes: en Boemia la fauna cambriana ó primordial de Barrande es la mejor desarrollada; se compone principalmente de trilobitos, ahora bien, mas de dos terceras partes de los géneros de este orden, y todas las especies (mas de veinte) son con una sola excepcion (el *Agnostus pisiformis*) diferentes de las formas del Siluriano. Barrande hace notar que de treinta y nueve géneros silurianos de trilobitos, mas de once pasan al Devoniano. Si no hubiera, pues, trilobitos en este último terreno, las relaciones genéricas parecerian mas estrechas entre la fauna del Siluriano y la del Devoniano que entre la del Siluriano y la del Cambriano, ademas aunque las rocas de Inglaterra pertenecientes á esta época no sean perfectamente conocidas en sus detalles, las especies que contienen por lo menos parecen muy distintas. Lo mismo sucede respecto á los fósiles de las capas de Suecia como hemos visto á los de las de América.

Por consiguiente la fauna de este período posee un carácter particular que parece conducirnos á un punto mas remoto en la historia de la vida orgánica.

PERÍODO SUPUESTO DE ANIMALES INVERTEBRADOS.

Hemos visto que en la parte superior del sistema Siluriano existia cerca de Ludlow un lecho de osamentas y que este lecho abundaba en restos de peces, de los cuales algunos eran muy elevados en organizacion y podian referirse al género *Onchus*. Murchisson ha dado á conocer estos Ictiolitos y los ha considerado como los seres mas antiguos de su clase. En su nueva obra titulada *Siluria*, este sabio sostiene su primera opinion y observa que las activas investigaciones de los últimos catorce años en Europa y en América no han podido modificar esta generalizacion; se puede considerar, añade, el sistema Siluriano como repre-

sentante de un largo período primitivo, durante el cual no ha vivido ningun animal vertebrado.

Es un hecho ciertamente muy digno de interés, el que hasta hoy no se haya citado aun resto alguno de peces en ninguna capa mas antigua que la base del Ludlow Superior. Cuando se reflexiona sobre el número de Moluscos, Equinodermos, Corales, Trilobitos y otros fósiles que se han obtenido ya de las capas silurianas inferiores al Ludlow, se pregunta cómo en el seno de estas capas que han sido estudiadas con tanto cuidado y en una extension tan vasta cual ninguna otra serie de formaciones fosilíferas, no se han encontrado algunas Ictiolitas. Sin embargo cualquiera que sea el valor de este hecho, estamos en el derecho de no admitir sin vacilacion que el globo, despues de haber sido habitado desde hace mucho tiempo por todas las grandes clases de invertebrados, haya quedado totalmente desprovisto de animales Vertebrados. Recordemos primero que no se han descubierto ni insectos ni conchas terrestres, ni moluscos pulmonados de agua dulce, ni crustáceos terrestres, ni plantas (excepto fucoides) en las rocas inferiores al Siluriano Superior. Pero se explica la ausencia de estos diversos animales, suponiendo que todos los depósitos conocidos de esta época habrian sido formados en el seno de mares apartados de las tierras ó bien muy lejos de la influencia de los rios. En algunos puntos como en la Gales del Norte y en la América Septentrional, se han encontrado, es verdad, ciertos depósitos de agua baja ó aun de riberas, pero se puede decir de una manera general que los depósitos silurianos conocidos hasta hoy, han presentado sin excepcion un carácter marino mas que ninguna otra formacion de importancia comparable.

Un hecho curioso, y que no es quizá simplemente una coincidencia casual, es que la capa única donde se hayan demostrado restos de plantas terrestres, es tambien la única en que se hayan encontrado osamentas de peces. Los lechos de osamentas en general, por ejemplo, el del Lias, cerca de Bristol; los del Trias, cerca de Stuttgart; de la Caliza Carbonífera de los alrededores de Bristol y de Armagh, en fin el del Ludlow Superior, contienen dientes y huesos completamente redondeados y que indican un largo transporte. La asociacion de esporos de Licopodiáceas á los huesos de peces del Ludlow, demuestra que las plantas han sido arrancadas por las aguas de alguna tierra firme que existia entonces, transportadas despues y amontonadas confusamente con las osamentas en un receptáculo sub-marino. Mas habitualmente, sin embargo, el Ludlow Superior, como el Siluriano Inferior, se halla desprovisto de plantas asi como de Ictiolitos.

