

po una isla en el mar cretáceo. Al Mediodía del mismo espacio, se encuentra una formación que puede asimilarse por sus caracteres mineralógicos a la creta aunque en ciertos puntos la roca pasa a la estructura oolítica. Los fósiles de esta formación y los de la creta, son en suma perfectamente semejantes, sobre todo ciertas especies de los géneros *Spatangus*, *Ananchytes*, *Cidarites*, *Nucula*, *Ostræa*, *Gryphaea* (*Ecogyra*), *Pecten*, *Plagiostoma* (*Lima*), *Trigonia*, *Catulus*, (*Inoceramus*) y *Terebratulæ*. Pero como lo hace observar Archiac, las ammonitas de que tantas especies se encuentran en la creta del Norte de Francia, son siempre muy raras en la región del Sur; los géneros *Hamita*, *Turrilita* y *Scaphita*, y quizá también la *Belemnita*, faltan totalmente.

Por otra parte, ciertas formas comunes en la región meridional de Francia, son raras ó faltan totalmente en la región septentrional, particularmente varias *Hipuritas*, *Esferulitas* y otros individuos de la gran familia de los *Rudistos* (Lamarck), la cual no tiene ningún representante en la creación viviente, pero caracteriza enteramente las rocas cretáceas en el Mediodía de Francia, en España, en Sicilia, en Grecia, y en otras comarcas inmediatas al Mediterráneo.

La especie llamada *Hippurites organisans* (figura 238), es más abundante que ninguna otra en el Mediodía de Europa; el geólogo debe pues familiarizarse con la forma representada por el molde *d*, mucho más común en diferentes mármoles compactos del período cretáceo superior que la concha misma, la cual á veces ha desaparecido totalmente. Las acanaladuras y costillas redondeadas, lisas, longitudinales de la forma interior en esta especie de hipurita, son enteramente diferentes de las del exterior, y llegan en algunos individuos á grandes dimensiones en longitud y latitud.

En la región cretácea sobre que está situada Perigieux, y los Pirineos, existe otro espacio ocupado por capas terciarias que ocultan las rocas cretáceas excepto en los puntos en que estas han sido puestas á descubierto por la destrucción de las formaciones más recientes. En estos puntos las rocas cretáceas presentan aun todos los caracteres particulares de la creta blanca, pero se hallan penetrados de granos verdes. Hasta Tercis, sobre el Aduor, cerca de Dax, Grateloup ha encontrado en el seno de las capas el *Ananchyte ovata* y otros fósiles de la creta de Inglaterra, al mismo tiempo que *Hipuritas*.

ROCAS CRETACEAS EN LOS ESTADOS-UNIDOS.

Si nos trasladamos al continente de América, encontraremos en el Estado de Nueva Jersey una serie de capas arenosas y arcillosas que difieren completamente de nuestro sistema cretáceo superior, y que podríamos sin embargo, bajo el punto de vista paleontológico, clasificar en la misma división. Morton y Conrad, que han estudiado los fósiles de estas capas en 1834, han juzgado que las capas eran en general de la misma edad que la creta y el gres verde de Europa. La formación consiste principalmente en gres verde y marga verde que cubre una caliza coralina de un amarillo pálido; los fósiles se refieren en su mayor parte á los de nuestras series europeas, desde los lechos de Maestricht hasta los de Gault inclusive. Lyell ha recogido, en 1841, sesenta conchas de los depósitos de Nueva Jersey; cinco de ellas eran idénticas á las especies de Europa: estas eran la *Ostræa larva*, *O. vesicularis*, *Gryphaea costata*, *Pecten quinquecostatus* y *Belemnites mucronatus*. Como algunas de estas conchas presentan en Europa un gran desarrollo en sentido vertical, no debe causar admiración el verlas reaparecer más frecuentemente que las otras en las regiones más apartadas del globo.

Aun cuando las especies se diferencien, se reconocen en las formas genéricas un carácter decididamente cretáceo, como en las *Baculitas*, ciertas Ammonitas, el *Inoceramus* y otros varios bivalvos. Quince de las sesenta especies citadas son consideradas por Forbes como excelentes representantes geográficos de fósiles cretáceos bien conocidos en Europa. Se encontrarán estas relaciones bastante íntimas si se considera que la región de los Estados- Unidos donde la formación existe, se halla situada á 5 ó 6,000 kilómetros de la creta de la Europa central y septentrional, y que hay una diferencia de 10° de latitud entre los puntos que se comparan de una orilla del Atlántico á otra.

Los peces de los géneros *Lamna*, *Galeus* y *Carcharodon*, los reptiles del género *Mosasauros* son comunes á las capas de Nueva Jersey y á las rocas cretáceas de Europa. A esto se agrega generalmente el *Plesiosaurus*, reptil conocido en la creta inglesa y del cual según el doctor Harlan se encontró una vértebra en la marga cretácea de Mullica-Hill en Nueva Jersey. Pero el doctor Leidy ha demostrado que el hueso en cuestión no procedía de un saurio sino de un cetáceo. El descubrimiento de otro mamífero de la tribu de las vacas marinas (*Stenorhynchus vetus*, Leidy) en un lecho inferior de la serie cretácea de Nueva Jersey, parece mejor demostrado.

