

retera de Valencia á Madrid, se ve cubierto por depósitos terciarios, segun Verneuil. En el pico del Tejo el oxford se halla constituido por bancos de calizas muy duras y consistentes con fuerte buzamiento hácia el oeste, y cubierto por capas del piso cretáceo inferior.

Las calizas margosas rojizas de Cabra (Córdoba) tambien pertenecen al piso oxfordico ó al llamado horizonte titónico por Oppel. Verneuil refiere al mismo piso las calizas grises y compactas, que encontró en 1859 en las cercanías de Montoria (Alava); por haber descubierto algunos ejemplares del *Amm. plicatilis*, que es característico. Esta especie, como el *Amm. athleta*, el *belemnites hastatus*, *terebratula diphyia*, *aptychus imbricatus*, y otras propias del oxford ó del titónico segun quieren otros, fueron encontradas por Haime en Benisalem y otros puntos de Mallorca.

El piso superior ó coral-rag, que en otros países y particularmente en el Jura y en la costa de la Normandía, adquieren tanta importancia, en España está poco desarrollado. Verneuil solo lo cita entre Alustante y Prados Redondos (Aragon), por haber encontrado la *terebratula pectunculus*, y en Albarracin, donde halló la *pholadomya paucicosta*, especies características.

Para formarse una idea del carácter paleontológico de este piso, bastará echar una ojeada á las figs. 111, 112, 113, 114 y 120, en las que se han representado los fósiles mas notables.

Cuando predominan en este terreno las calizas oolíticas ó del coral-rag, dan origen á mesetas elevadas y de pendientes ásperas; pero si, por el contrario, son las arcillas ó las margas las dominantes, constituyen colinas generalmente asurcadas por valles anchos y profundos. Las fuentes son abundantes y suelen contener óxidos y sulfatos de hierro, efecto de la descomposicion de las piritas, lo cual les comunica un carácter mineralógico muy conveniente para el tratamiento de las dolencias caracterizadas por atonía ó falta de estímulo en la sangre.

PISO CUARTO.—Portlándico

El horizonte portlándico se halla en general formado de dos grupos: el superior, de caliza mas ó menos oolítica, y corresponde al piso portlándico de Lyell y D'Orbigny; el inferior, de margas, areniscas y arcillas, es el piso kimmeridgico.

Observaciones, empero, del Sr. Forbes han demostrado que algunos bancos marinos y lacustres de Purberck, en Inglaterra, considerados antes como la parte inferior del terreno wealdico, guardan mas analogía con los del periodo jurásico que con los del cretáceo; razon por la cual Lyell coloca dichas capas en la parte mas alta de la oolita superior.

El profesor Forbes distingue el grupo de Purberck, de Inglaterra, en tres pisos: superior, medio é inferior, caracterizado cada uno por rocas y fósiles especiales.

En Francia se encuentra este horizonte jurásico superior en varios puntos del departamento de las Dos Charentas, en el de Doubs, en el del Jura y en otros.

En España hasta el presente no se ha descubierto.

La segunda formacion jurásica superior es la llamada de Portland, constituida por bancos de una caliza marina, que sirve en Inglaterra de base al último piso de purberck, y se empleó en la construccion del magnífico templo de San Pablo y otros edificios notables de Lóndres. Por la parte inferior estos bancos de caliza descansan sobre otros de arenas y areniscas, con fósiles marinos tales como la *trigonía gibbosa*, uno de los mas característicos.

La formacion llamada kimmeridgica, por hallarse muy desarrollada en Kimmeridge (condado de Dorset), consta en Inglaterra y en la mayor parte de los países en que se encuentra, de grandes masas estratificadas de arcilla, sirviendo de base á la caliza ó arenisca portlándica. En Inglaterra esta roca es reemplazada á veces por pizarras bituminosas, que suministran en ciertos puntos un carbon impuro, tomando en otros el aspecto de la turba. Varios fósiles, todos marinos, caracterizan este piso, siendo el mas comun la llamada *gryphea*, y mejor *ostrea virgula*, cuya abundancia ha hecho que se dé al piso el nombre de arcilla de ostrea virgula. Tambien es frecuente la *ostrea deltoidea*, la *ostrea expansa* y otros.