Se ha supuesto que los Cefalópodos durante el período Siluriano, habian sido bastante abundantes para suplir á la formacion de los peces; responderemos que estas dos clases existen, sin embargo, á la vez en el Siluriano Superior que habitaron juntos los mares Carbonífero y Liásico, como se los ve hoy todavia en diferentes partes del Océano. Confesemos tambien que todavia ignoramos demasiado respecto á la distribucion de los huesos, de los dientes, ó de los cadáveres de peces en el fondo del Océano actual, para tener el derecho de dar como base de algunas teorías la ausencia de esta clase de restos en grandes extensiones en las épocas primitivas.

Los naturalistas que en nuestros dias han explorado el lecho del mar, nos enseñan que en general los restos de vertebrados son en el tan raros como en el suelo de un bosque donde millares de mamíferos y reptiles han vivido muchos siglos. En el estío de 1850, Forbes y Andrew han reconocido el fondo de los mares Británicos desde la isla de Portland hasta el Land' End en el Cornwall, y desde allí hasta las Shetland, recogiendo y clasificando los cuerpos orgánicos. La lista de las especies de Invertebrados Radiados, Moluscos ó Arti-

culados, marinos, que estrajeron de este modo, es considerable, y el número de individuos enorme; pero los únicos ejemplos de animales vertebrados han sido algunos huesos de la oreja y dos ó tres vértebras de peces; entre todo seis ejemplares.

Un hecho mas extraordinario aun ha sido observado por Andrew. Este naturalista, que ha echo pasar la barrera por los grandes *Ling Banks*, bancos submarinos frecuentados por el bacalao, en las islas Shetland, no ha sacado de estas clases de fondos un solo hueso ó diente de pez, aunque haya quizas veces extraido del limo peces vivos. Este es quizá uno de los hechos mas singulares de que hay noticia porque nadie ignora que en ciertos parajes, el fondo de los mismos mares del Norte está cubierto de huesos de peces recientes. Lyell refiere en los *Principios de Geología*, el descubrimiento de dos lechos de osamentas por los hidrógrafos ingleses, uno en el mar de Irlanda, y otro en el mar inmediato á las islas de Feroe, el primero de 3 kilómetros y el segundo de 5 y 1/2 de longitud. En todas partes, en aquellos parajes, el plomo ha sacado vértebras de peces, de profundidades que variaban de 80 á 430 metros. Estos lechos de osamentas pueden compararse á los lechos análogos del Ludlow Superior, y en nuestros dias como en la época siluriana, en el fondo del Océano existen otras extensas superficies donde no se encuentran osamentas ni en el limo, ni en la arena.

Ha podido suceder, por extraño que parezca el hecho, que los peces no hayan dejado tras de sí testimonio alguno de su presencia en los lugares que han

frecuentado libremente, y que por otra parte, las corrientes hayan arrastrado sus osamentas en gran número hácia regiones enteramente desprovistas de peces vivos. Tal estado de cosas hubiera sido de todo punto análogo al que existe en nuestros dias en las tierras habituales, donde los esqueletos de cuadrúpedos, de aves, y de reptiles terrestres, en lugar de acumularse en el suelo despues de la muerte del animal, al menos en sus partes mas sólidas, no tardan en ser trituradas por el diente de las bestias feroces, ó sufren la ley de la descomposicion química; y si, en una edad futura, un geólogo quisiera volver á encontrar testimonios de su primitiva existencia, deberia buscarlos en otros puntos distintos de aquellos donde estos seres han vivido. Tendria que explorar los lugares que las aguas cubriesen entonces, y aquellos donde las osamentas y esqueletos habian sido probablemente arrastrados por las inundaciones y sepultados para siempre en el seno de los sedimentos.

En la tabla siguiente se han reunido las fechas de los descubrimientos principales de las diferentes clases de animales en las antiguas rocas; el lector comprenderá asi á un simple golpe de vista la marcha gradual de nuestros progresos en el descubrimiento de los animales vertebrados en el seno de las formaciones mas y mas remotas hácia el pasado; aprenderá á no considerar el estado actual de nuestros conocimientos como la última expresion de la ciencia relativamente á las fechas de creacion de cada una de las clases de cuerpos animados.

