

ma, *Pectunculus* y *Pecten*, presentan una doble analogía con las del crag de Inglaterra y las de los Faluns de Francia, aunque las especies sean casi todas distintas. En estos ciento cuarenta y siete fósiles de América, no se han encontrado mas que trece que fuesen comunes á Europa, se encuentran en parte en el crag de Suffolk, y en parte en los faluns de Turena; pero un rasgo característico del grupo de América es, que no solamente contiene algunas formas estinguidas particulares tales como el *Fusus quadricostatus*, Say (fig. 115), y *Venus tridacnoides*, abundantes en las mismas formaciones, sino tambien algunas conchas como el *Fulgar carica* de Say, y *F. canaliculatus* (fig. 114), *Calyptrea costata*, *Venus mercenaria*, Lam., *Mediola glandula*, Totten, y *Pecten magellanicus*, Lam., que son especies recientes, y ademas formas hoy dia confinadas á la costa occidental del Atlántico. Este hecho indica, que ciertos indicios del principio de la distribución geográfica actual de los moluscos, datan del periodo mioceno.

Entre los zóofitos, en número de diez que ha encontrado Lyell en las orillas del rio James, una especie habia sido en un principio admitida por Lonsdale como idéntica á un fósil de los faluns de Turena (fig. 116); pero un nuevo exámen ha hecho ver, que se diferenciaba de él y se referia genéricamente á un coral que vive hoy en la costa de los Estados Unidos. Relativamente al clima, Lonsdale considera estos corales como señalando una temperatura superior á la del Mediterráneo, y las conchas conducirían á conclusiones semejantes. Los fósiles del rio James se hallan hácia el 37º grados de latitud N., mientras que los faluns de Francia estan en el 47º. Sin embargo, las formas de América indicarian difícilmente un clima tan cálido como el que ha debido reinar en Francia en la época del origen de las capas miocenas de Turena. Entre los restos de peces que pertenecen á las capas post-eocenas de los Estados Unidos, deben citarse dientes de esqualos diversos que no se diferencian específicamente de los fósiles falunianos de la Turena.

INDIA. COLINAS. SEWALIK. Los depósitos de agua dulce de las colinas sub-himalayas ó Sewalik, descritas por el doctor Falconer y el capitán Cautley, pertenecen probablemente á una de las divisiones del mioceno, aunque sea difícil resolver la cuestion hasta que las conchas de agua dulce y terrestres que acompañan á estos depósitos hayan sido determinadas con mas cuidado, y comparadas con los fósiles de los otros depósitos terciarios. Las capas son ciertamente mas modernas que las rocas nummulíticas, y lo mismo que los faluns de Turena, contienen los géneros *Dinotherium* y *Mastodon* que estan asociados en ella á siete especies estinguidas de elefantes. La presencia en este depósito de una girafa y un hipopótamo fósiles, géneros que no viven hoy mas que en Africa, y de un camello que habita en llanuras estensas, revela un primer estado geográfico muy diferente del que domina hoy en la misma comarca. Una especie de *Anoplotherium* (*A. posterogenitum*), forma un lazo entre esta fauna y la del periodo eoceno; sin embargo, los mamíferos de las colinas Sewalik, tienen en el conjunto un carácter mas moderno que los del eoceno superior; algunos solo se refieren á géneros estinguidos, mientras que casi todos los géneros eocenos han desaparecido. Ademas, la fauna sub-himalaya presenta un gran desarrollo de rumiantes, orden tan escasamente representado en el periodo eoceno. Debe añadirse al camello y ó la girafa el gran *Sivatherium* rumiante mas alto que el rinoceronte y provisto de un ancho labio superior ó quizá de una corta trompa y de dos pares de cuernos parecidos á los de los antílopes. El número de especies del género Antílope, es igualmente notable. La misma fauna comprende diferentes carnívoros, muchos de los cuales pertenecen á géneros

estinguidos y diferentes especies de monos. Entre los reptiles se distinguen cocodrilos, algunos de los cuales presentan dimensiones mas considerables que los cocodrilos actuales; finalmente, una enorme tortuga (*testudo atlas*), cuyo caparazon mide nada menos que 6 metros de diámetro.

CAPITULO XV.

FORMACION DEL EOCENO SUPERIOR.

OBSERVACIONES PRELIMINARES. Hemos establecido en el último capítulo, que aun no se conocia en Inglaterra-capa alguna marina contemporánea de los faluns de Turena, ó de los depósitos conchíferos del valle del Loira, que se han tomado por tipo del periodo Mioceno. Sin embargo, se han descubierto recientemente en la isla de Wight ciertos depósitos fluvio-marinos que varios geólogos del continente llaman *Mioceno Inferior* dando á los faluns el nombre de *Mioceno Superior*. Es necesario entrar en algunas explicaciones respecto á esta diferencia de nomenclatura.

Las capas marinas del Norte de Francia que en el orden cronológico vienen las primeras despues de los faluns ó que les preceden inmediatamente en edad, son las arenas y gres llamados *Gres de Fontainebleau* ó *Arenas Marinas Superiores*. Estas rocas constituyen las capas superiores de la cuenca de París y estan cubiertas por una caliza de agua dulce. Estas arenas marinas no contienen conchas fósiles comunes á los faluns, ó solo contienen un corto número; las especies vivas son en ellas casi tan raras como en los grupos del eoceno mediano ó eoceno tipo. Esta diferencia en los fósiles, y otros motivos que vamos á esponer han conducido á Lyell á escluir las *Arenas Superiores* del periodo mioceno, y ha aprovechado el espacio que existe entre el gres de Fontainebleau y los faluns para trazar una línea de separacion entre el eoceno y el mioceno. En apoyo de esta clasificación hace notar, que las *arenas marinas superiores* ó gres de Fontainebleau de la serie parisiense con sus conchas características, se estienden hácia el Sur, desde la metrópoli francesa, hasta Etampes, situado á 92 kilómetros de Pontlevoy, cerca de Blois, y á 120 kilómetros de Savigne cerca de Tours, localidades en que las conchas de los faluns son muy abundantes. Una diferencia tan notable entre las especies del valle del Loira y las del valle del Sena, no podia ser el resultado de una distribución geográfica particular que hubiera dominado en una sola y misma época anterior; hay que atribuirlo necesariamente á una diferencia en la edad de los depósitos; es una cuestion de tiempo y no de espacio.

