

# El *Bulimus gerundensis*, Vidal

por JOSÉ M.<sup>a</sup> PLA DALMÁU

Quien conozca algo de nuestra ciudad estará convencido de que sus alrededores son de una belleza que rivaliza con la de los monumentos y características arqueológicas del casco antiguo de Gerona. Y quien conozca estos alrededores de la capital, es muy probable que coincida con nosotros al dar la supremacía de belleza natural al Valle de San Daniel, antiguo municipio, ahora incorporado a la ciudad.

El terreno de San Daniel forma un valle de placidez equilibrada, sin excesivo bucolismo ni relieves importantes. Es, sencillamente, la cuenca baja del Galligans, torrente de cauce casi siempre seco pero que sus terribles y temibles avenidas le valieron el popular título de «fiero».

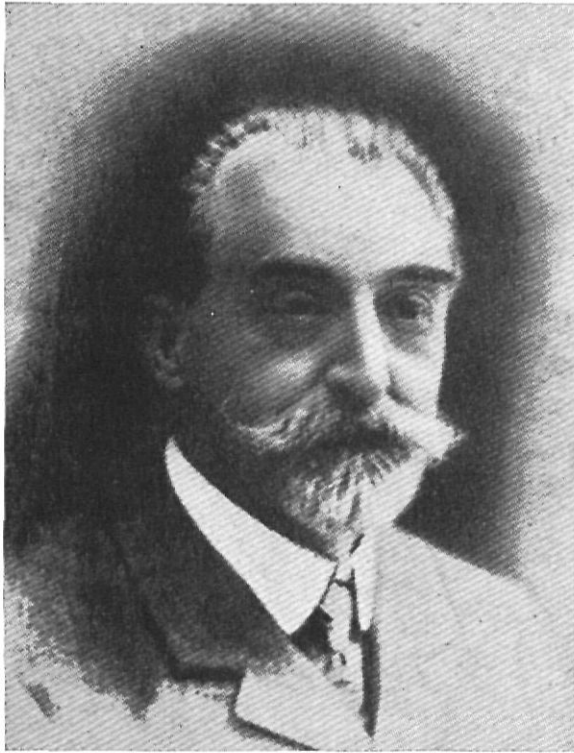
El valle de San Daniel, presidido, a levante, por el castillo de San Miguel y, a poniente, por la mole pétrea de la Seo gerundense, queda resguardado de los vientos del Norte por la montaña de Montjuich y sus prolongaciones orográficas hacia Oriente; constituye un magnífico marco donde los gerundenses pueden realizar tranquilos paseos e incluso cortas excursiones. Y en estas caminatas, a pesar de la atracción que ofrece a la retina la polícroma riqueza botánica del valle, el encanto de su Monasterio y los restos de construcciones que recuerdan heroicas gestas, quien transcurra por él no puede eludir de fijar su atención en las margas de color rojo subido, de aspecto de sangre de buey, que contrastan con los gemados verdes de sus praderas y cultivos.

Y es precisamente en las capas inferiores de estas margas rojizas donde el caminante puede descubrir, en ocasión afortunada, y sin excesiva dificultad, la presencia de algún fósil de una especie de moluscos que ha resultado característica de nuestra pequeña geografía: esta especie de molusco se conoció con el nombre de ***Bulimus gerundensis*, Vidal**, y desde hace unos años, haciendo con ello mayor honor al científico que lo identificó, se conoce por ***Vidaliella gerundensis*, Vidal**.

El objetivo que nos mueve a escribir estas letras es dar a conocer las características y detalles referentes a esta especie que, en la vasta clasificación de los seres naturales, creemos es prácticamente el único que lleva el determinativo de gerundense.