En la cordillera del Jura estas dos formaciones ó pisos se hallan perfectamente representadas por calizas compactas, algun tanto oolíticas, y por margas y arcillas de Kimmeridge con la ostrea virgula y Bruntutana y otros fósiles que se encuentran con frecuencia en estado de molde. En los alrededores de Soluturn, al pié de la cordillera de Weissenstein, el portlándico está representado por mármoles de aspecto margoso, con gran número de restos de peces y tortugas fósiles, de las que puede asegurarse que el Museo de dicha ciudad es el mas rico de Europa.

En Baviera este grupo se halla constituido por numerosos bancos de la famosa piedra litográfica, objeto de vastas explotaciones, en la cual se han encontrado objetos tan curiosos y característicos, como el *pterodactylus* ó reptil volador, del que, segun Lyell, se han descubierto hasta siete especies; muchos peces, crustáceos y hasta veinte y tantas especies de insectos.

CARÁCTER PALEONTOLÓGICO.—Caracterizan este piso las especies fósiles representadas en las figs. 115, 116, 117, 118 y 119.

PORTLÁNDICO ESPAÑOL.—El grupo de la oolita superior no está muy desarrollado en la Península, pudiendo citar el piso portlándico entre Bejis, Barrancas y el Toro, donde encontré en 1857 entre otras especies la trigonia gibbosa característica. En la misma excursion geológica vi en la masia del Campillo, término de Jérica, el piso kimmeridgico, representado por varias capas calizas alternando con otras arcillosas y de marga con la ostrea virgula, la *ceromya excentrica* y otras especies características. El Sr. Prado cita esta especie en Frias (Aragon), y Verneuil y Collomb la encontraron junto con la *homomya hortulana*, el *cardium dissimile* y otras, cerca del Villar y la Venta de Cárcel (Albacete).

En general este terreno se presenta en colinas terminadas por mesetas; sus valles son mas anchos y regulares que los del cretáceo, de laderas suaves, estrechándose á medida que se acercan á su origen, el cual raras veces se presenta en forma de circo. La circunstancia de ofrecer en muchos puntos capas alternadas de calizas, margas, arcillas y areniscas, imprime un carácter particular á las regiones en que domina. Las fuentes son en él abundantes; circunstancia que, unida á la crasitud de la tierra por las margas que adquieren un gran desarrollo, da una gran fertilidad al país, en especial para praderas, como se observa en la Normandía, en muchos puntos de Inglaterra, en el Jura y en Teruel.

Antes de pasar á describir el terreno cretáceo, conviene decir dos palabras acerca de una importante discusion que en estos últimos años se ha suscitado entre varios geólogos eminentes, acerca de la posicion en la serie de los horizontes cuyos fósiles para unos son cretáceos, mientras otros los consideran como jurásicos. Los principales mantenedores de esta cuestion, bien extraña por cierto, dado el conocimiento que en todos sentidos se tiene de ambos terrenos,

son el célebre paleontólogo ginebrino Sr. Pictet de la Rive y Mr. Hebert, no menos ilustre profesor de Geología en la Sorbona de Paris. Un tercer sabio ha terciado en el debate, el docto Sr. Oppel de Munich, el cual, para resolver el asunto, propuso dar al horizonte en cuestion el nombre de terreno titónico.

La naturaleza de esta obra no permite entrar en mas amplios detalles acerca de este asunto, debiendo tan solo añadir que admitido este nuevo terreno, cuya existencia en mi humilde opinion ha de ser efímera, por el Sr. Verneuil en la segunda edicion del mapa geológico de la Península, refiere la localidad de Cabra (Córdoba) á este horizonte, al cual por mi parte debe agregarse Torrevelilla, la sima de San Pedro y otros puntos de la provincia de Teruel, donde he tenido la fortuna de encontrar muchos fósiles característicos de dicho horizonte.

TERRENO CRETACEO

SINONIMIA.—Terreno pelágico cretáceo, de Brong.—Grupo cretáceo, Delabeche.—Terreno cretoso, Roset.—Caliza blanca jurásica, Hausman.—Terreno cretáceo de la mayor parte de los autores.