Desde Nueva Jersey la formación cretácea se extiende al Sur, hasta la Carolina del Norte y la Georgia, atravesando por intervalos las capas terciarias entre los montes Apalaches y el Atlántico. En seguida rodea la extremidad de esta cordillera en el Alabama y el Mississippi, y vuelve por el Norte al Tennessee y al Kentucky. Se la ha reconocido en la parte alta del valle del Misuri, hacia los 48° de latitud, es decir, hacia el fuerte Mandan; de tal manera que con los límites que se le han trazado hasta hoy en la América del Norte, iguala quizá en extensión á la formación cretácea de Europa, y excede en los Estados Unidos al desarrollo de los terrenos fosilíferos de cualquiera otra edad. Esta formación se diferencia de tal modo de la creta blanca de Europa por el carácter mineralógico, que en la América del Norte, la piedra de cal (*Limestone*) no se encuentra sino por excepción. En el Alabama mismo un miembro calizo de este grupo compuesto de piedras margosas se parecía más al lias de Inglaterra y de Francia que ningún otro depósito secundario de Europa.

En la base del sistema en Alabama, se han observado masas gruesas de piedras enteramente móviles procedentes de la degradación de las rocas paleozóicas (ó carboníferas) y que no se podían distinguir del aluvion ordinario sino por su posición; estaban cubiertas de margas donde abundaban los *Inoceramos*.

En Tejas, según Roemer, la creta presenta además otro carácter litológico, y se compone en gran parte de una caliza dura silicea, pero los restos orgánicos no dejan duda alguna acerca de su edad: estos son el *Baculites anceps* y otras diez especies comunes á Europa.

En la América del Sur, en Bogotá, Colombia y otras partes, se han descubierto capas que contienen Ammonitas, Hamitas, Inoceramos y otras conchas características.

En el Sur de la India, en Pondichery, Verdachillum y Trinconopoly, Kaye y Egerton han recogido fósiles pertenecientes al sistema cretáceo. Comparados con los de los Estados- Unidos, prueban, dice Forbes, que las causas que han impreso un sello particular á las formas de los animales marinos de este período, han prevalecido á la vez en los mares de la India, de la Europa y de la América.

En la India, como en el Norte y Sur de América se reconoce fácilmente el carácter cretáceo, aun en ausencia de toda identidad específica entre los fósiles,

y otro tanto puede decirse en cuanto al tipo orgánico de las rocas que en Europa y en la India tocan á la creta, ya sea en el orden ascendente ya en el descendente, como las del Eoceno y de la Oolita.

CAPITULO XVIII.

FORMACIONES CRETÁCEA INFERIOR Y WEALDIANA.

Se había dado generalmente el nombre de *Gres Verde Inferior* á la porción de la serie cretácea más antigua que el gault, pero se han encontrado inconvenientes en una denominación que se aplicaba á capas de las cuales un gran número en Inglaterra y en otras comarcas de Europa carecen de partículas verdes. Además una subdivisión del grupo cretáceo superior había recibido igualmente el nombre de gres verde, y para evitar toda confusión se habían debido introducir en la ciencia los términos *Gres Verde Superior* y *Gres Verde Inferior*. Estas designaciones parecen indicar como valor una especie de paridad que no existe, porque el *Gres Verde Inferior* en la más lata acepción de la palabra, comprende una serie casi tan importante como el grupo cretáceo superior todo entero, desde el gault hasta las capas de Maestricht inclusive, mientras que el *Gres Verde Superior* no es más que un miembro subordinado de este mismo grupo. Algunos geólogos eminentes han propuesto pues reemplazar el nombre de *Gres Verde Inferior* por el de *Neocomiano*, atendiendo al desarrollo considerable que presentan cerca de Neuchatel (*Neocomun*) en Suiza, estas capas del *Gres Verde Inferior*, uno de los elementos principales de las montañas de Jura. Los mismos geólogos clasifican las capas de Weal en el *Neocomiano inferior*, clasificación que nos parecerá racional cuando expliquemos las relaciones íntimas que existen entre los fósiles del *Gres Verde Inferior* y los de Weald.

El doctor Fitton en la monografía de la formación *Cretácea Inferior* (ó *Gres Verde*) de Inglaterra, da el cuadro siguiente de la sucesión de las rocas en algunos puntos del condado de Kent:

Núm. 1. Arena blanca amarillenta ó ferruginosa con concreciones calizas y chert.	21 metros.
2. Arena con materia verde.	21 á 30 metros.
3. Piedra caliza llamada Rag de Kent.	18 á 24 metros.

En su descripción detallada del bello corte de Artherfield, al Sur de la isla Wight, se observa la ausencia completa de caliza; en suma, las variaciones en la composición mineral de este grupo, aun en distritos contiguos, son muy grandes; y cuando se comparan las capas de Artherfield con las de Hythe (Kent), á una distancia de 150 kilómetros se ve que la serie en su conjunto presenta un aspecto muy diferente.