## LUIS MARIANO VIDAL Y CARRERAS

Como acabamos de indicar, el nombre científico de la especie ***Bulimus gerundensis*** se completa con el apellido de quien realizó su identificación entre la amplia gama malacológica de los pulmonados fósiles. El ingeniero Vidal, nacido en Barcelona en 1842, murió en la misma capital en 1922 después de haber realizado una extensísima y valiosa labor científica y técnica; tal vez, entre sus múltiples trabajos, destaquen más los que realizó en el campo de la Geología y, concretamente, en la Paleontología del Secundario y del Terciario. Para nosotros, los trabajos



*El ilustre hombre de Ciencia don Luis Mariano Vidal y Carreras, que definió la especie "Bulimus gerundensis"*

de Vidal tienen mucho interés pues trata, con preferencia, de aspectos concernientes a nuestra provincia y a las de Barcelona y Lérida. Vidal alcanzó los máximos honores profesionales y científicos: fue Inspector General del Cuerpo de Ingenieros de Minas, Director del Mapa Geológico de España y Presidente de la Real Academia de Ciencias de Barcelona. Además, estaba muy vinculado a las tierras gerundenses, pues fue Ingeniero Jefe de Minas de nuestra provincia, y, en especial, lo estaba con Agullana, de donde procedía su esposa; su afecto hacia esta bella población ampurdanesa, y, posiblemente, el deseo de honrar la memoria de aquella dama, le indujo a convertirse en buen filántropo de dicha villa, costeando unas magníficas Escuelas y una aportación de agua potable.

#### ¿COMO ERA EL «BULIMUS GERUNDENSIS, VIDAL»?

Este molusco, como tal, era un ser de cuerpo blando, carente de esqueleto y de apéndices articulados, provisto de una masa carnosa (pie ventral) unida a una concha de aspecto abarrocado que podía alojar, en su interior, toda la masa blanda antes referida. Esta masa o cuerpo del molusco se recubría de un tegumento, blando y viscoso, en cuya parte dorsal se formaba un repliegue (el manto) que dejaba entre su parte interna y el resto del cuerpo un espacio

libre (cavidad paleal) en el cual se hallaban los órganos respiratorios desarrollados a expensas de tal tegumento, y, entre ellos, aparecía un ano (desviado hacia el lado derecho, y antero dorsal, en la forma adulta), los orificios renales y también los genitales, características éstas que pueden considerarse como generales del «Phylum Mollusca».

Como gasterópodo, el cuerpo del *Bulimus* resultó asimétrico y con pie bien desarrollado en su parte ventral; en la dorsal, poseía un opérculo que podía actuar como de puerta o cierre de la cavidad de la concha, excelente protección para aislar el cuerpo del animal ante excesos térmicos e higroscópicos del ambiente; este opérculo, al propio tiempo, facilitaba la subsistencia del ser en sus tiempos de letargo y períodos de sueño.

La concha o caparazón, que se iniciaba cuando la larva pasaba al estado de veliger, resultó univalva y desarrollada en espiral. La asimetría de estos seres comenzaba a notarse al terminar el período larvario debido a una torsión ventral que aproximaba la región anal a la anterior o bucal; tanto el saco visceral como la concha incipiente experimentaban las consecuencias de la torsión produciéndose el arrollamiento espiraliforme en sentido izquierda-derecha.

Como Eutineuro, los conectivos pleuro-viscerales no se hallaban cruzados ni tampoco resultaban largos; los ganglios quedaban agrupados alrededor del esófago; la cabeza contenía dos pares de tentáculos.

Y como Pulmonado, era un ser terrestre (y de agua dulce), dotado de respiración aérea, de manera que la cavidad paleal quedaba convertida en saco pulmonar.

Esta breve explicación, únicamente indicativa y enfocada de cara a la taxonomía malacológica, resultaría aquí excesiva si fuéramos completándola con más datos y detalles morfológicos, máxima porque el aparato reproductor de los helícidos es complicado; es por ello que, para facilitar la formación de una idea sobre las características de los *Bulimus*, nos limitaremos a completar tal descripción refiriendo que estos moluscos eran de la misma familia de los actuales caracoles, tan abundantes en nuestros campos y que buena estima tienen entre los gastrónomos. Las diferencias más resaltables que separan los *Helix* o caracoles comunes de los *Bulimus*, son la forma de su caparazón (mucho más largo en los *Bulimus*, pues en los *Helix* es casi esférico) y la de su cuerpo (también de bastante mayor longitud en los *Bulimus*). Las terminaciones táctiles se localizaban sobre todo en los tentáculos cefálicos y en los bordes del pie; parece ser que, mediante la finura del tacto, es como estos seres pueden reconocer mejor la presencia de cuerpos exteriores, auxiliándose además del sentido del olfato para seleccionar alimentos; los ojos de los helícidos, que se cree

carecen de buena visión, se hallan colocados en las extremidades de los tentáculos más largos (los tentáculos son retráctiles).

