

la impresion del tegumento ó piel del pie; pero en un ejemplar muy notable descubierto por el doctor Deane en Turners, Falls, sobre el Connecticut, la conservacion ha sido tan perfecta que Owen ha podido asegurar que reproducia la piel de un avestruz y no la de un reptil. Se necesitan muchas precauciones para determinar la capa precisa de roca hojosa sobre que ha pasado el animal, porque ordinariamente la impresion se observa en varias hojas; y si ha desaparecido la hoja superior sobre que ha pisado el animal, la huella de una ó varias articulaciones y aun de un dedo entero puede faltar completamente.

El tamaño de varias de las impresiones fósiles en el gres rojo del Connecticut, excede tanto al que dejaria un avestruz vivo, que los naturalistas negaron en un principio que fueran pasos de aves, pero posteriormente se han descubierto en la Nueva Zelanda huesos y un esqueleto casi entero de *Dinornis*, así como otras aves gigantescas y sus dimensiones han disipado todas las dudas.

La anchura de las huellas del pie de un animal pesado que anda sobre un limo blando aumenta hasta cierta distancia partiendo del punto en que el animal ha puesto el pie. Es, pues, preciso para evitar toda exageracion tener en cuenta mas bien el relieve que el hueco de la impresion. Los relieves demuestran que algunos de estos bipedos fósiles han tenido un pie cuatro veces mas ancho que el del avestruz, pero quizá no mucho mas que el del *Dinornis*.

Se han descubierto tambien muy recientemente en un depósito de aluvion en Madagascar huevos de otra ave gigantesca llamada *Sepiornis*, y cuya desaparicion es probablemente obra del hombre. El huevo tiene seis veces la capacidad de un avestruz; pero á juzgar por las grandes dimensiones del huevo del *Apteryx*, Owen no cree que el *Sepiornis* haya excedido ni aun igualado al *Dinornis*.

Entre las huellas atribuidas á los bipedos, no se ha observado mas que una perfectamente distinta de un pie de cuatro dedos dirigidos hácia delante. Este ejemplo ha presentado una serie de cuatro impresiones, cada una de las cuales media 55 centímetros de largo y 30 de ancho, con articulaciones muy parecidas á las de los dedos entre las aves. Agassiz ha creído que podrian pertenecer á un Batracio bipedo gigantesco. Otros naturalistas han llamado la atencion sobre el hecho de que ciertos cuadrúpedos colocan al andar la extremidad del miembro posterior precisamente en el punto del suelo en que acaban de fijar el pie delantero y producen así una sola línea de impresiones como la de un bipedo. Por otra parte Waterhouse Hawkins ha observado que en Australia ciertas especies de ranas y de lagartos tienen los dos dedos externos tan poco desarrollados y tan rectos que no pueden menos de dejar sobre el limo y la arena impresiones tridáctilas. Un osteólogo americano, el doctor Leidy, ha hecho observar que el Pterodáctilo se acercaba tanto á las aves en la estructura y forma de los huesos de las alas y de la tibia, que ciertos reptiles de esta especie recogidos en la Creta y en el Weald en Inglaterra han sido tomados por Aves. Ahora bien, ¿el pie de un Pterodáctilo no hubiera podido parecerse tambien al de una Ave? Sea lo que quiera de esta opinion, la mayor parte de las impresiones en América concuerdan tan exactamente en forma y tamaño con las de los pasos de aves hoy vivas, especialmente de las que frecuentan las orillas de las aguas, que debemos por lo menos hasta el presente y por las analogías conocidas, referirlas mas bien á bipedos alados que á bipedos desprovistos de plumas.

No se han encontrado todavía osamentas de Pterodáctilo ó de aves en las rocas del Connecticut; pero se encuentran abundantes coprolitos. El doctor Dana ha demostrado ingeniosamente por el análisis de estos cuerpos y la determinacion de las proporciones de

ácido úrico, de fosfato, de carbonato de cal y de materia orgánica que contiene, que lo mismo que el guano son excrementos de Aves mas bien que de reptiles.

Algunas de las impresiones de cuadrúpedos que acompañan á las de Aves, son análogas al *Cheirotherium* de Europa y presentan una desproporcion semejante entre los pies posteriores y los anteriores; otras recuerdan al *Rhynchosaurus* del Trias de Inglaterra, reptil que ciertos caracteres osteológicos recuerdan á un tiempo á los Quelonios y á las Aves. Finalmente varias impresiones parecen pertenecer á Tortugas.

Segun Darwin «los Avestruces de la América del Sur, aunque se alimentan habitualmente de materias vegetales y raíces de yerbas, etc. Se adelantan durante las mareas bajas en Bahía-Blanca á 39° de latitud S. en la costa de Buenos Aires, hasta la playa de Limo que entonces queda seco, y van segun dicen los gauchos á alimentarse allí de pececillos.» Penetran sin dificultad en el agua, y se les ha visto en la bahía de San Blas y de Puerto Valdés en Patagonia, nadar de isla en isla. Es, pues, evidente que en nuestros días, en la América del Sur, el limo de las riberas es frecuentado á un mismo tiempo por avestruces, aligatores, tortugas y animales análogos á las ranas; ahora bien, las impresiones de pasos que dejan estas diferentes tribus no se diferencian unas de otras mas que las observadas en las rocas del Connecticut, y que han sido atribuidas á las Aves, á los Saurios, á los Quelonios y á los Batracios.