Fechas de los descubrimientos relativos á la aparicion de cada una de las clases de vertebrados fósiles, demostrando los progresos sucesivos que han sido hechos en este género de investigaciones y la existencia de los fósiles en las rocas mas y mas antiguas.

	AÑOS.	FORMACIONES.	LOCALIDADES.
Mamíferos..	1798.	Eoceno Medio.	París (yeso de Montmartre).
	1818.	Oolita Inferior.	Stonesfield.
	1847.	Trias Superior.	Stuttgart.
Aves.	1782.	Eoceno Medio.	París (yeso de Montmartre).
	1839.	Eoceno Inferior.	Lóndres (arcilla de Sheppey).
Reptiles.	1710.	Permiano (ó zechstein).	Turingia.
	1844.	Carbonífero.	Saarbruck, cerca de Tréveris.
	1852.	Devoniano Superior.	Elgin.
Peces.	1709.	Permiano (ó kupfer-schiefer).	Turingia.
	1793.	Carbonífero (Caliza de Montaña).	Glasgow.
	1828.	Devoniano.	Calthness.
	1840.	Siluriano Superior.	Ludlow.

Muchos escritores viven aun, que antes del año 1844, negaban la existencia de los reptiles antes de la era Permiana. Sin embargo, en menos de diez años, han podido ver la época mas antigua conocida de la creacion de esta clase de vertebrados retroceder sucesivamente: primero, hasta el período carbonífero, despues hasta el devoniano superior. Antes del año 1818 se creia generalmente que el *Palaotherium* del Yeso de París, y sus asociados representaban los primeros cuadrúpedos de sangre caliente que hubieran aparecidos sobre la tierra. Esta idea se habia arraigado tan profundamente en el ánimo de la mayor parte de los naturalistas, que el descubrimiento de los Mamíferos de Stonesfield fue ineficaz para debilitarla.

Primero se negó á la roca su antigüedad, á los restos su carácter de mamíferos. Y aun mucho tiempo despues que toda controversia hubiera cesado en este asunto, no se apreciaba la verdadera importancia del

nuevo hecho, en cuanto á la doctrina del desarrollo progresivo.

Es evidente que las dos ó tres primeras especies que se encuentran en un país ó en rocas de una época no determinada, no pueden considerarse como tipos ó como términos de comparacion para valuar el grado de organizacion de una fauna terrestre, antigua ó moderna. Supongamos que las dos ó tres especies solíticas en un principio conocidas fuesen realmente todas de Marsupiales, como se ha creído sin razon durante cierto tiempo, el hecho era suficiente para autorizar á concluir, con ciertos geólogos, [que las tribus de animales de placenta no habian sido aun creadas. Del mismo modo, porque los diversos monodelfos recientemente hallados en Stonesfield se haya visto que son animales de corta talla pertenecientes á la tribu de los insectívoros, no tenemos derecho para deducir que la fauna oolítica ocupe en la escala general de organiza-

ción, un lugar tan poco elevado como el asignado á los insectívoros en la fauna actual. Los descubrimientos, de que aquí se trata, nos demuestran cuál es la verdadera importancia de los hechos negativos respecto á la apreciación de ciertas cuestiones. Todo zoólogo admitirá que entre la primera creación y la extinción final de cada uno de los cinco mamíferos oolíticos conocidos hoy, hubo un gran número de generaciones sucesivas; y si la repartición geográfica de cada especie fue limitada (suposición puramente gratuita) cada generación ha debido componerse de algunos centenares y probablemente de algunos millares de individuos. Por consiguiente cuando por primera vez, en 1854, se encontraron dos ó tres mandíbulas de *Spalacotherium* en la Caliza de Purbeck, después de los innumerables ejemplares de Moluscos y de Crustáceos y de los centenares de insectos, peces, y reptiles, no solamente se supo que estos cuadrúpedos habían existido individualmente en la época en cuestión, sino también que millares y quizá millones de las mismas especies habían poblado la tierra sin dejar tras de sí, ya bajo la forma de osamentas, ya bajo la de impresiones, testimonio alguno de su existencia, ó por lo menos sin que las investigaciones más perseverantes hayan podido hacernos encontrar vestigio alguno.