DEFINICION Y CARACTER MINERALÓGICO.—El terreno cretáceo, así llamado por el desarrollo que en él adquiere la roca que dimos á conocer con el nombre de *creta*, se halla constituido por varios depósitos, la mayor parte marinos, compuestos de caliza frecuentemente cretácea, á veces cloritica, alternando con bancos de margas, arcillas, areniscas, arenas, conglomerados, nódulos de sílice ó pederenal, subordinando á algunos criaderos de lignito, de hierro hidratado y de sustancias bituminosas que impregnan las calizas, arcillas ó areniscas. Los pórfidos piroxénicos, las ofitas, algunos granitos y rocas dioríticas se hallan intercaladas como contemporáneas ó posteriores á este terreno, cuyos accidentes orográficos son debidos, en gran parte, á su aparicion.

CARÁCTER ESTRATIGRÁFICO.—El levantamiento de los Pirineos separó el terreno cretáceo y la parte inferior del nummulítico del resto del grupo terciario, determinando la discordancia de estratificacion entre sus capas respectivas; circunstancia que se repite en la parte inferior entre los materiales del cretáceo y los del jurásico, cuando la serie no se halla interrumpida por la aparicion del sistema de la Cote d'Or. Otros dos levantamientos, el de Monte Viso y de Vercors, se verificaron durante el largo periodo que representa este terreno, circunstancia en que se funda hoy su division, como veremos mas adelante.

CARÁCTER PALEONTOLÓGICO.—Bajo el punto de vista paleontológico, el terreno cretáceo está perfectamente caracterizado por el gran número de moluscos cefalópodos, que adquirieron en él el máximo de desarrollo en géneros y especies: por la presencia de los reptiles llamados mosasauro é iguanodon; por ser el de la primera aparicion de los peces cicloideos y tenoides, de las aves palmípedas y de las plantas dicotiledóneas, representadas por los géneros *credneria* y *salicites*, etc.

EXTENSION Y DISTRIBUCION.—A medida que nos elevamos en la serie se observa que los terrenos adquieren menos uniformidad en su composicion y extension superficial; así es que el cretáceo no se presenta, como veremos, en el terciario en cuencas circunscritas, sino ocupando regiones muy vastas, á pesar de que, cubierto por los depósitos superiores, no aparece siempre á la superficie: la sonda, empero, nos demuestra que corre por debajo.

En Europa se halla muy desarrollado desde el nordeste

de los Montes Carpatos (Polonia) hasta nuestra Península, ocupando varios distritos de la Lituania, Galitzia, Volhinia y Podolia. Al norte se presenta en Dinamarca, en la Pomerania, en el reino de Hannover, en Sajonia, Bélgica, Inglaterra é Irlanda; dobla despues hácia el sur y el oeste, observándose en diversos puntos de la Suiza alrededor del Jura y de los Alpes, y en Italia formando la mayor parte de la cordillera de los Apeninos. En Francia rodea ó limita las cuatro cuencas terciarias, que indicaremos al tratar de este terreno.

CRETÁCEO ESPAÑOL.—Parte de la zona pirenáica y mediterránea francesa penetra en España, donde ocupa varias regiones importantes. La primera, al norte, comprende gran parte de Navarra y provincia de Santander; la segunda, al este, ocupa en Aragon y Cataluña una grande extension de terreno; en las provincias de Castellon y Teruel la tercera, representa un triángulo de mas de 20 leguas por lado, que se extiende desde Castellon á Tortosa y Montalban, desde donde se dirige hácia oeste, pasa por Peñagolosa, que es el punto mas culminante (de 1,700 á 1,800 metros), hasta terminar otra vez en Castellon. Hácia el sur este terreno forma una cuarta zona muy extensa desde las inmediaciones de Valencia hasta Alicante, pasando por Alcoy; siendo notable en ella por su riqueza en fósiles la Sierra Mariola; por último, rodea la cuenca terciaria del Duero y se halla tambien en otros muchos puntos de la Península.

ESPOSOR DEL CRETÁCEO.—Sumando las mayores alturas hasta el dia reconocidas, el terreno cretáceo representa uno de los periodos mas largos de la creacion, calculándose su espesor en 3,800 á 4,000 metros.