Interesa que prestemos atención en la estructura de la concha, pues es este el dato más característico que revelan los fósiles. Después, en otro apartado siguiente, aludiremos a ciertas curiosidades que ofrece la vida de los helícidos y, por lo tanto, propias de los **Bulimus**.

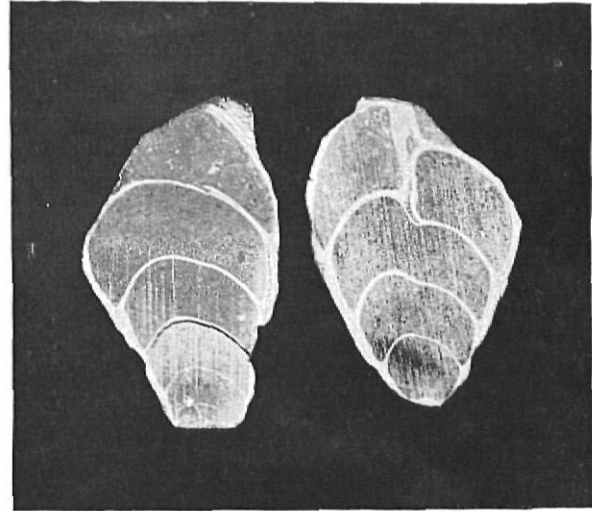
Las características de la concha del **Bulimus gerundensis**, según descripción del propio Vidal y Carreras, son las siguientes: grande, oval-oblonga, hinchada hacia el tercio anterior, aguda en el vértice si bien en todos los ejemplares fósiles acostumbran a faltar las primeras vueltas. Su superficie es lisa. La espira se compone de ocho o nueve vueltas planas que crecen lentamente hasta que, al llegar a la última vuelta, se ensancha mucho y ocupa casi la mitad de la concha. La sutura es sencilla y superficial. La última vuelta muestra, detrás del borde columelar, el principio de la cavidad umbilical que no penetra en el eje. La abertura es semi-lunar y alargada: los bordes resultan muy separados, delgados y ligeramente retorcidos.

El hecho advertido por Vidal de que es raro encontrar ejemplares que conserven íntegra la concha es debido a que la acción corrosiva de las aguas, y demás factores que consideraremos más adelante, han reducido a casi todos al estado de molde interior. Las variaciones en el crecimiento de la espira originan diferencias bastante notables en la forma de los individuos, diferencias que, en muchos casos, deben provenir de fenómenos genéticos y, en otros, son determinadas por condiciones locales del desenvolvimiento del ser.

#### ALGUNOS ASPECTOS CURIOSOS DE LA VIDA DE ESTOS MOLUSCOS

Los «**Bulimus**», como la mayoría de los helícidos, se desplazan principalmente durante la noche, cuando la atmósfera es húmeda; durante el día, y más si reinó intenso calor, se ocultaban como lo hacen en la actualidad los vulgares caracoles. Sólo abandonaban su escondrijo para buscar alimento (eran y son los helícidos herbívoros y frutívoros capaces de destrozar, en gran cantidad, hierbas y hojas de vegetales superiores) y también abandonaban su retiro en la época eugenésica para relacionarse con otro individuo de la misma especie.

Estos animales, en los días que siguen a su despertar del letargo invernal, compensan el déficit de alimentación experimentado en el período letárgico devorando muchas hierbas y hojas; restablecido su equilibrio fisiológico, es cuando estos pulmonados se hallan en condiciones de verificar su apareamiento. Se trata de seres hermafroditas, pero, en los helícidos, no



*Corte de un fósil de Bulimus; el corte de la derecha muestra parte de la cavidad umbilical*

acostumbran a quedar secretables, en un mismo momento o, mejor dicho, en unos mismos días y en un mismo animal, los gametos masculinos y los femeninos; la madurez de los primeros precede a la de los segundos.