Otro motivo ha decidido á dicho autor á clasificar el gres de Fontainebleau y las capas de la misma edad en las series mas antiguas, es el aspecto decididamente eoceno de la fauna testácea, y el hecho de que cierto número de conchas de las *arenas superiores* son de especies comunes á las capas superiores subyacentes.

No obstante, Dufrenoy y Beaumont han adoptado otra clasificación; su carta geológica de Francia comprende en el grupo mioceno no solo los faluns de Turena, sino tambien la caliza de agua dulce y las arenas y gres marinos (gres de Fontainebleau), es decir, todos los depósitos terciarios que reposan sobre la serie yesosa de Montmartre formacion bien conocida por su riqueza en mamíferos estinguidos y que por primera vez ha sido ilustrada por el genio de Cuvier. Archiaé ha seguido el mismo modo de clasificación, y ha separado lo que él llama terciario inferior de su terciario medio. Deshayes en su obra sobre las conchas fósiles de los alrededores de París (1834-1837), ha señalado en las capas marinas superiores veinte y

nueve especies que ha distinguido casi todas específicamente de las conchas de la caliza grosera, aunque las considerase como características de la misma fauna. La excavacion hecha cerca de Etampes en 1849 para el paso del camino de hierro, ha permitido á Habert elevarse este número á noventa, y este geólogo ha demostrado el primero que un gran número de conchas pertenecen á las mismas especies que las conchas de Kleyn Spawen cerca de Maestricht en Bélgica, de Rupelmonda y otra localidad de las cercanías de Anvers. Estos fósiles de Bélgica han sido descritos por Nyst, Koninek y Borquet, y Dumont ha establecido su posicion encima de las capas terciarias de Bruselas que representan, sin duda alguna, la *Caliza Grosera* de París, ó grupo eoceno tipo. Por el mismo tiempo, Koninek ha hecho ver que los fósiles de Kleyn Spawen ó de Limburgo eran en parte idénticos á los de la cuenca terciaria de Maguncia, cuenca que Lyell ha clasificado entre las formaciones miocenas. Mas modernamente (en 1850) Beyrich ha descrito una formacion contemporánea de la de Kleyn Spawen, y que se encuentra á 40 kilómetros de las puertas de Berlin, cerca de la aldea de Hermsdorf; ha demostrado, que una tercera parte próximamente de las especies, concuerdan con las conchas conocidas de Bélgica de la edad del gres de Fontainebleau, mientras que cerca de una quinta parte pertenecen al eoceno medio de Inglaterra y de Francia.

En 1851 dice Lyell haber examinado las formaciones belgas de Rupelmonde y de Boom cerca de Amberes, y la de Limburgo cerca de Maestricht, llegando en union con Bosquet á formar una tabla de mas de doscientas especies de conchas que se refieren á la época en cuestion. Ahora bien, como mas de una tercera parte son idénticas á los testáceos del eoceno de Inglaterra aun sin extender el sentido de esta palabra mas que al eoceno medio ó formacion numulítica, Lyell ha llamado á estas formaciones capas del eoceno superior; en efecto, se parecen á las formaciones antiguas por sus fósiles tanto como se parecen entre sí algunas de las diferentes divisiones de las series eocenas en Francia é Inglaterra; tanto por ejemplo como la arcilla de Bartong Hampshire), concuerda con la arcilla de Londres propiamente dicha, ó la caliza grosera con las arenas del Soisonés en Francia.

Posteriormente en el invierno de 1852, Forbes tuvo ocasion de examinar cerca de Yarmouth en la isla de Wight un depósito muy limitado en superficie, pero de mas de 50 metros de espesor y que reconoció ser de la misma edad que las capas del Limburgo. Encontró este depósito en una posicion que concuerda con las otras capas terciarias ya conocidas en la isla, y descubrió en él en gran abundancia algunos de los fósiles mas característicos de Kleyn Spawen. A este depósito le llamó *serie de Hempstead* y la clasificó en el eoceno superior por razones semejante á las que tuyo Lyell para hacer lo mismo respecto de las capas del Limburgo en Bélgica. En efecto, para separar estas capas de los eocenos subyacentes, seria preciso trazar entre ellas una línea de demarcacion enteramente arbitraria y que dejaria encima y debajo un gran número de las mismas especies fósiles; ahora bien, entre la serie de Bembridge (equivalente del yeso de Montmartre y formacion eocena bien caracterizada), y las capas de Hempstead, el peso es tan completo que Forbes ha colocado juntos los dos grupos en su division del eoceno superior, fijando en la base de las capas de Bembridge la línea de separacion entre el eoceno superior y el eoceno medio.