En la tabla que precede, observaremos que un gran número de los descubrimientos son debidos á geólogos ingleses. La Gran Bretaña es hasta ahora el único país en que se han encontrado mamíferos en el seno de las rocas oolíticas; el único en que se han descubierto reptiles en capas tan antiguas como las del Devoniano; el único en fin que ha presentado osamentas de aves en depósitos tan bajos como la arcilla de Lóndes. Si la geología no hubiera sido cultivada con tanto celo en Inglaterra, no sabríamos casi nada acerca de los dos grupos importantes de mamíferos terrestres más antiguos que la fauna del yeso de París considerada en otro tiempo como la más antigua que hubiera poblado la tierra; tampoco conoceríamos el grupo de mamíferos de la serie Headon; ni otro de fecha mucho más antigua, anterior aun á la Arcilla de Lóndes. Esta última formación ha presentado ya indicaciones de Cuadrumanos, de Queirópteros, de Paquidermos y de Marsupiales. Si cada punto del globo hubiera sido estudiado con el mismo cuidado, si la Europa entera, el Asia, el África, la América y la Australia, fueran hoy tan bien conocidas, las fechas indicadas en la tabla anterior para las apariciones más antiguas de los peces, de los reptiles, de las aves y de los mamíferos, deberían recibir modificaciones. Si cualquiera otra extensión de país, por ejemplo una parte de la España, fuera sometida á un nuevo exámen, cada clase de vertebrados retrocedería probablemente algunos pasos hácia el abismo de los tiempos: los peces penetrarían sin duda en el Siluriano Inferior, los reptiles en el Devoniano Inferior, los mamíferos en el trias Inferior, las aves en la Creta ó en la Oolita; los Trilobitos y los Cefalópodos descenderían al Cambriano Inferior, algunos zoófitos extraviados, como la *Oldhamia* en las rocas hoy llamadas azóicas.

Sin embargo después de estas divisiones de la tabla, sería tan fácil como hoy encontrar una teoría del desarrollo progresivo que se apoyara sobre el nuevo cuerpo de hechos positivos y negativos; porque el

orden de sucesión cronológica de las diferentes clases de animales fósiles continuaría probablemente siendo el mismo; ó en otros términos: las probabilidades de éxito, siguiendo las huellas de cada clase hácia épocas cada vez más remotas, serían cada vez más débiles según que pasáramos de los peces á los reptiles, después á los mamíferos, y por última á las aves. Encontraríamos los Ictiolitos mucho más esparcidos en cada época, y penetrando en la serie á mayores profundidades que ninguna otra clase de vertebrados fósiles; y esto se comprende, porque, en primer lugar, los paleontólogos se ocupan mucho más frecuentemente de las capas de origen marino, y después, los huesos de peces, por más parcial y caprichosa que sea su distribución en el lecho del mar, se encuentran más fácilmente que los de reptiles ó de mamíferos. La extremada escasez de las aves en las capas recientes y pliocenas, aun en las de origen de agua dulce, nos conduce también á suponer que no se deben encontrar sus restos sino con gran dificultad en las rocas más antiguas, como demuestra por lo demás la tabla; no se descubrirían aun en las capas terciarias, donde se pueden encontrar más fácilmente depósitos formados en el seno de los lagos y de los estuarios.

El único desacuerdo que existe entre los resultados geológicos y los que estos reconocimientos podrían indicar *a priori* consiste en la frecuencia de los reptiles fósiles y la escasez comparativa de los mamíferos. Parecería que durante los períodos secundarios, sin exceptuar ni aun la parte más nueva del período cretáceo, había habido un desarrollo de la clase de los reptiles muy superior al que puede observarse en nuestros días en ningún punto del globo. El predominio de esta misma clase sobre la de los mamíferos ha dependido probablemente de las condiciones climáticas y geográficas, porque sería difícil referirle al desarrollo progresivo por el cual el tipo vertebrado se ha perfeccionado sucesivamente con el tiempo. No podríamos cerrar los ojos á las pruebas positivas que poseemos al presente, de una creación de mamíferos anterior á la época del decrecimiento de los reptiles, y aun muy probablemente á la de su mayor desarrollo.