Por otra parte Forbes ha demostrado que en las sesenta y tres capas de Artherfield, cuyo espesor total es de 275 metros, algunos fósiles se hallan esparcidos en toda la serie, y otros son particulares á tal ó cual división. Como prueba de la identidad cronológica del conjunto del sistema, ha establecido que siempre que se reproducen condiciones semejantes en las capas formadas en último lugar, reaparecen las mismas especies. Los cambios en la profundidad ó en la naturaleza mineral del lecho del mar, la presencia ó ausencia de cal ó de peróxido de hierro, la existencia de un fondo cenagoso, arenoso ó pedregoso coinciden con la expulsión de ciertas especies y el predominio de algunas otras. Pero estas diferencias de condiciones son por su naturaleza minerales, químicas y locales; no han podido producir la extinción de ciertos ani-

males ni de ciertas plantas en un perímetro extenso. La regla que propone este eminente naturalista para reconocer el establecimiento de un nuevo orden en el mundo animado, está basada en la representación de los géneros correspondientes de moluscos y otros seres orgánicos por especies nuevas y diferentes. Cuando las formas propias de una arena móvil ó de una arcilla blanda, de un fondo calizo ó pedregoso, dé una agua baja ó de profundidad considerable, se repiten con el conjunto de todas las mismas especies, el tiempo que ha transcurrido durante la acumulación, ha debido ser, geológicamente hablando, muy corto, por considerable que sea la masa acumulada. Pero si siendo los géneros los mismos, las especies han cambiado, hay derecho de suponer un nuevo período, y entonces ni la semejanza del clima, ni la similitud de las condiciones geográficas ó locales pueden recordar ya las especies antiguas que una larga serie de masas destructoras han aniquilado gradualmente. Pasando del *Gres Verde Inferior* al Gault, se encuentra repentinamente uno de estos cambios de período, porque casi ninguna de las especies fósiles es común á los sistemas cretáceos superior é inferior; este vacío no deja duda alguna acerca de la ausencia de varios eslabones en la serie de los monumentos geológicos; quizá algún día podremos reunirlos.

Una de las conchas más abundantes en las capas enteramente inferiores del *Gres Verde Inferior* de Artherfield, es la gran *Perna Mulleti* (fig. 239).

En el Sur de Inglaterra, durante la acumulación del *Gres Verde Inferior*, el lecho del mar parece haber bajado de una manera continua, desde el principio del período en que las capas de agua dulce del Weald fueron sumergidas, hasta el depósito de las capas sobre que reposa el Gault inmediatamente.

Piedras de gres cuarzoso, de jaspe, de esquistos silíceos, al mismo tiempo que granos de clorita y de mica, indican suficientemente la naturaleza de las rocas cuya destrucción dió origen á las capas de *Gres Verde*. La sumersión del suelo compuesto de esta roca, fue sin duda alguna anterior á la formación de la *Creta Blanca*, cuyo depósito debió efectuarse en un mar más abierto y en aguas más claras.

Los fósiles del *Cretáceo Inferior*, se diferencian la mayor parte específicamente, de los del *Cretáceo Superior*.

Entre los primeros, se encuentra frecuentemente el género *Scaphites* (fig. 240) ó *Ancyloceras*, descrito con justa razón como una ammonita más ó menos desarrollada; el *Nantilus plicatus* (fig. 241), la *Trigonia caudata* que se encuentra igualmente en las islas de Blackdown; y en fin una *Gervillia*, género bivalvo vecino de la *Avicula*.

FORMACION WEALDIANA.

Debajo del *Gres Verde Inferior*, se observa en el Suroeste de Inglaterra, una formación reciente que se llama *Weald*. Aunque su extensión horizontal en Europa sea limitada, en comparación de la *Creta Blanca* y *Gres Verde*, esta formación presenta un gran interés geológico, porque los restos organizados que contiene dan alguna luz acerca de la naturaleza de la fauna y de la flora terrestre de la época cretácea inferior. Se ha dado el nombre de *wealdiano* á este grupo, porque ha sido estudiado primitivamente en ciertas partes de los condados de Kent, de Surrey y de Sussex, llamada *Weald*. El doctor Mantell demostró desde 1822 en su *Geología del Sussex*, que el grupo entero era de origen fluvial, apoyándose en la ausencia total de las Ammonitas *Belemnitas*, *Terebratulæ*, *Equinitas*, *Corales* y otros fósiles marinos que tan bien caracterizan las rocas cretáceas situadas encima y las capas oolíticas que yacen debajo, este sabio demostró la presencia en el *Weald* de las *Paludinas*, *Melánias* y otras conchas

fluviales, así como de las osamentas de reptiles terrestres, y de las plantas del mismo género.

Esta posición tan inesperada de una masa gruesa de origen de agua dulce debajo de un depósito formado en un mar profundo constituía un fenómeno con el cual nos hemos familiarizado después, pero que en un principio fue acogido con incredulidad. Sin embargo, la situación relativa de los lechos no admitía equivocación; se veía distintamente á la creta pasar por debajo del Gres verde inferior en diferentes puntos de los condados de Surey, de Kent y de Sussex, y reaparecer en la isla de Wight en la base de la serie cretácea, extendiéndose probablemente por debajo de la superficie del país.

En el S. E. de Inglaterra, inmediatamente debajo del Weald, se encuentra otra formación de agua dulce llamada el Purbeck, que consiste en diferentes clases de caliza y de margas, y contiene especies particulares de moluscos, *Cypris* y otros fósiles. Como hoy está demostrado por esta formación, por sus restos orgánicos, pertenece más bien á la serie oolítica que á la serie cretácea, hablaremos de ella en otro capítulo.