En oposiciones á este modo de ver, Beyrich y el doctor Sandberge, pretenden que todas las capas contemporáneas de las del Limburgo deben ser reunidas bajo el nombre de mioceno inferior. Segun Beyrich, si las capas de Bolderberg en Bélgica y los depósitos de la misma fecha del Norte de Alemania son de la

edad de los faluns, estas mismas capas contienen tal proporcion de fósiles comunes á la formacion del Limburgo, que esta formacion puede considerarse como miocena, y á menos de absorber en la division eocena todas las formaciones terciarias subyacentes, se debe empezar partiendo de la base del Limburgo una nueva serie, á la cual se dará el nombre de mioceno inferior. El doctor Sandberger divide las capas de la cuenca de Maguncia en dos secciones, una mas antigua y otra mas moderna. Segun él, la primera es el equivalente de las capas del Limburgo (ó de Hempstead); mientras que la otra presenta algunos restos fósiles que parecen tener un carácter mas moderno. Pero cuando se separan de esta division mas elevada las arenas de Eppelsheim que contienen huesos de *dinotherium* y de *mastodon longirostris*, probablemente de edad faluniana, el resto de la serie puede ser tan antiguo como las capas de Limburgo. El doctor de Sandberger, sin embargo, da una lista de doce conchas ademas de algunos dientes de peces y otros fósiles que son comunes á la cuenca de Maguncia y á las arenas de Esse-Cassel. Hoy dia estos últimos están clasificados como sub-apeninos ó pliocenos por el doctor Phillips y aunque carezcamos de caracteres suficientes para determinar exactamente su edad, parece bien claramente pertenecer á una fauna mas moderna que la de la cuenca de Maguncia. Si se pudiera descubrir una relacion tal entre las dos formaciones que existiera un paso de la fauna de Esse-Cassel á la de las capas de Maguncia, este seria un poderoso argumento en favor de la manera de ver del autor.

El lector ha comprendido ya que en una de las causas de las dificultades que experimentan al clasificar las formaciones terciarias, es el resultado de las interrupciones que se manifiestan en muchos puntos en el encadenamiento de los testimonios geológicos. Lyell en sus *Principios de geología*, ha sostenido durante mas de veinte años la doctrina de la llegada continua de nuevas especies con destruccion correspondiente de las especies mas antiguas, de un cambio gradual en la geografía física y el clima de la tierra, y de repeticiones mas raras, de revoluciones repentinas en los mundos orgánicos é inorgánicos; esta doctrina habia sido admitida anteriormente por los geólogos ingleses y muchos sabios de los mas distinguidos del continente la admiten todavia hoy. Cuando propuso en 1833 la palabra *mioceno* para los faluns de Turena, cuyas conchas fósiles, segun Deshayes, contienen poco mas ó menos un 17 por 100 de especies recientes, anunció que de tiempo en tiempo se descubrian nuevos grupos de capas que seria preciso intercalar entre las ya descritas; que los fósiles de estas capas nuevamente descubiertas se separarian de los tipos normales elegidos en un principio, y se acercarian mas y mas á los tipos de las épocas anteriores ó posteriores. Segun esto, fue evidente desde el principio, que los mas antiguos representantes del mioceno, en cualesquier lugares que se les descubriera, serian difícilmente distinguidos de los miembros mas jóvenes de la serie eocena; especialmente en cuanto á la proporcion entre las conchas fósiles vivas y las especies estinguidas. En realidad la importancia de este último carácter, debe disminuir rápidamente á medida que nos alejamos del plioceno para acercarnos al mioceno, y sobre todo á las formaciones eocenas, aun cuando nunca carezca de valor y ofrezca á veces el único punto de comparacion entre las capas de paises muy distantes.

No puede negarse que nuevos descubrimientos podran mostrar un dia gradaciones del mioceno al eoceno; ni tampoco el que será probablemente necesario comprender entonces en la serie miocena algunos grupos fosilíferos que pueden diferir por sus caracteres del tipo establecido; es decir, de

los faluns de Turena. Pero, hasta el presente, no se ha encontrado prueba suficiente de tal paso, y los límites de la serie eocena se han extendido sin llenar todavía el hueco que separa esta serie de los faluns de Turena. Añadiremos que no se trata simplemente de una cuestión de nomenclatura: la dificultad que la misma, ya se empleen las palabras terciario inferior y terciario medio, ó eoceno y mioceno, porque al uno ó al otro de estos periodos se deben referir las capas del Limburgo y de Hempstead, y las arenas del bosque de Fontainebleau. ¿Podemos sin hollar los principios de la paleontología, referir todos estos grupos al mismo período que los faluns de la Turena? En la afirmativa sería indiferente llamarlos terciarios medios, miocenos ó falunianos, ó darles cualquiera otro nombre general. La cuestión es de saber, si en el estado actual de nuestros conocimientos, el conjunto de los fósiles característicos de estos grupos, se parece más al eoceno que al faluniano. Atengámonos, pues, por el presente, á la nomenclatura anteriormente establecida para las capas descritas en este capítulo; e les llama eocenos superiores, no á causa del corto número de especies vivas que han presentado, aun cuando este sea ciertamente un lazo entre ellas y las capas eocenas numulíticas, sino á causa del aspecto de la fauna, que parece más bien eocena que faluniana. Si se quieren otras pruebas de esta afinidad, remitiremos al lector á las numerosas y excelentes figuras que Beyrich ha dado de especies del género *Voluta* de las capas del Limburgo y de la Alemania del Norte, formas enteramente características de la arcilla, de Barton en el Ampshire, que es un individuo regular del grupo eoceno medio. Los faluns no presentan formas semejantes. Así mientras que la separación entre las capas del Limburgo y los faluns, no haya desapare-

cido completamente, parece conveniente comprender en el eoceno el Limburgo y todas las formaciones de la misma edad.