Para concluir, diremos únicamente, que sin duda ninguna, nos hallamos al principio de nuestros descubrimientos; que lo mismo que en los últimos cincuenta años, nos veremos obligados en el medio siglo que va á seguir á modificar nuestras primeras opiniones relativas á la repartición en el orden del tiempo de las diferentes clases de vertebrados fósiles. Sería, pues, prematuro, por el presente, afirmar nada en general acerca de la no existencia y aun la escasez de los vertebrados terrestres ó acuáticos en épocas tan antiguas como las del Siluriano y Cambriano.

CAPITULO XXVIII.

ROCAS VOLCANICAS.

Hemos descrito hasta ahora las rocas acuosas ó fosilíferas; réstanos tratar de las que se pueden llamar volcánicas en el sentido más lato de esta palabra. Supongamos que *aa* en el diagrama adjunto representan formaciones cristalinas graníticas y metamórficas, *bb* capas fosilíferas y *cc* rocas volcánicas; se observará



a. Formaciones hipogénas estratificadas, y no estratificadas.—b. Formaciones acuosas.—c. Formaciones volcánicas.

algunas veces á estas últimas como hemos dicho en el capítulo primero abriéndose paso á través de *a* y *b*; en algunos casos se hallaran también sobre-puestas á estas y accidentalmente alternaran con las

capas *bb*. Se les verá igualmente en ciertos puntos pasar insensiblemente á la división no estratificada *a* ó rocas plutónicas.

Cuando los geólogos examinaron por primera vez y atentamente la estructura de las comarcas del Norte y Oeste de Europa, ignoraban aun completamente los fenómenos de los volcanes actuales. Encontrando ciertas rocas desprovistas de estratificación y dotadas de una composición mineral particular, les dieron diferentes nombres, tales como Basalto, Greenstone, Pórfido y Amigdalóide. A todas estas rocas que se habían reconocido pertenecer á una misma familia, Bergmann les aplicó la denominación de *Trapp*, de la palabra sueca *trappa* que significa serie de escalones. Este nombre fue generalmente adoptado en la nomenclatura de la ciencia; se había en efecto observado que muchas rocas de esta clase se presentaban en grandes masas tabulares, de extensión desigual, de manera que formaban una extensión de terraplenes ó gradas en las laderas de los valles. Esta forma parecía depender de dos causas; en primer lugar, de la terminación repentina original de las tablas de materia fundida que se han extendido en un suelo seco ó en el fondo del mar cubriendo una superficie unida. Sabemos en efecto, que cuando la lava sale de un volcan la corriente, después de haber dejado de avanzar y de haberse solidificado, termina casi siempre en una pendiente escarpada como en *a* en la figura adjunta.



Trapp en forma de grada.

Pero además, la forma de las gradas procede más frecuentemente de la manera con que las masas horizontales de rocas ígneas, tales como *b* *c* intercaladas entre las capas acuosas ó entre los depósitos de polvo y de cenizas volcánicas, han sido posteriormente puestas en descubierto por la desnudación á diferentes niveles. Semejante configuración no es en realidad particular á las rocas de *Trapp*; lechos considerables de caliza y de otras clases de piedra dura son cortados frecuentemente por terraplenes y precipicios análogos; sin embargo, en estas últimas rocas el fenómeno se presenta en menor escala, las gradas son menos numerosas, menos acentuadas, y por consiguiente se aproximan más en cuanto á su masa y composición á las masas que les están asociadas.