DIVISION.—El levantamiento de Monte-Viso separa este terreno en dos grandes grupos: inferior y superior.

Grupo inferior

DEFINICION.—Entre el sistema de Monte-Viso y el de la Cote d'Or se encuentra una serie de bancos de arenas, areniscas, calizas, arcillas, etc., constituyendo formaciones marinas y tambien lacustres, que se conocen con el nombre de cretáceo inferior, separadas de las que acabamos de describir, no solo por la interposicion de este sistema en muchos puntos, sino que tambien por ser los fósiles específicamente diferentes.

DIVISION.—Fundados los autores en los caracteres mineralógico, estratigráfico y paleontológico, dividen este piso en tres formaciones que de abajo arriba son: wealdica, neocómica y áptica; las dos últimas esencialmente marinas, mientras la primera participa á la vez de la naturaleza lacustre. Admitiremos, pues, en la descripcion de este piso la division propuesta, por mas que no haya completo acuerdo entre los que la sostienen, acerca de los verdaderos límites paleontológicos que la separan, sin desconocer tampoco que hay autores muy respetables que se apartan algun tanto de estas ideas.

HORIZONTE WEÁLDICO.—Al sudeste de Inglaterra el cretáceo empieza por una formacion casi esencialmente lacustre, llamada wealdica, del país de Weald. Esta formacion, descrita ya en 1822 por el Dr. Mantell, forma tal contraste por su naturaleza lacustre con los demás pisos del cretáceo inferior y del terreno jurásico superior, entre los cuales se halla intercalada, que al principio se admitió su posicion con alguna duda, pero hoy es cosa averiguada que constituye la base del terreno cretáceo. En dicha comarca la formacion wealdica se halla representada por dos órdenes de pisos, el superior, llamado arcilla de Weald, alternando con pequeños lechos de arenas y de caliza conchifera con

paludinas, formando un todo de 40 metros de grueso, y el inferior representado por las arenas de Hastings, con las cuales alternan accidentalmente bancos de arcillas y de areniscas calizas bastas: el espesor de este segundo grupo llega a ser, según Fitton, de 120 á 300 metros.

Los bancos de la arcilla de Weald, no solo concuerdan estratigráficamente con los de la arenisca verde inferior en Inglaterra, sino que hasta participan de la misma composición. La presencia en la caliza marina de la arenisca verde inferior, cerca de Maidstone, del iguanodon Mantelli, gran reptil herbívoro característico del piso en que nos ocupamos, confirma plenamente esta suposición.

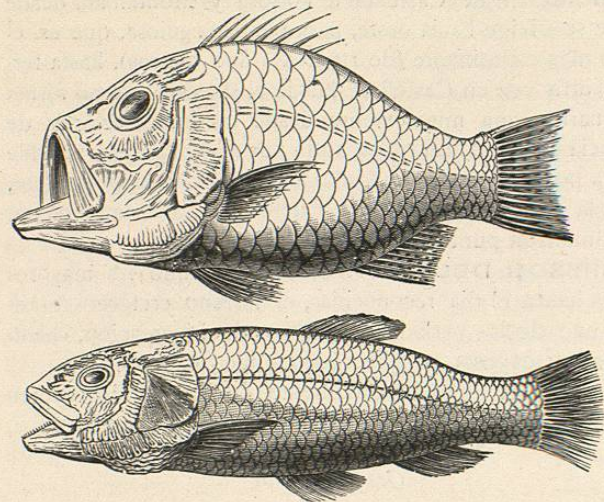


Fig. 121.—Beryx Lewesiensis-Osmeroides Mantelli

se cita en varios puntos de Hannover y Westfalia, en los alrededores de Neufchatel, en Nantua y en el departamento de la alta Marna, descrita por el Sr. Cornuel, y en algun otro punto de Francia, la Gran Bretaña es el país clásico para su estudio. Recientemente el Sr. Linares ha descubierto en la provincia de Santander un horizonte con grandes especies del género unio y muchos cypris que parecen de este horizonte.

HORIZONTE NEOCÓMICO.—El nombre de este horizonte recuerda á Neufchatel (antigua Neocomium, Suiza), donde por primera vez lo descubrió el Sr. Montmolin.