En el estado actual de nuestros conocimientos no es posible establecer exactamente la edad del Gres Rojo y del esquisto que contienen las impresiones en los Estados- Unidos; no se ha encontrado todavía concha alguna fósil ni planta bastante bien conservada para poderse determinar. Los peces son abundantes en él y se hallan en estado perfecto; pertenecen á un tipo particular que se habia referido en un principio al género *Palæoniscus*, pero del cual ha hecho despues con razón Felipe Egerton el género nuevo *Ischypterus* llamado así por el tamaño y fuerza de los radios de la aleta dorsal. Los peces de este género se diferencian de los *Palæoniscus* como lo ha observado Redfield, en que su color vertebral se prolonga menos en el lóbulo superior de la cola, ó para usar el lenguaje de Agassiz, en que son menos heterocercos. Sus dientes tambien, segun Egerton, se diferencian de los del *Palæoniscus* en que son mucho mas fuertes y cónicos.

Es muy probable que los gres que contienen estos peces, sean mas antiguos que las capas de hulla que se encuentran cerca de Richmon en Virginia y que se remontan por lo menos á la misma época que la Oolita y el Lias. La mayor antigüedad de las rocas del Connecticut no puede demostrarse por la superposicion directa, pero la estructura general de la comarca parece autorizar á admitirlo. Esta estructura prueba que las rocas son mas modernas que los movimientos á que debe su altura la cordillera de los Apalaches ó de los Alleghanys, y la cordillera misma encierra entre sus rocas dislocadas la antigua formacion hullifera. En otro lugar expresamos la posicion discordante de Nuevo Gres Rojo de Ornitocnitas en las aberturas de las rocas primarias ó paleozóicas inclinadas de los Apalaches. La falta de peces francamente heterocercos no permitira colocar la formacion en la edad permiana, y la opinion que ve en el Gres rojo un miembro del Trias, parece en suma ser la mejor que se puede adoptar en el estado actual de nuestros conocimientos.

### CAPITULO XXIII.

#### GRUPO PERMIANO Ó DE LA CALIZA MAGNESIANA.

AL explicar en el capitulo precedente, el uso de la

palabra *poikilitica*, hemos dicho que en ciertas partes de Inglaterra costaba trabajo separar en dos sistemas geológicos distintos, los margas y gres rojos originariamente designados con el nombre de Nuevo Gres Rojo; sin embargo, gracias al progreso de las investigaciones y por medio de una comparacion detenida de las rocas que existen en Inglaterra entre el lias y el terreno hullifero, y de las que ocupan una posicion geológica semejante en Alemania y en Rusia, los geólogos han podido establecer divisiones en la formacion poikilitica. Al mismo tiempo se ha demostrado que la division inferior se relaciona mas estrechamente por sus restos fósiles con el grupo carbonífero que con el del Trias. Si se hubiera pues de trazar una línea de demarcacion entre las capas fosilíferas secundarias y las capas primarias, lo mismo que entre las terciarias y las secundarias, esta línea pasaria al través de la parte media de lo que se llamaba en otro tiempo el Nuevo Gres Rojo ó grupo Poikilitico. La mitad inferior de este grupo constituiria el terreno Primario ó Paleozóico, mientras que su porcion superior formaria la base de la serie secundaria. El miembro inferior ó Caliza Magnésiana de los geólogos ingleses, ha recibido de Murchison en 1841 el nombre de *Permiano*, del gobierno de Perm en Rusia, donde este terreno ocupa una superficie doble de la de Francia y contiene en abundancia fósiles muy variados.

En su monografía de los fósiles del *Permiano* de Inglaterra, ha dado King la tabla siguiente de los seis miembros de este sistema en el Norte de Inglaterra, en las formaciones que admite como sus correspondientes en Turingia.

#### Norte de Inglaterra.

1. Caliza cristalina, concrecionada y caliza no cristalina.
2. Caliza-brecha y pseudo-brecha.
3. Caliz fosilifera.
4. Galiza compacta.
5. Esquisto margoso.
6. Gres inferior de diferentes colores.

#### Turingia.

1. Stinkstein.
2. Rauchwacke.
3. Dolomit, ó Zechstein Superior.
4. Sechstein, ó Zechstein Inferior.
5. Mergel-Schiefer ó Kupferschiefer.
6. Rothliegendes.

Empezaremos por la mas elevada de estas subdivisiones remitiendo al lector para una descripcion mas detallada de los caracteres litológicos de todo el grupo, tal como se presenta en el Norte de Inglaterra, á una memoria importante publicada por Sedgwick en 1835.

*Caliza cristalina ó concrecionada* (núm. 1). Se puede observar esta formacion en la costa de Durham y en el Yorkshire, en el flujo y reflujo. Los fósiles característicos son principalmente el *Schizodus Schlotheimi* (fig. 368) y el *Myrtilus septifer* (fig. 369).

Se encuentran estas conchas en Hartlepool y en Sunderland, localidades en que la roca toma una estructura oolítica ó botriodea. Algunos de los lechos son ondulados y segun King, la ausencia de corales y el carácter de las conchas indicarian que la formacion se ha depositado en una agua poco profunda. En algunos puntos de la costa de Durham, la roca que no es cristalina contiene hasta 44 por ciento de carbonato de magnesia mezclado con carbonato de cal. En otros puntos, porque esta formacion varia extremadamente en su composicion y en su estructura, consiste principalmente en carbonato de cal y se presenta en for-

mas de masas concrecionadas globulares, hemisféricas, cuyo tamaño varia desde el de una bola de billar hasta el de una bala de cañon, y cuyo interior está radiado del centro á la circunferencia. A veces lechos terrosos y pulverulentos, pasan á una caliza compacta ó á una dolomia pura y granuguenta. La extraccion es muy irregular; bastante acentuada en algunos puntos, se halla en otros interrumpida por la accion de concreciones que han producido una nueva disposicion de los materiales de estas rocas posteriormente á su depósito. Se ven ejemplos de estos diferentes pasos en Pontefract y en Ripon (Yorkshire).