Lyell ha trazado también una separación entre el eoceno medio y el eoceno superior; excluyendo de esta división las capas de Bembridge ó serie yesosa de Montmartre. Ha adoptado este método con objeto de hacer coincidir exactamente el eoceno superior con las capas que un gran número de geólogos distinguidos han clasificado en el mioceno inferior. Sin embargo, se ha limitado á establecer, que la línea de demarcación entre la serie de Bembridge y la de Hempstead, es puramente convencional y está menos marcada que la que separa la serie de Bembridge del grupo subyacente de Santa Elena. Esta distinción ha sido mantenida por dicho autor para conformarse á un sistema de clasificación adoptado por un gran número de geólogos distinguidos, y establecido antes que la continuidad no interrumpida de la serie eocena desde sus porciones numulíticas ó centrales hasta las capas superiores ó del Limburgo, hubiera sido claramente demostrada.

CAPAS DEL LIMBURGO EN BELGICA. (*Sistemas Rupeliano y Tongriano de Dumont.* Las capas de Kleyn Spawen, ofrecen el mejor tipo que se posee del eoceno superior, tal como le acabamos de definir. En las cercanías de la aldea de este nombre, situada á unos 11 kilómetros O.-E. de Maestricht, y en la antigua provincia del Limburgo en Bélgica, es donde mejor se pueden estudiar; de ellas se han obtenido unas doscientas especies de testáceos marinos ó de agua dulce, con un gran número de foraminíferos y de restos de peces.

La tabla siguiente muestra la posición de las capas del Limburgo.

MIOCENO.

A. Capas del Boldelberg observadas cerca Hasselt.

EOCENO SUPERIOR.

- B. 1. Lino de Núculas de Kleyn Spawen, de la misma edad que la arcilla de Rupelmonde y de Boom. Capas del Limburgo, superiores.—Repeliano de Dumont.
 B. 2. Capas fluvio-marinas de Berg, Lethem y otras localidades, cerca de Kleyn Spawen. Capas del Limburgo, medianas.—Tongriano superior de Dumont.
 B. 3. Gres verde de Berg, Neerepen, etc., cerca de Kleyn Spawen; marino. Capas del Limburgo, inferiores.—Tongria no inferior de Dumont.

EOCENO MEDIANO.

C. Capas de Lacken y de Bruselas con numulitas, etc.; Lobaina y Bruselas.

La subdivisión superior (B. 1.) de la serie del Limburgo, contiene en Kleyn Spawen algunos fósiles idénticos á la arcilla de Rupelmonde y de Boon, localidades situadas á 16 kilómetros al Sur de Amberes, y á 96 kilómetros al N.-O. de Kleyn Spawen. La arcilla de sejas, explotada en estas aldeas en las orillas del Scheldt, ha presentado unas cuarenta especies de conchas. En Rupelmonde esta arcilla llega al espesor de 30 metros, y semeja bastante por sus caracteres mineralógicos á la arcilla de Londres; contiene como ella *septaria*, ó concreciones de caliza arcillosa, atravesadas por hendiduras interiores. Las conchas han sido descritas por Nyst y Koninck. La *Leda* ó (*Nucula*) *deshayesiana* (fig. 17), es con mucho la más abundante; este fósil es desconocido hasta el presente en las capas terciarias de Inglaterra; pero cuando sus individuos son jóvenes, se semejan mucho á la *Leda amygdaloides* de la arcilla de Londres propiamente dicha. En otras conchas características, figuran el *Pecten Henninghausii*, una especie de *Cassidaria* y varias especies del género *Pleurotoma*. Cierta número de estos testáceos se refieren á la especies del eoceno

de Inglaterra; tales son, el *Actæon simulatus*, Sow., *Cancellaria evulsa*, Brander., *Corbula pisum*, y el *nantilus ziczac*. Estos fósiles van acompañados de dientes de diferentes escualos, tales como el *Lamna contortidens*, Ag., *Oxyrhina xiphodon*, Ag., *Carcharodon heterodon*, Ag., y otros; algunos de los cuales son comunes á las capas del eoceno mediano. El mismo depósito (B. 1.) se ve muy imperfectamente en Kleyn Spawen, donde las divisiones inferiores B. 2. y B. 3. están mucho mejor desarrolladas. La división B. 2. se compone de muchas alternativas de arena y de marga, en las cuales se encuentra una mezcla más ó menos considerable de conchas fluviales y marinas, lo cual revela la existencia accidental de una embocadura de río cerca de la localidad, y quizá oscilaciones en el nivel del fondo del mar. En materia de testáceos se observan en ella los *Cyrena semistriata*, *Cerithium plicatum*, Lam., *rissoa chastellii* Bosg., y *corbula pisum*, cuatro conchas que son comunes á las capas de Hempstead en la isla de Wight; también se encuentra en ella la *Lucina Thierensii* y otras formar marinas de los géneros *Venus*, *Limopsis*, *Trochus*, etc.

En B. 3. ó Limburgo inferior, se han recogido más de cien conchas marinas y particularmente el *ostrea ventulabrum*. Las especies comunes á la arena de

Bruselas subyacente, es decir, al eoceno mediano, son numerosas; forman una tercera parte de la totalidad, pero muchas de ellas están escasamente representadas en comparación de las conchas verdaderamente características, tales como *ostrea ventulabrum*, *mytilus nyssii*, *voluta suturalis*, etc.