Arcilla de Weald. La división superior ó arcilla de Weald, debe exclusivamente su origen al agua dulce; no solamente sus lechos superiores concuerdan por su estratificación con las capas inferiores del Gres verde inferior, sino que además son de una composición mineral enteramente semejante. Para explicar este hecho, se supone que estando descendiendo el delta de un gran río de una manera bastante tranquila para permitir al mar extenderse sobre el espacio ocupado primitivamente por el agua dulce, el río continuaba sin embargo acarreado los mismos sedimentos al mar. Lo que apoya esta suposición, es que se han descubierto restos del *Iguanodon Mantelli*, reptil terrestre, gigantesco que caracteriza perfectamente el Weald, cerca de Maidstone en el Crag de Kent, ó caliza marina del Gres verde inferior que está encima del Weald; algunos de los saurios que habitan el país regado por el gran río habrían, pues, continuando existiendo después de que el país fue sumergido por el mar. Así es como en nuestros días, se sepultan osamentas de enormes aligatores en las capas de agua dulce del delta Ganges. Pero si una porción de este delta llegara á bajar y se encontrara cubierta por las aguas del mar, se acumularían formaciones marinas en el mismo sitio donde se depositaban los lechos de agua dulce, mientras que el Ganges continuaría lanzando sus aguas turbias en la misma dirección y llevando hacia el mar los esqueletos de las mismas especies de animales; estos restos se encontrarían así sepultados á un mismo tiempo en capas de agua salada y en capas de agua dulce subyacentes.

El *Iguanodon* que ha sido descubierto por el doctor Mantell, ha dejado más restos en las capas wealdianas de los condados del S. E. y de la isla de Wight que ninguno de los otros géneros de saurios que están asociados á él. Este reptil era herbívoro y según Cuvier, el más extraordinario que ha existido jamás; sus dientes, aunque presentan una gran analogía por su forma general y sus bordes festoneados (fig. 245 a y 245 b) con los de las Iguanas que frecuentan hoy los bosques de los trópicos en la América y en las Indias occidentales, presentan sin embargo diferencias muy notables. Muchas veces están desgastados por la masticación mientras que los reptiles herbívoros actuales cortan y roen los vegetales de que se alimentan pero no los mascan; si sus dientes se han adelgazado muchas veces, nunca tienen como los del *Iguanodon* fósil una corona plana que había servido para la trituración (fig. 246 b) y que daba á el diente una semejanza con las muelas de los mamíferos herbívoros. El doctor Mantell calcula que los dientes y osamentas de esta especie que ha examinado han pertenecido á más de setenta y un individuos diferentes en edad y en ta-

maño, algunos apenas salidos del huevo y otros cuyo fémur media cerca de 60 centímetros de circunferencia. Sin embargo, aunque los dientes se encuentran en más abundancia que los demás huesos del esqueleto, es notable que no se hayan encontrado sino muy tarde los restos de la mandíbula. Este descubrimiento se ha hecho en las capas de Tasting en el bosque de Tilgate; las proporciones del animal son algo mayores de lo que se había supuesto en un principio. El doctor Mantell, que no está de acuerdo con el profesor Owen en cuanto á las dimensiones de la cola, calcula que la longitud de estos saurios podría ser de 15 á 18 metros. El mayor fémur que se ha descubierto mide un metro y 495 milímetros de largo por 625 milímetros de circunferencia y un metro 50 milímetros alrededor de los cóndilos.

Se encuentran accidentalmente bancos de caliza (mármol de Sussex), en la creta de Weald; se componen casi enteramente de una especie de *Paludina* que se parece mucho á la *P. vivipara* común de los ríos de Inglaterra.

Los caparzones de *Cypris* son muy numerosos en ellos; é imprimen algunas veces á la roca una estructura finamente laminar como lo hacen las pajas de mica. Las mismas margas de *Cypris* existen en las capas terciarias lacustres de Auvernia.

Arenas de Hastings. La división inferior del Weald consiste en arena, gres (*grit*) calcáreo, arcilla y esquisto. Las capas arcillosas se encuentran en ella poco más ó menos en la misma proporción que las capas arenáceas. El gres calizo y *grit* del bosque de Tilgate, cerca de Cuckfield, donde se han descubierto por primera vez restos de *Iguanodon* y de *Hileosaurus*, constituyen el miembro superior de la formación; la roca blanca de arena de los peñascos de Hastings, que tiene 30 metros de espesor, es uno de los miembros inferiores de la misma formación. Los reptiles son en ella muy abundantes; y se refieren en parte á saurios de que Mantell y Owen han hecho ya ocho géneros entre los cuales se observan independientemente de los ya citados, el *Magalosaurus* y el *Plesiosaurus*. Las mismas capas ofrecen el *Pterodactilo*, reptil volante, y diferentes restos de *Quelonios* de los géneros *Emys* y *Trionyx* confinados en nuestros días á las regiones tropicales.

La mayor parte de los peces del Weald se refieren á los órdenes de los *Ganoideos* y *Placóideos*. En él se encuentran gran número de dientes y escamas de *Lepidotus* (fig. 250). Estos *Ganoideos* estaban unidos al *Lepidotus* ó sollo de los ríos de América. Su cuerpo estaba enteramente cubierto de anchas escamas romboidales muy gruesas y de superficie esmaltada. Se cree que la mayor parte de las especies de este género frecuentaban los ríos ó la embocadura de las bahías.