La *caliza-brecha* (núm. 2) no contiene fragmentos de rocas extrañas, sino que parece compuesta de detritus procedentes de la caliza peruviana misma, en la época de la consolidacion. Algunas de las masas angulosas de la quebrada de Tynemouth tienen sesenta centímetros de diámetro. Sedgwick considera esta brecha como una forma particular de la caliza precedente número 1, mas bien que como una capa regular subyacente. Sus fragmentos son angulosos y nunca han sido redondeados por la accion de las aguas; parecen haber sido cimentados en el sitio que ocupan en la época misma de la formacion del terreno. Se podria pues suponer que han sido producidos por esos movimientos interiores de la masa que determinan la estructura concrecionada. Pero este punto es muy oscuro, y si se examina el fenómeno en las rocas de Marston en la costa de Durham, se acaba por reconocer la imposibilidad de formar en este punto ninguna idea positiva. Las calizas brechas de los Pirineos parece que presentan en pequeño la mayor analogía con las anteriores.

La *caliza fosilifera* (núm. 3) contiene un gran número de delicados Briozoarios; esto seria pues segun King, una formacion de agua profunda. Uno de los Briozoarios, el *Fenestella retiformis* (fig. 371), es una especie muy variable, y ha recibido diferentes nombres. Algunas veces llega á un tamaño considerable; su diámetro puede llegar á 20 centímetros. Tambien se encuentra abundantemente en el Peruviano de Alemania el mismo zoófito, ó mas bien el mismo molusco, con otras varias especies propias de Inglaterra.

Diferentes conchas de los géneros *Productus* (figura 372) y *Strophalosia* (vecino del primero por los dientes que guarnecen el interior de la charnela), conchas que no se encuentran sino en las capas mas nuevas que el Peruviano, abundan en esta division de la serie, en el seno de las capas de la caliza magnésiana amarilla ordinaria. Van acompañadas de ciertas especies de *Spirifer* (fig. 374) y otros braquiópodos que tienen todos los caracteres de verdaderos tipos primarios paleozóicos. Algunas de las conchas de la misma tribu, tales como el *Athyris Roissyi*, vecino de la *Terebratula*, son específicamente las mismas que las de las rocas carboníferas. Las *Avicula*, *Arca*, *Schizodus* (fig. 368, 369, 370), y otros bivalvos lamelibranquios abundan en la misma caliza; pero los univalvos espirales son raros en ellas.

La *caliza compacta* (núm. 4) se relaciona íntimamente con la anterior y contiene tambien restos orgánicos, principalmente Briozoarios. Se halla sobrepueta al *esquisto margoso* (núm. 5) que consiste en arcillas calcaríferas duras, en esquisto margoso y en caliza en lechos muy delgados. Hacia East Tiekley, en el condado de Durham, esta division (núm. 5), mide 9 metros de espesor, ha producido algunos buenos ejemplares de peces fósiles pertenecientes á los *Palæoniscus*, *Pygopterus*, *Cælacanthus* y *Platysomus*, géneros que se encuentran en todas las capas hullíferas de la época carbonífera, y que probablemente han vivido cerca de las costas. Pero las especies del Per-

miano son particulares, y la mayor parte idénticas á las que producen los esquistos margosos y esquistos cupríferos de Turingia.

El *Palæoniscus* pertenece á la division de los *Heterocercos* de Hagassiz, peces cuya cola era desigualmente bilobulada, como en los tiburones y esturiones actuales, y la columna vertebral prolongada en el lóbulo caudal superior (fig. 475). Los homocercos, que comprenden casi en totalidad las ocho mil especies conocidas en la creacion viva actual, tienen la aleta caudal ya simple, ya igualmente dividida; pero en ellos la columna vertebral termina de repente y no se prolonga en ninguno de los lóbulos terminales (fig. 376).

Agassiz ha hecho observar el hecho singular de que la forma *Heterocerca*, limitada á un corto número de géneros en la fauna actual, se manifiesta por el contrario universal en la Caliza Magnesia, y en todas las formaciones mas antiguas. Esta circunstancia caracteriza en la historia de la tierra las épocas primitivas en que la organizacion de los peces, presentaba relaciones mas estrechas con la de los Saurios. En el seno de todas las capas que yacen encima de la Caliza Magnesia, los peces homocercos predominan.

Felipe Ejeriton ha dado una descripcion muy completa de las especies de peces características del sistema margoso, la cual se encuentra en la Monografía por el profesor King; en ella se ven figuras de Ictiolitos enteros y bien conservados. Las escamas mismas tienen caracteres tan marcados que bastan habitualmente para indicar el genero y algunas veces hasta la especie particular de los peces que han cubierto. Estas escamas se hallan frecuentemente muy esparcidas al través de las capas; pueden ser muy útiles para determinar la edad de una roca.