En ninguna de las capas del eoceno superior de Bélgica se han podido encontrar nummulitas. Archiac había ya observado que estos foraminíferos caracterizan la *serie terciaria inferior* por contraste con la serie mediana, y deberían, por consiguiente, servir de carácter distintivo entre el eoceno y el mioceno si la línea de demarcación estuviera trazada conforme á un método ó bien entre el eoceno superior y el eoceno mediano, si se siguiera el plan adoptado en esta obra. El mismo naturalista nos manifiesta que en el terciario mediano no ha encontrado hasta el presente más que una sola nummulita, la *nummulites intermedia*, especie eocena. Se ha encontrado en la colina de Superga, cerca de Turin, en el seno de capas ordinariamente clasificadas como miocenas, pero que son probablemente más antiguas que el tipo faluniano.

HERMSDORF CERCA DE BERLIN. Beyrich ha descrito una arcilla que se usa para la fabricación de tejas cerca de la aldea de Hermsdorf, á 10 kilómetros de las puertas de Berlin. Esta arcilla, que se encuentra bajo las arenas de que la comarca está cubierta en gran parte, tiene más de 12 metros de espesor; su color es un gris azulado oscuro, y como la de Rupelmonde contiene algunas *septarias*. Entre sus conchas abundan la *Leda Deshayesiana* (fig. 117), y varias especies de *Pleurotoma*, *Voluta*, etc.; cierta proporción de las especies fósiles es idéntica con las del Limburgo y de Maguncia. Beyrich cita otras varias localidades en el Norte de Alemania, particularmente en Magdeburgo y ciertos puntos sobre el Elba Inferior, donde se ven capas de la misma edad.

CUENCA DE MAGUNCIA. Hemos hablado ya de la obra publicada por el doctor Sandberger, sobre las formaciones terciarias de Maguncia, las cuales con una extensión que varía de 8 á 20 kilómetros, ocupan toda la orilla izquierda del Rhin, desde Maguncia hasta las cercanías de Manheim, y se encuentran todavía al Este, al Norte y al Sudoeste de Francfort. Koninck, de Lieja, ha demostrado que la parte puramente marina de este depósito (grupo inferior del doctor Sandberger), contenía varias especies de conchas, comunes á las capas del Limburgo, cerca de Kleyn Spawen, y á la arcilla de Rupelmonde cerca de Amberes. Entre otras ha mencionado la *Cassidaria depressa*, *Tritonium argutum*, Brander., (*T. flandricum*, de Koninck), *Cornatella simulata*, *Rostellaria Sowerbyi*, *Leda Deshayesiana*, *Corbula pisum* y *Pectunculus terebratularis*.

En algunos puntos estas capas marinas están cubiertas de marga de agua salobre que contienen cyrenas en gran número (la *Cyrena semistriata*) el *Cerithium plicatum*, la *Corbulomya triangula*, el *Mytilus Faujasii* y otras conchas del Limburgo y de Hempstead. La *Perna Soldani*, conchas del eoceno superior, ó lechos de Merignac de la cuenca de Bundcos y que se encuentra también en la cuenca de Viena, es característica á un mismo tiempo de las series marina y de agua salobre. En los mismos depósitos se encuentran dos especies de Antracoterio, el *A. magnum*, Cuv.; y el *A. alsaticum*.

La porción superior de esta serie presenta en su base una caliza que contiene en abundancia conchas terrestres, y ciertos entre los cuales puede citarse el *Cerithium plicatum*, así como una bivalva de Limburgo, la *Venus incrassata*, Sow.; comun al eoceno mediano ó de Headon en Inglaterra; en esta caliza se encuentran también la *Nerita cóncava* del eoceno mediano y el *Rhinoceros incisivus*, la especie más antigua del género, llamada por Kaup. *Acerotherium*.

Mas arriba se encuentra una caliza muy rica en *Littorinella*, *Paludina inflata* y otras especies de los mismos géneros. Una de estas especies la *Littorinella ulva* se halla esparcida en toda la extensión de la cuenca. Estas conchas apenas pasan del tamaño de granos de arroz y muchas veces existen en tal cantidad que constituyen lechos enteros de marga y de caliza en masas estratificadas de 4 á 8 metros de espesor; hoy se ven formarse en el fondo del mar Báltico acumulaciones semejantes de *Littorinella ulva* que llegan á tener algunos metros de espesor en extensas superficies. En el seno de los mismos lechos abundan algunas especies de *Dreissena*, forma comun á las capas de Headon y á los mares actuales. En suma, no está probado, que esta fauna vaya verdaderamente del tipo del Limburgo al de los faluns como piensa Sandberger. Entre los mamíferos se señalan los siguientes: *Hippotherium gracile*, *Acerotherium* (ó *Rhinoceros*) *incisivum*, *Paleomyxa*, *Chalicomys*, etc. En fin, el todo está cubierto por la arena de Epdelsheim, que contiene el *Dinotherium giganteum* y algunos otros cuadrúpedos evidentemente miocenos. Se dice también que se encuentran algunos mamíferos propios de la serie del eoceno superior; pero no existe en Eppelsheim corte bastante bien hecho para mostrar la verdadera sucesión de los lechos de donde se han extraído las osamentas, y falta saber aun si ciertos restos de una serie más antigua no habrían sido confundidos con los de una serie más moderna.

LIGNITOS DE ALEMANIA. En un trabajo reciente sobre los depósitos de lignitos de Alemania, el baron de Buch á expresado formalmente la opinión de que todos estos depósitos pertenecían á una sola época, de fecha posterior al grande período nummulítico, anterior á la de las formaciones pliocenas y ha dado al todo el nombre de mioceno. Por desgracia, se encuentran rara vez en estas formaciones otras indicaciones cronológicas que las suministradas por las plantas, y estas, siempre reducidas á simples hojas desprovistas de flores y frutos, no constituyen más que una fracción de la antigua flora. Es pues muy frecuentemente imposible hacer otra cosa que conjeturas sobre el lugar preciso que conviene asignar, en la serie cronológica, á cada lecho de lignitos ó á cada capa de hojas. Sin embargo el depósito es bastante conocido para que se pueda decidir que ciertos trozos pertenecen al eoceno superior, otros al mioceno, y algunos otros quizá al plioceno. Parecerían haber sido formados en una época en que la superficie de la Europa había ya adquirido algunos rasgos de su carácter continental actual, y donde por consiguiente pocos lechos marinos ó fluvio-marinos se depositaban.