El Dr. Claus califica de «extraños y curiosos» los preparativos y circunstancias que preceden al apareamiento de los caracoles. El biólogo Alsina, al esbozar un estudio sobre los instintos de los animales (Rev. Ibérica núm. 102, 1970), dice: «es muy interesante observar el conjunto de ritos que se produce antes de la cópula y que reciben el nombre de **cortejo**; las experiencias realizadas nos han dado a entender que **cortejo** no es más que la manera de expresar el macho a la hembra su deseo sexual... Los ritos del cortejo pueden arrojar alguna luz sobre el problema de los instintos, y, asimismo, sobre los estímulos». Y, sobre estos últimos, tal vez en los moluscos se registre algo análogo a la comunicación química que acontece en los insectos (feromonas). Zudaire (Rev. Ibérica, núm. 101, 1970) nos dice: «la comunicación química combinada con signos táctiles o visuales, forma el principal resorte».

Johnston habla «jocosamente» con respecto al papel que, según dice, representa en esta ocasión la flecha amorosa: «Cuando los poetas enamorados cantan la aljaba y las flechas de cupido, usan expresiones de las que algunos naturalistas serios han echado mano en la descripción de detalles biológicos de los helícidos. Llegado el momento del apareamiento, los dos seres que van a verificarlo se adelantan, lanzándose de tiempo en tiempo pequeñas flechas (mejor podría decirse «flechazos»). Estas flechas se asemejan algo a una bayoneta y se encuentran colocadas en la cavidad de la aljaba, sita en el lado derecho del cuello, desde la cual son lanzadas cuando los animales se hallan a adecuada proximidad (unas dos pulgadas, uno de otro).

Después de cambiarse las flechas ha nacido el cariño entre los dos seres, y el apareamiento es la consecuencia». El estilete calcáreo de forma de flecha que oficia de dardo erótico está inserto sobre una papila en el fondo de la bolsa o saco especial (saco del dardo) y sale fuera en el acto de la cópula; por lo general se rompe en el acto del apareamiento y es reemplazado después por otro nuevo; (hay que tener en cuenta que los helícidos viven varios años).

El referido disparo de la flecha es — continúa comentando Claus — uno de los preparativos, pero sólo forma una escena del cuadro. Este cuadro comienza muchas veces por una especie de danza circular en la que se rodean unos a otros formando círculos cada vez más pequeños; tocándose los tentáculos, copulan nerviosamente y rozan sus labios de una manera que Swammerdam compara con el besuqueo de los palomos.

Después aparecerán los huevos en los cuales el desarrollo del animal irá produciéndose en forma asaz diferenciada; el helícido sale al exterior del huevo en estado embrionario, pero en desarrollo bastante avanzado (fases larvarias de trocófora y veliger).

#### EL BULIMUS GERUNDENSIS COMO ESPECIE MALACOLÓGICA

Es probable que Vidal, no con el insano propósito de «inventar especies» que tanto preocupó al médico y malacólogo Dr. Manuel de Chía, hermano del ilustre historiador D. Julián y autor de «La Fauna Malacológica de la Provincia de Gerona», publicación que honra al Colegio de Médicos de Gerona (año 1916), sino inducido por detalles morfológicos y criterios estratigráficos, creyera, como lo creyó el ilustre Verneuil, que los fósiles hallados por éste en Riells y por aquél en San Daniel, correspondieran a otra especie del género *Bulimus* distinto del **decollatus, L.** Como lo refiere Vidal, fue Felipe Eduardo Poullitier de Verneuil, el gran geólogo y académico de Francia, quien, y en uno de los doce viajes de investigación que realizó por nuestro país, halló por primera vez este tipo de *Bulimus* en las cercanías de ese bello pueblo del Fay (Montseny). Después Verneuil incorporó esta especie a su colección malacológica del Museo de Minas de París. El hallazgo de Vidal se produjo en 1883.

El eminente geólogo español P. Hernández Sanpelayo, incluyó también la especie de Vidal en la Colección del Mapa Geológico de España, si bien, como veremos más adelante, discutió a este último ciertos detalles estratigráficos referentes a las margas de San Daniel. Y una personalidad tan ecuaníme, recordada y admirada en Gerona como don Manuel Cazorro, ilustre naturalista y catedrático que fue del Instituto de Segunda Enseñanza de nuestra ciudad, en ocasión

del homenaje que Agullana, en el año 1913, tributó a don Luis Mariano Vidal por sus obras filantrópicas (\*), confirmando los hallazgos científicos del homenajeado, dijo: «Su labor fecunda, que los geólogos españoles y extranjeros miran con profundo respeto, ha inducido a haberle sido dedicadas gran número de especies fósiles a las cuales se ha dado su nombre». (\*\*)

Constatamos, además, que un Museo tan prestigioso como lo es el Martorell, de la ciudad condal, tenga en sus vitrinas y dándoles todo el honor de ejemplares destacados, por lo menos tres fósiles de la especie ***Bulimus gerundensis, Vidal***, uno hallado en Gallifa (Col. Almera), otra en Montmany (Col. L. Solé) y otro en Valldeneu (Col. Rosals), y que al pie de cada uno de estos ejemplares figure la correspondiente etiqueta con un sólo nombre científico y éste sea el que acaba de citarse.