Los *Gres Inferiores* (núm. 6) que vienen debajo del esquisto margoso, consisten en gres y arenas que separan la caliza magnesia del terreno hullifero; en los condados de York y de Durham, se ha encontrado á veces una marga roja y yeso asociados á estas capas. Sedwick las ha clasificado con la caliza magnesia, aunque sus relaciones con esta caliza sean muy oscuras; pero son casi continuas con ella en el sentido de la extension. En algunas localidades, las plantas que ofrecen parecen todas específicamente idénticas con las de la serie carbonifera; si la identidad existe realmente, es probable que pertenezcan á esta época, porque segun las investigaciones de Murchison y Verneuil en Rusia y de Gutbier en Sajonia, la verdadera flora peruviana parece con pocas excepciones, distinta de la del terreno hullifero.

*Conglomerata dolomítico de Bristol.* En las cercanías de Bristol, en el Somersetshire, y en otros puntos á lo largo de las orillas del Severn, se observan capas discordantes de Nuevo Gres Rojo Inferior, que reposan inmediatamente sobre las capas del terreno hullifero, y estan formadas de un conglomerato llamado *Dolomítico*, porque los restos de rocas antiguas que le constituyen se hallan cimentados por una parte roja ó amarilla de dolomia, es decir, de caliza magnesia. Este conglomerato ó brecha (porque los fragmentos empastados son algunas veces angulosos) existe á trozos en las colinas que rodean á Bristol; llena los huecos é irregularidades de la caliza de montaña y se compone principalmente de los restos de la roca sobre que reposa inmediatamente. En tal punto contiene fragmentos de esquisto hullifero y en tal otro porciones de caliza de montaña que se reconoce en sus conchas y en sus zoófitos particulares. Algunas osamentas fracturadas y dientes de Saurios se hallan tambien dispersos en ciertas porciones de la brecha.

Hasta el descubrimiento del *Archegosaurus* en el terreno hullifero, estos Saurios eran los ejemplos mas antiguos de reptiles fósiles; se distinguen todos en que sus dientes se hallan profundamente implantados en los huesos de la mandíbula y en alveolos distintos,

en lugar de estar soldados como en las ramás á un simple rodete alveolar. En el conglomerato dolomítico de las cercanías de Bristol, se han observado restos que el doctor Riley y Stulchbury han llamado *Thecodontosaurus* y *Palæosaurus*. Los dientes en estos dos reptiles son cónicos, comprimidos, y tienen sus bordes finamente festoneados.

Enrique de la Beche ha demostrado que la posicion aislada de esta brecha fosilifera permitia difícilmente asignarla un lugar preciso en la serie poikilitica. Algunos geólogos piensan que podia pertenecer al Trias; pero hasta que no se introduzcan nuevos hechos, debe admitirse la opinion de los primeros observadores.

La Rusia presenta tambien en sus capas permianas, Saurios Thecodontes de diferentes géneros. Otros Saurios de un género llamado *Protosaurus* existen en el Zechstein de Turingia. Este último género se relaciona con el monitor moderno, y su aparicion en una formacion primaria ó paleozóica es contraria, como lo ha hecho observar Owen, á la doctrina del desarrollo progresivo, porque si existiera hoy, se colocaria á la cabeza del orden de los Lacertianos.

En Rusia, segun Murchison, las rocas permianas se componen de caliza blanca con yeso y cal blanca; tambien se encuentran en ellas gres groseros rojos y verdes que contienen accidentalmente mineral de cobre, y en fin, calizas magnesianas, margas y conglomeratos.

El pais de Mansfeld en Turingia, puede ser considerado como la tierra clásica del nuevo Gres Rojo Inferior, llamado por otro nombre caliza magnesia; ó formacion permiana. Produce, principalmente, en primer lugar el zechstein que corresponde á la porcion superior de la serie inglesa, despues el esquisto margoso, cuyos peces son de especies idénticas con las de la capa que lleva el mismo nombre en el condado de Durham. Este esquisto margoso se halla muy impregnado de piritas cuprosas por lo cual se le explota en grande. Entre las capas superiores de este grupo se encuentra la Caliza Magnesia, el yeso y la sal gemma. En su base yacen los Rothliedengies, que se consideran como correspondientes al Nuevo Gres Rojo Inferior arriba mencionado; y que ocupa en Inglaterra un horizonte semejante entre el esquisto margoso y el terreno hullifero. El nombre local de *Rothliedengies* (capas rojas), ó *Rothtod-liedengies* (capas rojas muertas), ha sido dado por los mineros alemanes por su color rojo, y porque el cobre *muere* ó desaparece cuando se llega á sus rocas, que no son metalíferas ni son en realidad mas que un gran depósito de gres rojo y de conglomerato á los cuales se hallan asociados póridos, traps basálticos y amigdaloides.

FLORA PERMIANA. Las recientes investigaciones de Gutbier ha demostrado que en las rocas perusianas de Sajonia no se cuentan menos de sesenta especies de plantas fósiles, entre las cuales, cuarenta no se han encontrado en otra parte. Entre estas las *Calanites gigas*, *Sphenopteris erosa* y *s. lobata*, se presentan tambien en el gobierno de Perm en Rusia. Otras siete son comunes al terreno hullifero; estas son en particular las *Neuropteris Loshii*, *Pecopteris arborescens* y *P. similis*, con algunas especies de *Walchia* (fig. 385), y un género de coníferas llamado *Licopodites* por algunos autores.