El lignito de Brandenburgo, en las orillas del Báltico, está cubierto por la arcilla de tejas de Hermsdorf; pertenece, pues, á un período al menos tan antiguo como el eoceno superior. En el de Radoboj, en los confines de la Estiria, reposan, dice de Buch, lechos que contienen las conchas marinas de la cuenca de Viena, ahora bien, como estas conchas pertenecen principalmente al tipo de los faluns ó mioceno, este lignito puede ser mioceno ó eoceno superior; esto es lo que decidirán los caracteres botánicos de las plantas fósiles. En este depósito, como en la mayor parte de las formaciones del mismo nombre, abundan varias especies de palmera de abanico ó *Flabellaria*. Este género se encuentra también en el eoceno mediano ó capas de Bembridge, así como en la serie yesosa de Montmartre; pero está aun más extensamente representado en las series del eoceno superior donde vá acompañado de palmas del género *Phœnicites*. Se encuentran también en Radoboj conos, hojas, fragmentos leñosos de coníferas, y finalmente hojas de *Comptonia*, de *Myrica*, de *Platanus* y de varias plantas de la tribu de los laureles, particularmente de *Daphnogene cinnamomifolia* (fig. 118).

En la comarca del Rin inferior, en la cuenca de Maguncia, ó en la de las Siete colinas (Siebengebirge), y en el de las cercanías de Boon y de Colonia, se observan lignitos de diferentes edades. Buch asegura, que el único fósil producido por el lignito situado cerca de Colonia, es un fruto parecido á una nuez de coco, *Nipadites ó Burtonia Fawjasii*. Este fósil abunda hoy en el eoceno inferior ó arcilla de Sheppy cerca de Londres, y en el eoceno mediano de Bruselas; también se le ha reconocido á un nivel mas elevado, en la misma serie nummulítica en Cassel y en la Flandes francesa. Este solo hecho debía bastar para referir el lignito de Colonia al período eoceno.

Algunos de los lignitos del Siebengebirge cerca de Boon asociados á rocas volcánicas y los de Hesse-Cassel que acompañan á erupciones basálticas, son ciertamente de una edad mucho mas moderna.

CAPAS DEL EOCENO SUPERIOR DE INGLATERRA. *Capas de Hempstead (isla de Wight)*. Hasta estos últimos tiempos, los geólogos ingleses habian considerado las capas terciarias mas recientes de Wight, como contemporáneas de la serie yesosa de Montmartre; se apoyaban en el hecho de que las mismas especies de *Palæotherium*, *Anoplotherium* y de otros mamíferos extinguidos característicos de la serie parisiense se encontraban igualmente en Binstead cerca de Ryde en el distrito septentrional de la isla y formando parte de la serie fluvio-marina. Forbes ha descubierto en esta localidad, en el otoño de 1832, tres formaciones cuya verdadera posición ha podido establecerse y que son mas modernas que las capas de Headon-Hill, en Alum Bay, primitivamente consideradas como ocupando la parte superior de la serie terciaria de la isla de Wight.

Estas tres formaciones se suceden en el orden siguiente:

1.º Ciertos esquistos y gres llamados capas de Santa Elena reposando inmediatamente sobre la serie de Headon.

2.º Capas de Bembridge equivalentes al yeso de Montmartre.

3.º Encima de todo el eoceno superior ó serie de Hempstead. Este depósito que tiene 50 metros de espesor toma su nombre de la colina de Hempstead cerca de Yarmouth en la isla de Wight. Véase el orden de sucesión de las capas que en él se han descubierto, y cuyos detalles son importantes por las razones expuestas en las observaciones preliminares de este capítulo.

SUBDIVISIONES DE LA SERIE DE HEMPSTEAD.

1. Los lechos superiores ó de *Córbulas*, compuestos de arenas marinas y de arcillas que contienen la *Corbula pisum* (fig. 120), especie común á la arcilla del eoceno mediano de Barton, la *Cyrena semistriata* (fig. 121) otro fósil del eoceno mediano, varios ceritos, y diferentes conchas particulares á la serie.

2. Inmediatamente debajo vienen margas de agua dulce y de estuario, así como arcillas carbonosas que presentan abundantemente en su parte formada por el agua salobre, el *Cerithium plicatum*, Lam.; (fig. 122), el *C. elegans* (fig. 123), el *C. tricinctum* y también la *Rissoa Chastelii* (fig. 124) concha muy común del Limburgo y que se encuentra en cada una de las cuatro subdivisiones de la serie de Hempstead hacia la base donde pasa á las capas de Bembridge. En la porción de agua dulce de los mismos lechos se encuentra la *Paludina lenta* (fig. 125) concha que algunos conquiliólogos han identificado con una especie viva todavía *P. unicolor*, y diferentes especies de *limnaea*, *planorbis*, y *unio*.

3. Margas de agua dulce y de estuario medianas caracterizadas por la presencia de las *Meliana fasciata*, *Paludina lenta*, y por arcillas que contienen *Cypris*; el lecho inferior produce la *Cyrena semistriata*, con *Ceritos* y *Panopeas*.