En la actualidad, existen gasterópodos del género *Bulimus* que resultan mejor encajados, en la amplísima gama malacológica, clasificándolos como pertenecientes al género **Lebrina**. En nuestras comarcas existe el **Lebrina detrita**, que debe ser la especie correspondiente al ***Bulimus detritus*** que Chía indicó haber hallado en Vidrá y en Ripoll, y también parece ser que pertenecen al mismo tipo la ***Rumina decollata, L.*** que Salváná localizó en Olot y, el mismo Chía, en toda la Provincia.

El tamaño de los caparazones de los actuales ***Bulimus*** o **Lebrinas** es, a lo máximo, de 26 milímetros de longitud y, a veces, no alcanza los 22 milímetros. Su configuración, no obstante, recuerda a los típicos helícidos gerundenses fósiles, de manera que tal vez no sea imposible considerar que la especie actual sea, con mayor o menor aproximación, una forma regresiva de aquella que ahora hallamos fósil, hecho biológico que se registra en la evolución de muchos tipos de seres, desde los Saurios del Mesozoico a las gigantescas formas vegetales del Carbonífero.

No disponiendo de especies actuales, la identificación de los fósiles resulta siempre asaz delicada y dificultosa. Es por ello que los fósiles del tipo bulimoide que se han hallado en diversos lugares de Cataluña (Gerona, Valldeneu, Montmany, Riells del Fay, San Sebastián de Montma-

(\*) Suplemento literario de «El Autonomista», correspondiente a agosto de 1913. — «En este acto se congregaron los senadores por la Provincia, diputados, personalidades de Gerona, Figueras y Barcelona, y más de ocho mil personas, con la finalidad de tributar un justo homenaje a Vidal Carreras». En 1963 Agullana conmemoró el cincuentenario de tal efemérides.

(\*\*) Por ej., el ***Lychnus sanchezi, Vidal*** y la ***Cyrena laietana, Vidal***.

por, Collbató, Mediona, etc.), donde afloran las margas rojizas que generalmente constituyen la base del recubrimiento de la discordancia geológica de la cadena pre-litoral (Catalanides), han servido para dar nombre a las citadas margas, conociéndose por «**Capas del Bulimus gerundensis**».