En los alrededores de dicha ciudad, esta formación adquiere gran importancia, distinguiéndose en superior, media é inferior, compuesta de arriba abajo de varias capas de margas, conocidas con los nombres de los fósiles que contiene, como marga de equinidos, de ostrea Couloni, de plicátulas, de belemnites, de pholadomyas, etc.; sigue otro piso de caliza amarilla, que se emplea en la construcción, caracterizada principalmente por la presencia del pteroceras oceanii; y cierran por abajo este terreno varios bancos de margas azules con yeso y caliza amarilla.

En Vassy, Francia, el Sr. Cornuel dice hallarse representado por los materiales siguientes, de arriba abajo: 1.º arenas verdes; 2.º arenas y areniscas amarillentas, con las *ostreas aguila y sinuata*, 3.º arcilla de plicátulas; 4.º arcilla rojiza endurecida; 5.º mineral de hierro limonita oolítico, pasando al ocre amarillo y rojizo; 6.º arenas y areniscas ferruginosas; 7.º arcilla consistente de color rosáceo; 8.º arenas y areniscas

El grupo de las arenas de Hastings consta principalmente de arenas, areniscas, calizas, arcillas y pizarras, siendo notable el desarrollo de reptiles y peces que en sus bancos se nota. Entre los primeros deben citarse, además del iguanodon, el hylœosaurus, el megalosaurus, diversos restos de tortugas y de lepidotus entre los peces. Las conchas casi todas son lacustres, aunque tambien se encuentran algunos géneros, como corbula y mytilus, que habitan las aguas salobres.

La formación wealdica en Inglaterra reemplaza á la neocomiense, que casi falta por completo, pudiendo asegurar por ahora que si no peculiar á esta parte de Europa, pues ya

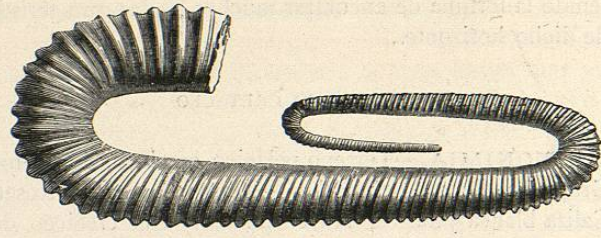


Fig. 122.—Hamites

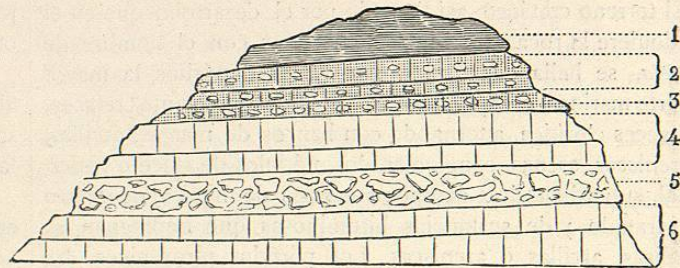


Fig. 123.—Corte del terreno cretáceo superior en Meudon. 1 Arcilla plástica terciaria.—2 Caliza pisolítica.—3 Conglomerado de caliza pisolítica y creta blanca.—4 Creta blanca en bancos horizontales.—5 Nódulos sueltos de pedernal.—3 Creta blanca inferior.

manchadas de distintos colores por el ocre; 9.º arcilla de ostras, por contener en gran número las *O. Leymerii* y *Boussingaultii*; 10.º marga arcillosa amarilla; 11.º caliza compacta, amarillenta, dicha de *Spatangus* por la abundancia del *Sp. retusus*, característico; 12.º marga azul que enlaza con la parte inferior de la caliza amarilla; 15.º limonita en fragmentos geódicos; y 16.º marga arcillosa negruzca.

HORIZONTE APTICO.—Este piso, al que el malogrado D'Orbigny consideró primero como parte superior del neocómico, y al que mas tarde dió él mismo, como unidad independiente, el nombre que lleva, por hallarse muy desarrollado en los alrededores de Apt (Apta Julia), departamento de Vaucluse, Francia, corresponde al horizonte de arcillas de plicátulas del Sr. Cornuel y al Lower-Green-Sand ó arenisca verde inferior de los ingleses.