Las conchas de las capas de Hastings pertenecen á los géneros *Melanopsis*, *Melania*, *Paludina*, *Cyrena*, *Cyclas*, *Unio* (figura 251) y otros que habitan los ríos ó los lagos; pero se ha encontrado en Punfield, condado de Dorset, un banco que indica aguas salobres donde vivían los géneros *Corbula* (fig. 252), *Mytilus* y *Ostrea*. En algunos puntos, el lecho toma un carácter completamente marino por sus fósiles cuya mayor parte son particulares y algunos comunes al Gres verde inferior; tales son las *Ammonites Deshayesi*. Estos hechos demuestran las relaciones íntimas que unen entre sí las faunas de los períodos wealdiano y cretáceo.

A diferentes alturas de las arenas de Hastings se observan aquí y allá placas pequeñas de gres, y entre ellas lechos de arcilla de algunos metros de espesor. En Stammerham, cerca de Horsham, se observa que la arcilla se ha secado y se ha hendido antes que el lecho siguiente se halla depositado en su superficie. En estas hendiduras como en moldes, han podido formarse relieves que son aun visibles en la superficie inferior del gres (fig. 253).

No lejos de la misma localidad, se encuentra una piedra rojiza, en la cual se reconocen indicios innumerables de un fósil vegetal, aparentemente el *Sphenopteris*, cuyos troncos y ramas están dispuestas como si las plantas conservasen aun su posición natural; la arena parece haberles rodeado y cubierto depositándose tranquilamente. Hechos análogos han sido observados en algunos puntos de la formación.

En la misma división del Weald, en Cuckfield, existe un lecho de guijo ó conglomerato compuesto de fragmentos de cuarzo y de jaspe gastados por las aguas con osamentas rodadas de reptiles. Estos productos han debido ser transportados por una corriente probablemente en una agua poco profunda.

De esto se puede deducir que á pesar del gran espesor de esta división del Weald, el conjunto del depósito ha sido formado en una agua de profundidad moderada, y en la mayor parte de los casos sumamente salobre. La idea parecerá un poco atrevida á primera vista, sin embargo, no expresa más que la consecuencia natural de un hundimiento general y continuo de una bahía, en la cual un río descargara aguas turbias, por cada decímetro de hundimiento la roca fundamental descendería un decímetro bajo la superficie de las aguas, pero la bahía no adquiriría mayor profundidad si un nuevo depósito de lodo ó de arena se elevaba un decímetro sobre el fondo. Estas clases de capas se secan frecuentemente en la baja marea y aun pueden cubrirse temporalmente de vegetación.

SUPERFICIE DEL WEALD. No se puede precisar la extensión geográfica del Weald porque algunas formaciones marinas más modernas ocultan una porción considerable. Se le suponen unos 320 kilómetros del Oeste al Este, desde la costa del Dorsetshire hasta las cercanías de Boulogne en Francia, y poco más ó menos lo mismo del Nor-oeste al Sud-este, desde los condados de Surrey y de Hampton hasta Beauvais. Si la formación es continua en toda esta extensión, lo cual es muy dudoso, no se sigue que todo el conjunto sea de la misma edad, porque la geografía física del país ha sufrido modificaciones frecuentes durante este período y el estuario ha podido cambiar muchas veces de forma y aun de sitio. El doctor Dunker de Cassel, y Von Meyer, en una excelente monografía del Weald, del Hannover y de la Westfalia, han demostrado que los representantes de este terreno en los dos países corresponden tan exactamente con la serie inglesa por sus fósiles y sus caracteres mineralógicos, que no podría dudarse en referir el todo á un mismo y gran delta. Admitiendo que sea esto así, el desarrollo del depósito no excedería del de varios ríos modernos, por ejemplo, el Quorra ó Níger en Africa, que se extiende á más de 270 kilómetros en el interior y ocupa un espacio de más de 480 kilómetros á lo largo de la costa, cubriendo así una superficie igual á la mitad de Inglaterra.

Ignoramos hasta qué distancia el sedimento fluvial y los restos orgánicos de los ríos y de las tierras pueden ser transportados de la costa y esparcidos en el lecho del mar. Hablando del Misissipi, hemos manifestado que un delta más antiguo, que contenía especies de conchas semejantes á las que habitan hoy la Luisiana se había elevado en otro tiempo, de modo que ocupaba una vasta extensión geográfica, mientras que se hallaba en formación un delta más moderno. Cuando se busca el origen del Weald, es importante tener en cuenta la posibilidad de tales movimientos y los efectos que determinan. Si se nos pregunta donde estaba situado el continente cuyas ruinas han formado las capas del Weald, y cuyas aguas alimentaban un gran río, no estamos muy lejos de recurrir para responder, á la existencia primitiva de la Atlántide de Platon. La sumersión de un antiguo continente, por fabulosa que parezca bajo el punto de vista histórico, constituye geológicamente hablando, un hecho que ha debido renovarse muchas veces.