4. Margas inferiores de agua dulce y de estuario que contienen la *Melania costata*, Sow, la *Melanopsis*, etc. El lecho que ocupa la base es carbonoso; se le ha dado el nombre de *banda negra*; la *Rissoa chastelii* es común en él. Este lecho presenta una mezcla de las conchas de Hempstead con las del eoceno mediano subyacente ó serie de Bembridge. Los esporangios de *Chara medicaginula*, Brong., y *C. electeras* caracterizan generalmente los lechos de Hempstead. Los mamíferos, entre los cuales se cita una especie de *Hyoherium* se diferencian tanto por lo menos como se les conoce de los de los lechos de Bembridge.

Hemos establecido anteriormente que no existe vacío entre las capas de Hempstead y las que les son inferiores. Las calizas de agua dulce, de agua salobre y marinas, así como las margas del grupo de Bembridge que viene debajo, se hallan en estratificación concordante y producen la *Cyrena semistriata*, la *Melania muricata*, la *Paludina lenta* y otras varias conchas que pertenecen á las capas de Hempstead. El profesor Forbes las clasifica todas en la misma división del eoceno superior.

CAPAS DEL EOCENO SUPERIOR DE FRANCIA. (*Mioceno inferior de algunos autores franceses*). El gres de Fontainebleau se halla asociado en los alrededores de París á un grupo de capas que varían mucho por su composición y contienen en su parte inferior una arcilla verde con muchas ostras pequeñas (*Ostrea cyathula*, Lam). Las arenas y gres marinos superpuestos á esta arcilla, contienen la *Cytherea incrassata* y varios otros fósiles del Limburgo cuyos mejores ejemplares han sido recogidos en una arena movizada en Etampes al Sur de París. Algunas veces se ha designado el gres de Fontainebleau con el nombre de arenas marinas superiores para distinguirlo de las arenas medianas ó gres de Beauchamp, que pertenecen al eoceno mediano.

CALIZA LACUSTRAL SUPERIOR. Encima del gres de Fontainebleau se ve la caliza y la marga de agua dulce superiores; esta formación por sus margas y sus lechos silíceos, parece haber sido producida en pantanos ó lagos poco profundos, como los depósitos modernos que se encuentran frecuentemente en los grandes deltas. Lechos de pedernal continuos ó compuestos de nódulos se han acumulado en estos lagos y restos de *chara* acompañan en la marga y el sílex á conchas de agua dulce y terrestres. Algunas de las rocas silíceas de esta formación se usan para piedras de molino. Las esplanadas de las colinas que rodean á París, una porción considerable del suelo del bosque de Fontainebleau, y el llano de Beauce entre el Sena y el Loira, se componen principalmente de estas capas de agua dulce. Cuando llegan al valle del Loira, se sepultan á veces y forman el límite de los faluns marinos miocenos; se encuentran en ellas fragmentos de la caliza de agua dulce y mas antigua arrastrados en otro tiempo á las playas y al lecho del mar mioceno. En Pontlevoy ciertos peñascos de caliza eocena presentan conchas marinas perforadoras del período mioceno que existen aun en los agujeros que abrieron.

Centro de la Francia. En Auvernia, en el Cantal y en el Velay se observan de nuevo capas lacustres pertenecientes en su mayor parte á la serie de eoceno superior; estas son como los monumentos de antiguos lagos, análogos á los de la Suiza actual y que alimentándose de uno ó varios rios torrentes hubieran llenado las depresiones de una comarca montañosa. La region donde se encuentran estas capas está casi enteramente formada de granito y de diferentes variedades de esquisto granítico con algunos trozos esparcidos de capas secundarias muy dislocadas y que probablemente han sufrido grandes desnudaciones. En ellas se ven también grandes amontonamientos de materias volcánicas, mas recientes en su mayor parte que las

capas de agua dulce sobre que reposan algunas veces, pero en varios puntos indudablemente contemporáneas de estas mismas capas.

El estudio de los depósitos del centro de Francia presenta un interés muy distinto del que pueden ofrecer los terrenos terciarios de París ó de Inglaterra. Se encuentran en Auvernia pruebas evidentes de acontecimientos de unas proporciones y magnificencia extraordinarias, que han modificado profundamente la forma y aspecto primitivo de la comarca, aunque sin borrarlos tan completamente que la imaginación no pueda restablecerlos á lo menos en parte.