Entre el número de los géneros que han sido señalados por Gutbier figuran el fruto llamado *cardiocarpon* (fig. 386), la *Asterophyllites* y la *Annularia*, tan característicos del periodo carbonifero; se encuentra tambien el *Lapidodendron* comun al Permiano de Sajonia, de Turingia y de Rusia, aunque no sea en ninguna parte muy abundante. El *Noeggerathia* (fig. 387) que Brongniart supone haber sido inmediato á las *Cycas*, establece otro lazo entre la vegetacion permiana y la vegetacion carbonifera. Se observan igual-

mente en este terreno Coníferas de la division de las *Araucarias*, pero estas se encuentran á la vez en rocas mas antiguas y mas modernas. La *sigillaria* y *Stigmaria* que imprimen una fisonomia tan marcada al periodo carbonifero, han faltado hasta ahora en la formacion de que tratamos.

Entre los fósiles notables de los Rothliedengies, ó parte inferior del Permiano en Sajonia y en Bohemia, se citan troncos sicilificados de helechos arborescentes, designados con el nombre genérico de *Psaronius*. Su corteza estaba rodeada de una masa espesa de raices aéreas que aumentaban el espesor del tallo normal hasta el punto de doblar ó aun cuadruplicar el diámetro. El mismo hecho puede observarse en ciertos helechos arborescentes que existen al otro lado de los trópicos, particularmente en la Nueva-Zelanda.

Se designan tambien Psaronitas en la porcion superior del terreno hullifero de Hatau, en Francia, y en las capas hulliferas superiores del Ohio en los Estados-Unidos; pero son específicamente diferentes de las de los Rothliedengies. Forman un lazo entre la flora permiana y la porcion mas moderna del grupo carbonifero. En suma, es evidente que las plantas permianas se aproximan mucho mas á la flora carbonifera que á la del Trias, otro tanto puede decirse de la fauna permiana.

CAPITULO XXIV.

LA HULLA Ó GRUPO CARBONIFERO.

El primer grupo que se encuentra en el orden descendente es el carbonifero, comunmente llamado la *Hulla* porque contiene diferentes lechos de este combustible en estado mas ó menos puro y en estratificacion alternante como los gres, los esquistos y las calizas. La hulla propiamente dicha apenas forma por sí sola, aun en Inglaterra y en Bélgica donde abunda mas que una porcion insignificante de la masa total. En el Norte de Inglaterra, la potencia de las capas carboníferas se eleva, segun el cálculo de Philipps á mas de 900 metros, mientras que las capas de este combustible en número de veinte ó treinta no pasan de 25 metros en su conjunto.

La formacion carbonifera reviste caracteres diferentes en las diversas partes de las Islas Británicas. Ordinariamente se compone de dos miembros distintos: 1.º, el depósito de la hulla propiamente dicha de origen mixto, y comprendiendo formaciones de agua dulce, terrestres y marinas, entre las cuales se encuentran frecuentemente lechos de hulla; 2.º, la Caliza carbonifera ó Caliza de montaña de origen exclusivamente marino y conteniendo corales, conchas y encrinios.

En la parte Sud-Oeste de la Gran Bretaña, en el Somersetshire y la Galles de Sur, por ejemplo, las tres divisiones reconocidas por los geólogos ingleses, son las siguientes:

- 1. Depósito de la hulla (coal-measures). . . . . { Capas de esquisto arcilloso, de gres y de grit (gres grosero), con lechos delgados accidentales de hulla, de un espesor de 180 3600 metros.
- 2. Millstone-grit (gres de moler). . . . . { Gres cuarzoso, grosero, que pasa á un conglomerato, algunas veces empleado como piedra de moler con lechos de esquisto arcilloso; ausencia ordinaria de hulla espesor que pasa en cierto caso de 180 metros.

- 3. Caliza de montaña ó carbonifera. . . . . { Roca caliza que contiene conchas marinas y corales, desprovista de hulla; potencia variable, elevándose algunas veces á 275 metros.

Se puede considerar el *Millstone-grit* como un gres hullifero, pero de testura mas grosera y acompañada de esquistos arcillosos en los cuales se encuentran á veces plantas que dan hulla. En el Norte de Inglaterra este gres se halla atravesado por algunas fajas calizas que contienen peines, ostras y otras conchas marinas como en el depósito normal de la hulla, y aun presentan algunos lechos delgados de este combustible. Debe por consiguiente considerarse el grupo entero como compuesto de dos divisiones solamente; el depósito de la hulla (*Coalemasures*) y la Caliza de montaña. Se encuentra esta última division en Inglaterra en las cuencas del Mediodía, en la base del sistema, ó inmediatamente en contacto con el Viejo Gres Rojo subyacente; pero á medida que se avanza al Norte hacia el Yorkshire y el Northumberland, empieza á alternar con el depósito propiamente dicho de la hulla, y los dos depósitos forman juntos una serie de capas que miden unos 350 metros de espesor. A esta formacion mixta sucede la gran masa de la verdadera caliza de montaña, mas lejos hacia el Norte, en la cuenca hullifera del Fifeshire en Escocia, el tipo se separa mas y mas del Mediodía de Inglaterra, se observa una intercalacion aun mas completa de masas gruesas de caliza marina en los gres y esquistos que contienen la hulla.

En Irlanda se encuentra en la base de la Caliza de montaña un sistema de arcillas esquistosas y de esquistos que presentan un espesor de mas de 300 metros y para el cual por este motivo se ha intentado establecer una division aparte. Debajo de estos esquistos hay un gres amarillo que se considera tambien como carbonifero en razon á sus fósiles submarinos aun cuando pasa al Devoniano subyacente. Un gres semejante, pero de menor potencia ocupa una posicion idéntica en el Gloucestershire y en las Gales del Sur.