La verdadera dificultad consiste en la existencia prolongada de una vasta cuenca hidrográfica, de donde partirían, para dirigirse al mar, volúmenes de agua considerables; precisamente en una época en que el suelo inmediato del Weald, se hundía perpendicularmente 30 metros y aun más. Si las tierras adyacentes habían participado de este movimiento, ¿cómo hubieran evitado la sumersión? ¿cómo hubieran podido tampoco conservar su forma y su altura, de manera que continuaran siendo el punto de partida de una cantidad tan inagotable de agua dulce y de sedimento? Es preciso admitir que la tierra limitrofe permaneció estacionaria y aunque sufrió cierto alzamiento, pudo producirse un movimiento ascendente en una región y un movimiento contrario en otra región paralela y contigua, del mismo modo que hoy la parte Norte de la Escandinavia se eleva, mientras que la parte central (al Sur de Stocolmo) permanece fija, y la extremidad Sur de la Escania baja, ó por mejor decir, ha bajado durante el período histórico. Sin embargo, debemos dar por cierto, si adoptamos esta hipótesis, que la depresión de las tierras fue general en la mayor parte de la Europa al fin del período wealdiano, y que esta depresión sirvió para contener el Océano cretáceo.

FLORA DE LOS PERÍODOS CRETÁCEO INFERIOR Y WEALDIANO.

Las plantas terrestres de la época cretácea superior son poco conocidas; podía expresarse así porque las rocas de esta formación son todas de origen marino puro, y han sido formadas en su mayor parte á larga distancia de las tierras. Pero la vegetación del cretáceo inferior ó neocomiano, comprendiendo en él la de la arcilla wealdiana y de las arenas de Hastings, está representada por muchos restos. Brongniart en su división de la serie fosilífera total, adopta los tres grupos siguientes, únicamente según las plantas fósiles: capas primitivas, *edad de las Acrogenas*; capas secundarias á excepción de las cretáceas, *edad de las Gimnospermas*; capas cretáceas y terciarias, *edad de las Angiospermas*. Considera la flora del Cretáceo inferior como de un carácter transitorio entre la vegetación secundaria y la vegetación terciaria. Las Coníferas y Cicadeas (ó Gimnospermas) existían aun como en las épocas anteriores de la oolita y del trias; pero además de estas plantas se han reconocido desde hace mucho tiempo en la formación, hojas muy distintas de una dicotiledona angiosperma del género llamado *Creedneria*. Han sido encontradas en el *Guadersandstein* y en el *planerkalk* de los Alemanes, rocas del grupo Cretáceo Superior. Mas recientemente aun el doctor Deby ha descubierto en las capas Cretáceas inferiores de Aix-la-Chapelle, una gran variedad de fósiles dicotiledones pertenecientes á veinte y seis especies distintas algunas de las cuales tenían de 10 á 15 centímetros de longitud, y se hallaban en un perfecto estado de conservación. Faltando órganos de fructificación y frutos en estado fósil, se ha podido exagerar el número de las especies; pero se puede asegurar, con arreglo á las observaciones modernas, que cuando la creta inferior se formaba en Aix-la-Chapelle, los Dicotiledones angiospermas vivían en ella en número tan considerable como las Gimnospermas. Este descubrimiento ha sido importante relativamente á ciertas teorías populares, porque hasta tiempos muy modernos no se había encontrado representante de la clase de las *Exógenas*, que comprende las tres cuartas partes de las plantas actuales del globo, en ninguna de las capas más antiguas que el Océano. No obstante algunos geólogos han tratado de conciliar la escasez de los árboles de esta clase con las condiciones particulares de la atmósfera, durante los primeros períodos de la existencia del globo; han imaginado que el predominio de gases nocivos, y particularmente del ácido carbónico

en el seno de un aire mas condensado, habia estorbado el desarrollo, no solo de los animales de sangre caliente (mamíferos y aves), sino tambien de una flora análoga á la que existe hoy, mientras que los mismos elementos habrian sido favorables á la existencia de los reptiles y al desarrollo de la flora aerogena y gimnosperma. La coexistencia en la série Cretácea Inferior de Dicotiledones angiospermas muy abundantes con las Cicadeas y las Coníferas, y al mismo tiempo con una rica fauna erpetologica que comprendia los *Iguanodon*, *Megalosaurus*, *Hylaeosaurus*, *Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus* y *Pterodactylus*, no nos permite admitir para los periodos secundarios un estado meteorológico tan diferente del que domina en nuestros dias.

Entre las adiciones recientes que se han hecho á la flora fósil del Wealdiano, y que establecen un nuevo eslabon entre este terreno y la flora terciaria, debemos mencionar las *Girogonitas* ó esporangios de Chara descubiertos últimamente en la série de Hastings, en la isla de Wight.

CAPITULO XIX.

DESNUDACION DE LA CRETA Y DEL WEALD.

El geólogo debe estudiar las formaciones fosilíferas bajo dos puntos de vista diferentes: en primer lugar bajo el de su situacion en la serie, de su carácter mineralógico y de los cuerpos organizados que contienen; despues bajo el de su geografía física y del lugar que ocupan habitualmente como masas minerales y la estructura interior de la tierra, ya sea que ocupen el fondo de los lagos ó de los mares, ó bien que se les encuentre en la superficie ó en la



Corte á través del valle del Sena.

separados uno de otro por un intervalo de 3 á 6 kilómetros, muchas veces están enteramente desnudos y unidos como las colinas mas escarpadas de Inglaterra (downs); pero en varios puntos están cortados por una ó mas líneas de escarpados á pico ó en declive que constituye la creta blanca con pedernal. Se ven de trecho en trecho agujas separadas y especies de picos que se elevan en la línea del escarpado ó delante de esta línea como en c. En la ribera derecha del Sena, en los Andelys, se observa una serie de escarpados análogos en una longitud de unos 3 kilómetros, y sobre 15 á 30 metros de altura perpendicular; está interrumpida en su dirección por algunos valles, en uno de los cuales se ve una roca desprendida en aguja llamada la Cabeza de hombre (fig. 255 y 256).