A consecuencia de la emisión repetida de lavas precedidas y seguidas de erupciones de cenizas y de escorias, grandes lagos han desaparecido; montañas elevadas se han formado; profundos valles se han abierto al través de las masas de origen lacustral ó volcánico, y en una época mas próxima á nosotros se han elevado nuevos conos en estos valles; despues habiendo sido cortados algunos rios han nacido nuevos lagos y se han sucedido varias creaciones de cuadrúpedos, de aves y de plantas correspondientes al eoceno, al mioceno y al plioceno. Y sin embargo, la region ha conservado tal fisonomía geográfica que la imaginación puede todavía representarse las condiciones exteriores y la estructura física que presentaba antes que se hubieran realizado tan poderosos sucesos. Debíó haber en ella un primer período durante el cual se extendían lagos espaciosos al pie de las montañas de mediana elevación que no presentaban aun ni los picos agudos ó los precipicios de Mont-Dore, ni los contornos pintorescos de Puy-de-Dome, ni los conos y cráteres que cubren hoy toda la llanura granítica. Durante este primer período de reposo, se formaron lentamente algunos deltas; se depositaron capas de marga y de arena de algunos centenares de metros de espesor; de las rocas silíceas y calcáreas se precipitaron aguas de fuentes minerales; conchas é insectos fueron sepultados con diferentes restos de cocodrilos y tortugas, huevos y huesos de aves acuáticas, así como esqueletos de cuadrúpedos, algunos de los cuales del mismo género que los del yeso eoceno de París, permanecieron sepultados en el seno de las capas. A estas condiciones tranquilas sucedieron erupciones volcánicas; los lagos quedaron en seco, y la fertilidad del distrito montañoso aumentó probablemente por la materia ígnea que vino de abajo á esparcirse sobre el granito estéril. Durante estas erupciones que parecen mas posteriores á la desaparición de la fauna eocena superior y otras contemporáneas del período mioceno, el mastodonte, el rinoceronte, el elefante, el tapir, el hipopótamo, el buey y diferentes clases de gamo, el oso, la hiena y varios animales carnívoros habitaban los bosques ó pacían sobre la llanura, y se hallaban á veces expuestos á la caída de piedras ardientes ó á esas inundaciones de lodo que se ven hoy acompañar á ciertas erupciones volcánicas. En fin, estos cuadrúpedos desaparecieron y cedieron el puesto á los mamíferos del período plioceno que á su vez fueron reemplazados por las especies actuales. Durante esta serie de acontecimientos nada indica la intervención del mar ni otras desnudaciones que las producidas por la acción de las corrientes lacustres ó de las inundaciones que acompañaban á los repetidos temblores de tierra, cuando el nivel del suelo se modificaba en diferentes puntos y quizá toda la comarca entera se levantaba sobre las regiones inmediatas.

Auvernia. El grupo de agua dulce mas septentrional está situado en el valle llanura del Allier que comprende el Puy-de-Dome. Este valle está limitado por dos cordilleras paralelas, la del Forez que divide las aguas del Loira y del Allier por la parte del Este, y la de los montes Domes que separa el Allier del Sioule por la parte del Oeste. Este distrito comprende una

extensión de 32 kilómetros próximamente; se compone en gran parte de capas casi horizontales de arena, de gres, de marga caliza, de arcilla y de caliza; ninguna de estas capas manifiesta un orden de superposición fijo ó invariable. Las masas de granito y de otras rocas que se elevan atrevidamente sobre la llanura, permiten trazar con bastante precisión los antiguos bordes del lago en que se han acumulado los lechos de agua dulce. Sin embargo, rara vez se percibe hoy la union de la formación lacustral y del granito porque ordinariamente los separa un pequeño valle. En ciertos puntos las capas de agua dulce conservan su horizontalidad á muy corta distancia de las rocas que forman la orilla, mientras que en otros, están inclinadas y á veces hasta verticales. Las divisiones principales que se pueden admitir en las series lacustres son las siguientes: 1.º, gres, grit y conglomerato con marga roja y gres rojo; 2.º, margas hojosas verdes y blancas; 3.º, caliza ó travertius frecuentemente oolítico; 4.º, margas yesosas.

1. a. *Gres y conglomerato.* Algunas veces se encuentran alrededor de la cuenca lacustral, capas abundantes de arena y de guijo, bajo la forma de roca sólida; contienen piedras de todas las antiguas rocas de la comarca vecina, tales como granito, gneis, micasquisto, esquisto arcilloso, pórfido, etc., pero sin mezcla alguna de rocas basálticas ó de otras rocas volcánicas terciarias. Estas capas no constituyen un cinturón alrededor de la cuenca, se hallan mas bien dispuestas como los deltas independientes que se forman en la embocadura de los torrentes á orillas de los lagos actuales.

En Chamalieres, cerca de Clermont, se observa un ejemplo de estos deltas, ó depósitos litorales de extensión limitada, en el cual las capas de piedras se inclinan partiendo del granito, como si en otro tiempo hubieran formando un declive bajo las aguas del lago cerca de una orilla escarpada. Una sección vertical de unos 15 metros de altura, producida por un torrente, deja ver, esparcidos en la masa, los guijeros que consisten en fragmentos angulosos de granito, cuarzo esquisto primitivo y gres rojo. En varios puntos se presentan también listas parciales de lignito y pedazos de madera.

En algunos puntos de las orillas de la cuenca se encuentran gres gruesos (grits) cuarzosos, que cuando reposan sobre el granito suelen estar formados de cristales separados de cuarzo, de mica y de feldspato. Estos cristales proceden del granito desagregado y han sido posteriormente unidos por un cemento silíceo. El granito parece entonces haber tomado una nueva fórmula mas sólida, y el paso es tan gradual entre la roca de origen cristalino y la de formación mecánica que difícilmente se distingue donde acaba la una y empieza la otra; las colinas llamadas la *Roca* y el Puy-de-Jussat presentan un corte no interrumpido de 212 metros de altura, en cuya base existen margas hojosas blancas y verdes de 120 metros de espesor próximamente; encima existen gres groseros, cuarzosos cimentados por una materia caliza algunas veces tan abundante que forma nódulos empastados. En ciertos puntos estos nódulos constituyen concreciones esferoidales de unos dos metros de diámetro y pasan á lechos de caliza sólida asemejándose á los travertines italianos ó á los depósitos de fuentes minerales.

1. b. *Marga y Gres rojos.* El mas notable de los grupos arenáceos es el que nos ofrece una marga y un gres rojos, idénticos en todos sus caracteres mineralógicos al nuevo gres rojo y la marga secundaria de Inglaterra. En estas rocas secundarias el suelo rojo se halla algunas veces matizado de ligeras tintas verdosas, circunstancia que se reproduce en la formación terciaria de agua dulce de Coudees sobre el Allier. Las margas son algunas veces de un color rojo purpúreo,