Aunque las rocas trapeanas tengan caracteres muy variados, el geólogo joven aprenderá sin embargo fácilmente á distinguir las como clases de las formaciones acuosas. Algunas veces presentan, como hemos dicho, la forma de masas tabulares, pero no divididas por planos horizontales de estratificación como lo están los depósitos sedimentarios. Muchas veces constituyen cadenas de colinas y frecuentemente son cónicas; no es raro encontrarlas en forma de *dykes*, es decir, de muros que cortan las capas fosilíferas. La roca es algunas veces columnaria, y accidentalmente se descomponen las columnas en bolas de un tamaño que varía desde algunos centímetros á algunos decímetros de diámetro. La superficie en descomposición se convierte habitualmente en una especie de costra de color de orin, y este fenómeno se debe á la oxidación de la materia ferruginosa que existe en cantidad considerable en los *Trapps* que contienen Augita y Hornblenda, ó bien en las variedades feldspáticas de *Trapp*, esta superficie se vuelve opaca con el color

blanco que adquiere el mineral llamado feldspato. Cuando se examina cada una de estas rocas volcánicas en las partes que no han sufrido desagregación, se descubre ordinariamente una disposición cristalina de uno ó más de los minerales componentes. Algunas veces la textura de la masa es celular ó porosa; los poros ó celdillas han sido muchas veces llenos por el carbonato de cal ó por cualquiera otra sustancia procedente de infiltración.

Gran número de rocas volcánicas producen por su desagregación un suelo fértil; los elementos que las componen, la sílice, la alúmina, la cal, la potasa, el hierro, y otros se hallan sin duda en proporciones convenientes al desarrollo de la vegetación. Como estas rocas no hacen efervescencia en los ácidos, se podría á primera vista suponer que se hallan desprovistas de materia caliza; pero aunque el carbonato de cal sea raro en ellas, exceptuando siempre los nodulos de Amigdaloides, veremos que la cal puede entrar por mucho en la composición de la augita y de la hornblenda.

CONOS Y CRÁTERES. En las regiones en que la erupción volcánica se ha hecho á cielo abierto, y cuya superficie no ha vuelto á hallarse después sometida á ninguna desnudación acusosa de alguna importancia, los conos y los cráteres presentan el carácter más sorprendente de las formaciones de que vamos hablando. Muchos centenares de conos se ven en el centro de Francia en las antiguas provincias de Auvernia, del Velay y del Vivarés, la mayor parte siguen una dirección lineal y forman cordilleras enteras de montañas. Aunque no se haya verificado erupción alguna en aquella comarca en los tiempos históricos, se pueden seguir de una manera muy distinta las corrientes de lava que bajando de diferentes cráteres se han dirigido hácia los valles inmediatos. El origen del cono y del cráter no es difícil de explicar, porque en nuestros días se han visto producirse muchos semejantes por las erupciones volcánicas. Una grieta ó hendidura se abre primero en el seno de la tierra y por la solución de continuidad se escapan muy pronto grandes cantidades de vapores y de gas. Las explosiones son tan violentas que los fragmentos de piedras lanzadas del interior chocan violentamente en los aires y caen después en átomos al suelo. Al mismo tiempo se eleva por la chimenea ó respiradero de donde salen los gases una piedra fundida ó lava. Aunque sumamente pesada esta lava es levantada por el poder de expansión de los fluidos gaseosos comprimidos en su masa, y principalmente de los vapores acuosos así como se ve al agua hervir en la superficie de una vasija cuyo fondo calentado produce igualmente vapor. Grandes cantidades de lava llegan así al aire donde se separan en fragmentos y adquieren una textura esponjosa por el desarrollo súbito de los gases que se hallaban aprisionados en ellas; entonces dan origen á las *escorias*; otras porciones se reducen al estado de polvo más ó menos grueso. La caída al suelo de las diferentes materias arrojadas alrededor del orificio de erupción, da origen á un montecillo cónico, en el cual las cubiertas sucesivas de arena y de escoria forman listas que bajan en todas direcciones partiendo del eje central. Sin embargo, un ancho hueco llamado *cráter* queda en medio del montecillo abierto al paso continuo ascendente del vapor y de los demás fluidos gaseosos. Algunas veces la lava corre por encima de los bordes de este cráter y aumenta así el espesor de las paredes del cono al mismo tiempo que duplica su solidez, pero otras veces rompe el cono en un punto de su circunferencia (figura 834) y con frecuencia entonces corre desde la hendidura hasta al pie del montecillo ó hasta cierta distancia de su base.

COMPOSICION Y NOMENCLATURA. Antes de hablar de la relación que existe entre los productos de los vol-