Griffith adopta en su carga geológica de Irlanda las subdivisiones siguientes.

- 1. Depósito de la hulla (*coal-measures*), Superior é Inferior. . . . . 315 á 670 metros
- 2. Millstone-grit. . . . . 115 á 550
- 3. Caliza de montaña, Superior Media (ó calp) é inferior. 365 á 1950
- 4. Esquisto carbonifero. . . . . 215 á 365
- 5. Gres amarillo (de mayo, etc.) con esquistos arcillosos y calizo. . . . . 120 á 610

DEPÓSITO DE LA HULLA.

En la Galles del Sur, el depósito de la hulla llega á un espesor de 3600 metros; sin embargo, los lechos que le componen parecen, á excepcion de la hulla misma, haber sido formados en una agua de mediana profundidad, durante un descenso lento, pero quizá intermitente, y en un pais donde los rios llevaban sin interrupcion su tributo, de sedimento fangoso y de arena. Esta misma superficie estaba cubierta á trechos de extensos bosques análogos á los que se ven en los deltas de los grandes rios en las regiones cálidas, y que estarian expuestos á ser sumergidos por las aguas dulces ó saladas si el agua bajara algunos decímetros.

Segun la Beche, las capas que tienen mas de 1000 metros de espesor total presentan diez masas princi-

pales de gres. Una de estas mide 150 metros de espesor, y todas juntas una potencia de 650. Están separadas por esquistos arcillosos que varían de 3 á 15 metros. Los lechos de hulla intercalados en el sistema, no tienen generalmente más que treinta centímetros á 1, m 50 de altura; uno de ellos atravesado por dos ó tres fajas de arcilla se eleva á 2, m 75. En otros puntos de la misma cuenca, los esquistos arcillosos dominan comparativamente á los gres. Algunos de los lechos de hulla se distinguen por mayor extensión horizontal pero todos reposan sobre una arcilla. Esta arcilla subyacente es una especie de esquisto arenáceo al cual se da algunas veces el nombre de *fire-stone* (piedra de fuego), y del cual se hacen ladrillos refractarios. El espesor de cada una de sus capas varía de 11 centímetros á 3 metros, y aun más; los mineros de la Gales del Sur las consideran como miembros esenciales de cada uno de los cien lechos de hulla que se encuentran en su cuenca. Forman, como ellos dicen, el piso sobre el cual reposa la hulla; algunas están mezcladas con una corta proporción de materia carbonosa, y otras están completamente teñidas de negro.

Todas estas capas de arcilla, como ha hecho observar Hogan, están caracterizadas por un género vegetal fósil llamado *Stigmara*, que se encuentran allí con exclusión de todos los demás. Además, mientras que los esquistos arcillosos supra-yacentes ó techos que cubren la hulla, abundan en helechos y en troncos de árboles aplastados y comprimidos, sin ninguna *stigmara*, estas plantas singulares conservan frecuentemente en la arcilla esquistosa sub-yacente, su forma natural, sus ramificaciones ordinarias, y envían al través del limo y en todas direcciones, raicillas delgadas y foliáceas, que se había juzgado en un principio ser verdaderas hojas. Varias especies de *Stigmara* habían sido reconocidas y descritas mucho tiempo antes que se hubiera demostrado su posición debajo de cada lecho de hulla, y su verdadera naturaleza, como raíces de árboles. Se les consideraba como plantas acuáticas que hubieran extendido libremente sus ramas y sus hojas al través del todo líquido, y hubieran sido envueltas en él.

## FLORA CARBONÍFERA.

Los hechos que anteceden deben demostrar al lector que será imposible encontrar una teoría satisfactoria sobre el origen de la hulla; mientras que no se haya descubierto perfectamente la verdadera naturaleza de las *Stigmara*. Antes de exponer lo que se sabe hoy sobre esta planta, y sobre otras, cuya descomposición ha contribuido á la formación de la hulla, es necesario trazar primero un rápido bosquejo de toda la flora carbonífera, vasto conjunto de plantas fósiles que nos son más familiares que ninguna de las que han vegetado anteriormente á la época terciaria. Debemos añadir con Goppert, que se encuentran algunas veces en la hulla misma, restos de todas las familias de plantas que caracterizan el depósito hullífero, circunstancia de un gran interés geológico para este terreno.

**HELECHOS.** El número de las especies carboníferas descritas hasta hoy, se eleva, según Brongniart, á unas quinientas. Quizá no es esto más que una porción de la flora total, pero este número basta para demostrar que en esta época geológica el reino vegetal se diferenciaba extremadamente de lo que es en los tiempos actuales. Causa admiración á primera vista la semejanza de un gran número de helechos, con los que viven hoy, y la diferencia de casi todos los otros fósiles excepto las Coníferas con nuestra flora actual. Sin embargo, respecto á ciertos helechos, como por ejemplo, el *Plectopteris* (fig. 388), no siempre es fácil decidir si se debe ó no referirlos á géneros dife-

rentes de los que han sido establecidos para la clasificación de las especies vivas; en cuanto á la mayor parte de las otras tribus que fueron contemporáneas de los vegetales precedentes, á excepción, sin embargo, de las Coníferas, suele ser difícil determinar la familia y aun la clase á que han pertenecido. Salvo algunos ejemplares bien conservados, los helechos del período carbonífero, están generalmente desprovistos de los órganos de la fructificación; á falta de este carácter, se han debido formar principalmente los géneros por la ramificación de las frondas y la distribución de las hojas sobre el tallo. La mayor parte de estas plantas parecen haber tenido las dimensiones de los helechos ordinarios de Europa; algunas, sin embargo, debían ser arborescentes, sobre todo las del grupo llamado *Caulopteris* por Lindley, y el *Psaronius* de que se ha hablado anteriormente.