La porcion superior de este peñasco está quebrada hácia todos los puntos del horizonte. Su altura vertical pasa de 6 metros hácia el lado de la colina, y de 12 hácia el Sena; su diámetro aproximado es de 9 metros. Su composición es la de las rocas mas considerables que existen á su inmediación; está formada de creta blanca, á veces cristalina como el mármol, con lechos de pedernal noduloso y masas tubulares del mismo mineral. Los lechos de pedernal suelen sobresalir de 120 á 150 centímetros fuera de la creta,

base de las montañas ó de los valles, de las llanuras ó de las mesetas. Despues de haber dado detalles sobre las capas terciarias, cretáceas y wealdianas, vamos á examinar ciertos caracteres de la geografía física de estos grupos, tales como se observan en algunas partes de Inglaterra y Francia.

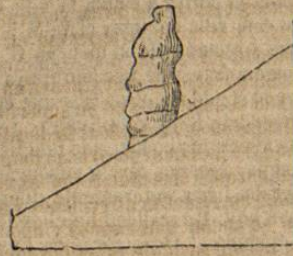
Las colinas compuestas de creta blanca en el S. E. de Inglaterra, son redondeadas en su superficie y sumamente inclinadas en sus costados. Dedicadas generalmente al pasto, se hallan desprovistas de árboles y de setos, lo cual permite observar como los valles inmediatos se ramifican en todas direcciones y á medida que descienden se hacen mas anchos y mas profundos. Aunque la mayor parte de estos bosques se hallan hoy casi en seco, exceptuando la época de las lluvias fuertes ó del deshielo de las nieves, han debido su origen á una desnudacion verificada por las aguas como lo hemos explicado en uno de los primeros capítulos, han sido abiertos en la época en que la creta salia gradualmente del mar. En apoyo de esta opinion invocaremos la presencia de estas largas líneas de quebradas interiores, en que las capas están cortadas repentinamente y forman precipicios muchas veces verticales. La verdadera naturaleza de estos escarpados en ninguna parte es mas fácil de reconocer que en ciertos cantones de la Normandía, donde el Sena y sus tributarios corren al través de valles profundos, formados por capas de creta horizontales. Si se sigue por ejemplo, este rio en una longitud de 48 kilómetros, desde los Andelys hasta Elbeuf, se recorre un valle cuyas vertientes formadas de creta con abundantes lechos de pedernal, están verticalmente al descubierto en una altura de unos 75 á 90 metros. Encima de la creta reposa una masa de arena, de guijo y de arcilla, de 10 á 30 metros de espesor. Los dos cortes *a* y *b*, que permiten ver la creta en la superficie están

la cual generalmente se encuentra en un estado de descomposicion lenta y se esfolia, ó bien se cubre de polvo blanco como las rocas cretáceas de la costa de Inglaterra; este polvo superficial contiene igualmente en ciertos puntos sal comun.

Otros escarpados se hallan situados en la orilla derecha del Sena, frente á Tournedos, entre los Andelys y Pont-de-l'Arche; los precipicios que forman tienen de 15 á 24 centímetros de profundidad; muchas de sus cumbres terminan en pico; una de ellas, sobre todo, se halla tan completamente aislada, que presenta hácia el lado de la colina una lista perpendicular de 15 metros de altura. En estas rocas se distinguen claramente diferentes eminencias y depresiones, que marcan otros tantos niveles, donde se supone que las olas del mar han batido durante mucho tiempo. A una altura mayor, inmediatamente encima de esta línea, hay tres escarpados mucho mas pequeños, de unos 120 metros cada uno en otros tantos terraplenes que los separan, y se continúan formando un semicírculo alrededor de un pequeño valle.

Si se sigue despues la corriente del rio de Vateville á Senneville, se llega al frente de una aguja singular, de unos 15 metros de altura, enteramente aislada so-

bre un escarpado cretáceo de la orilla derecha del Sena.



Pico de Creta, en Senneville.

Mas abajo, á unos 16 kilómetros de distancia, en la orilla izquierda del rio, se encuentra una nueva y notable serie de quebradas interiores que empieza en Elbeuf, y comprende las rocas de Orival (fig. 257). Su superficie es irregular; por lo general están en declive y contienen lechos de pedernal salientes en algunos metros. Estas quebradas tienen, como las anteriores, la superficie polvorosa, y se componen enteramente de creta con pedernal. La línea de quebradas dista 64 kilómetros de la ribera; su altura, en ciertos puntos, pasa de 60 metros, y su base solo está algunos metros sobre el nivel del Sena. Está interrumpida en un pronto por una masa piramidal ó aguja de 60 metros de altura llamada la Roca de Pignon, que excede en unos 7 metros á la parte superior de la roca principal, con la cual se une por medio de una faja estrecha 12 metros mas abajo de su vértice (fig. 258).