CARACTER MINERALÓGICO.—Generalmente hablando, este horizonte consta de arcillas grises, á veces algo ferruginosas, verdes y hasta negras, alternando con calizas oscuras, sobre todo en los Alpes, con margas y arcillas, amarillentas ó blancas, según las localidades.

CARACTER ESTRATIGRAFICO.—En muchas localidades, este horizonte está bien separado de su inmediato anterior y posterior, por verdaderas discordancias de estratificación, si bien, en general, no ofrece muchos accidentes.

CARACTER PALEONTOLÓGICO.—Lo que mas lo distingue bajo este punto de vista, es la abundancia de restos orgánicos, entre los cuales el nautilus plicatus y lallierianus, ammonites Martinii, A. cornuelianus, matheroni, ancyloce-

ras-gigas y simplex, cerithium aptiense, córbula striátula, plicátula placunea, ostrea aguila, terebratulla astieriana y muchas otras, son los principales.

APTICO ESPAÑOL.—Hemos dado mayor extensión á este horizonte, porque sin duda alguna es el que adquiere mayor desarrollo en la Península, así en espesor, como por los numerosos fósiles que encierra, bastando citar á Morella

(Castellon), de cuyos alrededores poseo mas de cuatrocientas especies, encontradas por el celoso amante de estos estudios D. Facundo Gasulla, por el no menos distinguido naturalista, D. Nicolás Ferrer y Julbe, profesor de la Universidad de Valencia, y por mí. La mayor parte de estas especies y las que recogí en Benasal, Cincorres, la Iglesia del Cid, Cuevas de Vinromá, Chert, Alcalá de Chisvert y muchos

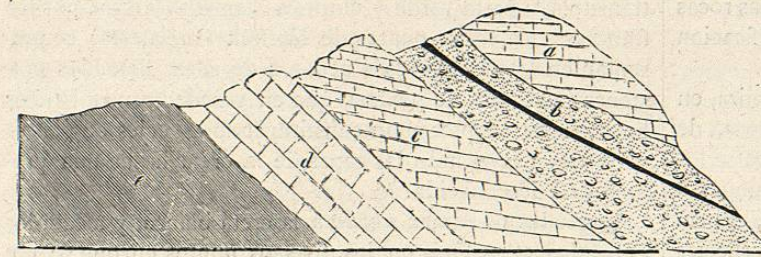


Fig. 124.—Corte de la muela de San Juan, entre Villar del Cobo y Griegos a Caliza de la creta verde superior en bancos casi horizontales.—b Arenas blancas, guijarros de cuarzo, con algun banco de lignito.—c Calizas oxfordicas.—d Calizas del lias superior.—e Margas del lias medio.

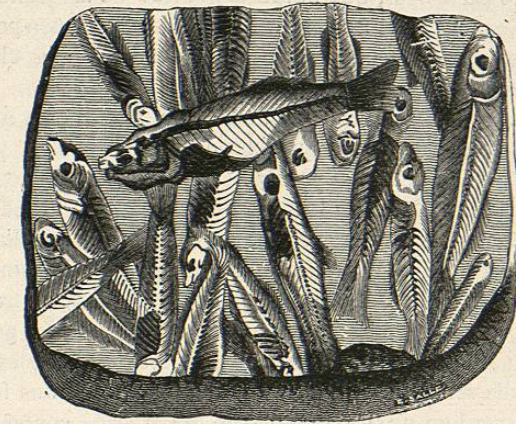


Fig. 125.—Lebias cephalotes

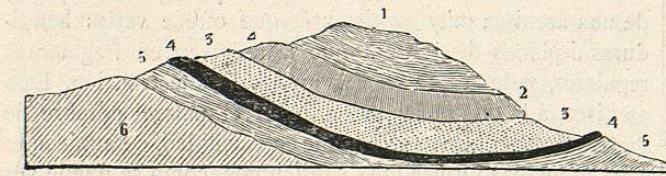


Fig. 126.—Corte del terreno cretáceo y jurásico entre Calomarde y Frias 1 Caliza blanca, perteneciente á la creta tufo.—2 Arenisca de Ostrea flabellata.—3 Arenas blancas con cuarcita.—4 Caliza oolita oxfordica.—5 Margas fosilíferas del oxford-clay.—6 Margas con yesos y jacintos de Compostela, pertenecientes al trias.