Los helechos arborescentes actuales, pertenecen todos á un corto número de géneros de una misma tribu, las de las Polipodiáceas; en estas plantas el tronco está marcado de cicatrices que han dejado las hojas al caer y se parecen á las del *Caulopteris* (fig. 390). Se han extraído ya de las capas del terreno hullífero más de doscientos cincuenta helechos; aun cuando se dedujeran de este número algunas variedades que se hayan podido tomar por especies, en la ausencia de los caracteres suministrados por la fructificación, el hecho de esta multiplicidad sería ya muy notable porque la Europa entera no presenta hoy más de setenta especies vivas de la misma tribu.

**LEPIDODENDRON.** Se han referido á este género cerca de cuarenta especies fósiles del terreno hullífero. El tallo, de forma cilíndrica, está cubierto de cicatrices; la ramificación es siempre dicotómica (fig. 393). La fructificación se compone de conos con esporangios y esporos (fig. 396); esta circunstancia ha decidido á Brongniart y á Hooker á considerar estas plantas como *Licopodiáceas*. Algunas de ellas eran árboles grandes. Las figuras 392 á 394, representan un *Lepidodendron* fósil de 15 metros de altura, que se ha encontrado en la hornaguera de Jarrow, cerca de Newcastle; estaba tendido en un esquisto arcilloso, paralelamente á los planos de estratificación. Otros fragmentos descubiertos en la misma roca, hacen presumir por el diámetro de las cicatrices, que el vegetal adquiría dimensiones aun más considerables. Las *Licopodiáceas* vivas de que se cuentan unas doscientas especies, abundan en los climas tropicales. Generalmente se arrastran por la tierra, pero algunas crecen en dirección vertical por ejemplo el *Lepidodendron densum* de la Nueva Zelanda (fig. 395). Estos cuerpos constituyen muchas veces el núcleo de bolas concrecionadas de hierro arcilloso; están bien conservados y presentan un eje cónico alrededor del cual se encuentran abundantes escamas imbricadas y muy apretadas. La opinión de Brongniart generalmente adoptada hoy, es que el *Lepidostrobus* representa el fruto de *Lepidodendron*, y no es raro en efecto encontrar de estos frutos al extremo de las ramas de un *Lepidodendron* bien caracterizado.

**EQUISETÁCEAS.** A esta familia pertenecen dos especies fósiles de la hulla, una de las cuales, el *Esquisetum infundibiliforme* se encuentra en diferentes localidades de Europa y también en la Nueva Escocia; sus ramas están regularmente festoneadas, provistas de costillas que se prolongan con regularidad como en los frondosos tallos del *E. fluviatile*. El *E. giganteum* descubierto por Humboldt y Bompland, en la América del Sur, crece hasta 4 metros y 50 centímetros próximamente por 25 milímetros de diámetro; más recientemente Gardner ha observado uno en el Brasil que tenía 4 metros y 50 centímetros de altura. Finalmente, según Meyen, el *E. Bogotiense* se eleva á 4 ó 6 metros.

**CALAMITAS.** Las plantas fósiles de este nombre han

sido clasificadas en un principio entre las Criptogamas, y consideradas por la mayor parte de los botánicos como *Equisetáceas* gigantescas, en efecto, lo mismo que la Cola de caballo común, tienen un tallo hueco articulado y acanalado esteriormente (fig. 397 y 398).

Después de los descubrimientos de Germar y Corda, Brongniart ha demostrado en sus *Géneros de los Vegetales Fósiles*, que un gran número de Calamitas no han pertenecido á las Equisetáceas, ni probablemente á ninguna de las tribus desprovistas de flores; dicho autor cree que se aproximaban mucho más á las dicotiledones gimnospermas. Su estructura presentaba al rededor de una médula central un estuche leñoso atravesado de radios medulares regulares, y que cubría á su vez una corteza espesa. Con arreglo á los tallos fósiles que le han presentado esta estructura, Brongniart ha formado su género *Calamodendron*, comprendiendo varias especies que Cotta, Petzholdt y Unger referían al género *Calamitea*. El *Calamodendron* es liso por la parte exterior; está provisto de un canal medular articulado, y marcado por fuera con estrías verticales profundas; en una palabra, reúne todos los caracteres de las plantas fósiles á que los geólogos dan comúnmente el nombre de *Calamitas*. Después de la publicación del ensayo de Brongniart, Binney ha hecho en el mismo asunto varios descubrimientos importantes; por otra parte, Dawes ha publicado una descripción más completa de este singular fósil. La opinión de estos dos observadores ha sido confirmada por Williamson de Manchester, que ha examinado un ejemplar representado en la fig. 399; en el interior se ve un canal medular, cuyo carácter se refiere al *Calamodendron*, y que presenta en el exterior otro cilindro vertical, acanalado en su superficie externa, de tal manera que en el mismo tallo dos Calamitas se cubren una á otra. Está perfectamente demostrado que las dos no constituyen más que una sola planta, en efecto del contorno de cada articulación de la médula irradian prolongaciones que penetran en la zona leñosa; se ve en la fig. 399 hacia la parte baja de la cavidad, una vuelta ó círculo completo de estas prolongaciones; otras vueltas que siguen son incompletas; varios de los radios se hallan aun en su sitio primitivo, mientras que los otros han desaparecido, dejando sus puntos de inserción marcados por cicatrices; además de estas prolongaciones verticiladas, se observan en otros ejemplares un conjunto de verdaderos radios medulares ordinarios. La zona leñosa penetra al mismo tiempo por las prolongaciones de que tratamos, y por los radios medulares verdaderos, se halla ordinariamente en estado de materia carbonosa parda, no conservando más que cierta tendencia á separarse en partes longitudinales; pero presenta aun en algunos ejemplares su tallo fibroso parecido al de el *Dadoxylon*; en fin, fuera de esta zona se ve otro cilindro que debe haber sido primitivamente una corteza celular gruesa; iguala casi á la tercera parte del tallo en diámetro, y presenta exteriormente articulaciones y canales semejantes á las de la médula.