Como todas las masas aisladas de Senneville, Vateville y de los Andelys de que hemos hablado anteriormente, esta roca puede compararse á las agujas de creta que se encuentran en la costa de Normandía, (figura 259), así como en la isla de Wight y en el Purbeck. Mas adelante veremos que la opinion segun la cual ciertos escarpados de la creta han sido en su origen quebradas de la orilla del mar, es mucho mas aplicable á Francia que á Inglaterra. Si en el interior de algunas comarcas no se encuentran miles de precipicios verticales ó en declive ni pilares aislados ni agujas, esta diferencia procede sobre todo de la mayor dureza de la creta de Normandía. Pero muchas veces la ausencia de todo signo de desnudacion litoral en el valle mismo del Sena, es un hecho negativo de carácter mas extraordinario y aun mas embarazoso.

Las quebradas despues de haberse mostrado continuas en algunos kilómetros de longitud, se interrumpen de repente en mayores distancias y son reemplazadas por una pendiente suave cubierta de vegetacion, aunque sus lechos conserven la misma composición y la misma estratificación horizontal; sin embargo, se debe tener por cierto que el modo de elevarse el suelo intermitente ó continuo, debe haber sido el mismo en los puntos intermedios donde no existen quebradas, que en aquellos en que se presentan manifiestamente. Para explicar anomalías tan sorprendentes, el lector debe recordar la teoría de desnudacion expuesta en el capítulo IV. Hemos demostrado: 1.º que la fuerza erosiva de las olas y de las corrientes varía insensiblemente en los diferentes puntos de una misma orilla; 2.º que al descomponerse las rocas mas escarpadas se derrumban y caen en ruinas; 3.º que á veces pueden ocultarse terraplenes y escarpados bajo una pendiente formada de detritus.

DESNUDACION DEL VALLE DE WEALD. Ninguna region puede demostrar mas palpablemente que la comarca situaba entre downs (colinas) del Norte y las del Sur, la manera como una gran serie de capas

ha podido ser levantada y despues desnudada gradualmente. Esta comarca comprende todo el Sussex y una porcion de los condados de Kent, de Surrey y de Hampshire.

El espacio en que se han depositado las formaciones mas antiguas que la Creta Blanca ó las comprendidas entre el Gault y las arenas de Hastings inclusive, está rodeado por todas partes de un gran escarpado de creta que se continúa al otro lado del canal de a Mancha hasta el Bajo Boloñés en Francia, donde forma el límite semicircular en una extension de país cuyas capas mas antiguas aparecen superficialmente. Se puede pues considerar bajo el punto de vista geológico, á este distrito en su totalidad, como un solo é idéntico conjunto.

El espacio limitado por el escarpado de la creta nos presenta un ejemplo de lo que se ha llamado frecuentemente *valle de elevacion*, y mas correctamente de *desnudacion*; es decir, de un valle, en el cual las capas en parte arrebatadas por las aguas bajan por todas partes partiendo de un eje central. Se supone, pues, que el suelo ocupado hoy por la arena de Hastings, estaba cubierto en otro tiempo por la arcilla del Weald; este, á su vez, por el Gres verde este último por el Gault y en último lugar, que la creta se extendía primitivamente sobre toda la superficie comprendida entre los downs del Norte y del Sur.

Independientemente de los valles y crestas longitudinales del Weald, otros valles corren en una dirección transversal, pasando á través de la creta hasta la cuenca del Támesis por un lado, el estrecho de la Mancha por el otro. Así es como la cadena de los downs, del Norte, se halla cortada por los rios Wey, Mole, Darente, Medway y Stour; los downs del Sur, lo están por los rios Arun, Adur, Ouse y Conkmere. Si estas cavidades transversales se llenaran, todos los rios, observa Conybeare, se desviarían hácia el Este y irían á parar al mar por Romney, Marsh y Pevensey Levels.

Martin ha hecho notar que grandes fracturas transversales de la Creta, hoy día convertidas en conductos de los rios, presentan una correspondencia notable en cada lado del Weald. Frecuentemente en los Downs del Norte y del Sur, se ven las gargantas de los valles directamente opuestas una á otra; por ejemplo, los desfiladeros del Wey, en los Downs del Norte, y los del Arun, en los Downs del Sur, parecen coincidir en dirección; del mismo modo el Ouse corresponde al Darent y el Cuckmere al Medway.

Aunque estas coincidencias puedan ser accidentales, no es en manera alguna improbable que una elevacion considerable hácia el centro del distrito Wealdiano, haya dado lugar á las hendiduras transversales; y como los valles longitudinales estaban en conexión con este movimiento lineal que dirigía las líneas anticlinales Este y Oeste, han debido producirse hendiduras transversales por la intensidad de la fuerza de alzamiento hácia el centro de la línea.

Pero antes de explicar cómo se ha producido el movimiento de elevacion, conviene dar á conocer los principales caracteres geográficos del distrito en tanto que puedan tener interés geológico.

Cualquiera que sea la dirección que se tome yendo desde las capas terciarias de las cuencas de Londres y del Hampshire hácia el valle del Weald, se sube primero una pendiente de creta blanca con pedernal, y despues se llega á un punto culminante compuesto en gran parte de diferentes miembros de la formación cretácea. Debajo de esta formación allora el Gres verde Superior, y algunas veces tambien el Gault. El escarpado es continuo á lo largo de la extremidad meridional de los Downs del Norte; se le puede seguir desde el mar, en Folkstone, hasta el Este de Guilford y cercanías de Petersfield, y desde allí hasta la extremidad de los Downs del Sur en Beachy Head. Las