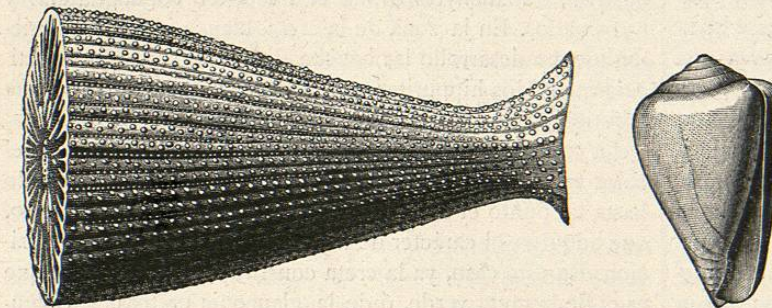


Fig. 127.—Cyatina Bowerbankii

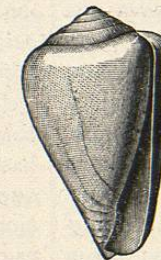


Fig. 128.—Conus Mercati

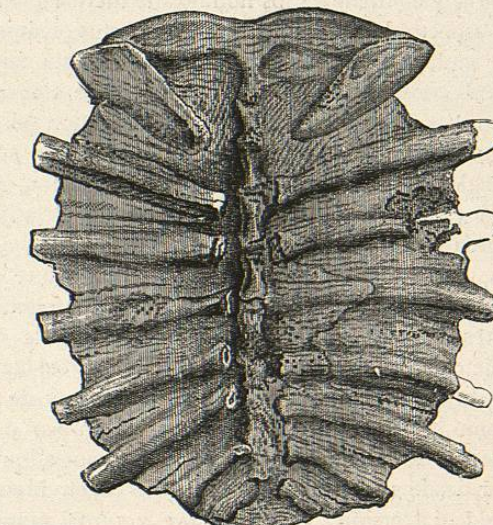


Fig. 129.—Trionix

otros puntos del antiguo Maestrazgo de Montesa, pertenecientes en gran parte á este horizonte, fueron dibujadas y descritas en la Memoria que presenté en 1863 al Ministerio de Fomento, y que por razones que omito, permanece y permanecerá olvidada *ad Kalendas græcas*. Por la misma época presenté á la Junta de Estadística, y esta publicó en 1863, otra Memoria sobre la provincia de Teruel, en la cual figuran no pocos fósiles de este horizonte, perfectamente grabados por el Sr. Kraus, y descritas por mí las especies nuevas.

Debía indicar estas circunstancias, porque habiendo publicado el Sr. Cocquand una interesante Monografía de este horizonte, para probar que en él arman los criaderos de lignito de Utrillas, Esteruel, Gargallo, etc., fruto de una rápida excursion por aquel país, describe como nuevas, dando nombres distintos, las especies que ya habia yo publicado. Reclamo, pues, la prioridad, y sin negar que realmente este horizonte se halla muy desarrollado en dicha comarca, la mas importante, sin duda, de España, y quizás del extranjero.

ro, creo no tenga sólido fundamento la idea de no encontrarse otro: pues poseo especies que indudablemente pertenecen, unas al neocómico y otras á pisos superiores al aptico.

Para concluir debo mencionar el hallazgo hecho tres años ha por D. Nicolás Ferrer, y confirmado más tarde por mí, de varios restos de un reptil colosal al pié de la colina llamada Benigania, junto á los muros mismos de Morella. Tambien poseo dos huesos largos, que probablemente pertenecen al *iguanodon Mantelli* que, procedentes de Utrillas, me mandó hace poco el distinguido médico de Montalban D. Jerónimo Baldaque. Quizás sean estos los únicos huesos de reptiles cretáceos hasta el presente encontrados en la Península, razon que me ha movido á dar estas noticias.

Para que el lector pueda formar idea del carácter que durante este grupo inferior cretáceo, ofrecia la vida en el globo, pueden verse las figs. 114, 121, 122 y 127.

Grupo superior

El grupo cretáceo superior consta de muchas capas de