En suma, por estos mismos descubrimientos se hace más y más difícil determinar la verdadera familia á que se deban referir el mayor número de Calamitas. La organización interior de estas plantas, dice Williamson; era enteramente particular; si por una parte presentaban íntimas afinidades con las dicotiledones gimnospermas, por otra parte la disposición de su tejido difería esencialmente de todas las formas de Gimnospermas conocidas.

**ASTEROPHYLLITAS.** La graciosa planta que representa la fig. 400, sería según Brongniart un tallo de *Calamodendron*; su médula y radios medulares anunciarían una planta dicotiledona. Por la naturaleza de su tejido parece vecina de las Gimnógenas y del género *Sigillaria*. Pero bajo el nombre de *Asterophyllites* se han comprendido diferentes restos de vegetales que

probablemente pertenecían á distintos géneros. En realidad estos restos no tienen por carácter común más que la existencia de hojas estrechas verticiladas y que presentan una sola nervadura. El doctor Newberry del Ohio, ha descubierto en la hulla de aquel país, tallos fósiles provistos hacia su extremidad de hojas en forma de cuña, semejantes á las del *Sphenophyllum*, mientras que más abajo las hojas eran tubulosas y capilares, y habrían ciertamente recibido el nombre de *Asterophyllites* si se las hubiera encontrado desprendidas. De este hecho Newberry ha deducido que el *Sphenophyllum* era una planta acuática, cuyas hojas superiores flotantes, eran anchas y ofrecían una disposición complicada en sus nervaduras, mientras que las hojas inferiores ó sumergidas, eran lineales y provistas de una sola nervadura. «Semejante suposición, añade, adquiere mucha probabilidad por la longitud extremada y la delgadez de las ramas de esta planta, cuya naturaleza herbácea parece haber exigido para medio un elemento más denso que el aire.

**SIGILLARIA.** Una gran parte de los árboles del período carbonífero pertenecen á este género, del cual se conocen cerca de treinta y cinco especies. La forma y la estructura de las sigillarias eran completamente particulares, y si se las compara con los tipos actuales, se las encuentra muy anómalas. Brongniart en un principio ha referido estas plantas á los helechos, á los cuales se parecen en efecto por sus vasos en forma de escala, y hasta cierto punto, por las cicatrices que han dejado las bases de las hojas después de su caída (fig. 404). Pero si se relacionan con las Criptogamas por algunos caracteres, su organización interior las aproxima mucho á las Cycadeas, y algunas de ellas parecen decididamente haber estado provistas de largas hojas lineales, totalmente diferentes de las de los helechos. Las sigillarias se elevaban á veces hasta la altura de 21 metros; su tronco era cilíndrico, regular, no ramificado aunque algunas fueran dicotomas hacia su extremidad superior. Este tronco acanalado y cuyo diámetro variaba de 30 centímetros á 1 metro y 50 centímetros, se descomponía según parece más rápidamente por dentro que por fuera y acababa por quedarse hueco conservando su posición vertical; cuando caía se aplastaba por la compresión. Por esto la corteza de las dos caras de aplanamiento, corteza convertida hoy en hulla brillante y frágil, forma con frecuencia dos capas horizontales sobrepuestas una á otra, cada una de 12 á 25 milímetros de espesor. Estos mismos tallos cuando se hallan dirigidos oblicua ó verticalmente con relación á los planos de estratificación, conservan su forma cilíndrica primitiva; entonces no han sufrido compresión y su canal medular se ha llenado de arena que se ha amoldado al interior.

El doctor Hooker creyó ver en las *Sigillarias*, Criptogamas mucho más desarrolladas que ninguna de las plantas de la misma clase que forman parte de la creación actual: la estructura escalariforme de sus vasos concuerda perfectamente con la de los helechos. **STIGMARIA.** Este fósil había sido tomado en un principio por planta acuática. Hoy existe la prueba de que era una raíz de Sigillaria. Por ciertos caracteres botánicos Brongniart fue el primero que sospechó los lazos que debían existir entre la raíz y el tallo. Esta opinión ha sido confirmada por las observaciones directas de Binney en la cuenca hullífera del Lancashire, y muy recientemente de una manera aun más cierta, por Brown, en su descripción de las *Stigmarias* contenidas en las arcillas del terreno hullífero, en la isla del cabo Breton, en Nueva Escocia.

En el ejemplar que manifiesta la fig. 402, las raíces se extendían en un radio de 4,80 metros; algunas enviaban raicillas en todas direcciones en la arcilla inmediata.

Las quebradas de South Joggins en Nueva Escocia han presentado sigillarias en posición vertical, y de su