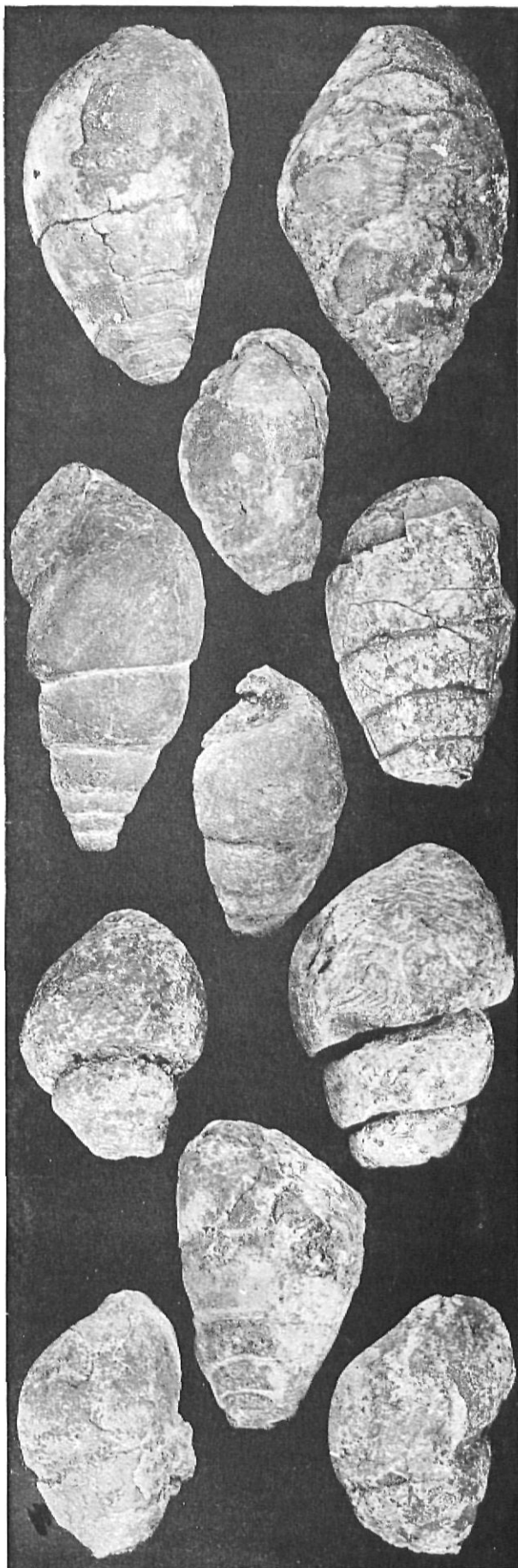
Estudios posteriores de índole geológica y referentes a las características paleontológicas de las citadas «capas» no autorizan a creer que los bulimoides de los estratos eocénicos con **Paludinas** sean verdaderos **Bulimus gerundensis**; los científicos consideran en ellos la existencia de una especie parecida, pero distinta (la **Romanella**), de caparazón alargado (40 mm. de largo por 24 mm. de diámetro a nivel de la dilatación del peristoma) seguramente referible a **Bulimus hopii**, Serres.

A partir de P. Jodot (1953-57) y haciendo con ello una gran distinción a la memoria de D. L. M. Vidal, se ha dado el nombre de **Vidaliella gerundensis**, Vidal, para las formas que correspondan al Oligoceno y se consideran como típicas de los helícidos bulimunoides gerundenses (Wenz), las cuales, como veremos, Plaziat atribuyó inicialmente al Eoceno inferior.

### ¿COMO FORMARON SU CONCHA LOS BULIMUS?

Los procesos de formación de la concha de los moluscos han sido estudiados intensamente pues, aparte de su interés propio, estos estudios cooperan a esclarecer lo que acontece a otros sistemas biológicos que experimentan calcificaciones. Por ejemplo, ha interesado a los Institutos de Biología Marina de EE.UU., del Japón, y de otros países, por las posibles correlaciones bioquímicas que existen entre los procesos aludidos y los de formación de bancos corálíferos y similares.

Fue relativamente fácil a los naturalistas observar que la concha de los moluscos tenía su origen en el llamado «manto» del cuerpo blando de los mismos. Los zoólogos del siglo XIX y los de comienzos del siglo actual se consideraban cumplidos diciéndonos: «la concha de los moluscos está formada de sales cálcicas (principalmente carbonato con vestigios de fosfato), dispuestas en prismas perpendiculares a la superficie de la concha, y de una materia orgánica — la conquiolina — semejante a la quitina». Pero los naturalistas fisiólogos no podían contentarse con ello y así comenzaron a darse cuenta de que el hecho de depositarse carbonato de calcio, que es la substancia que prácticamente integra la casi totalidad de la materia de las conchas, quedaba dispuesta sobre el manto debido a la intervención de una substancia intra-

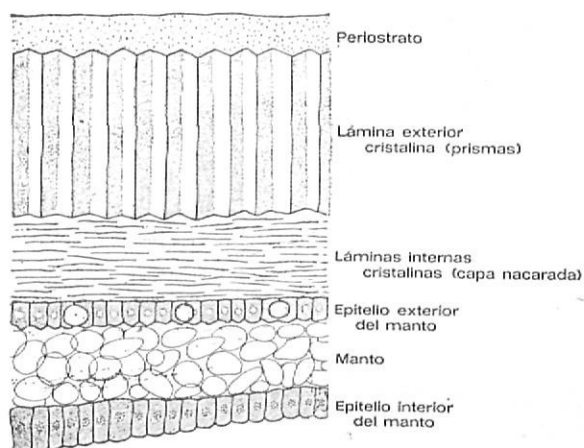


*Fósiles de Bulimus hallados en San Daniel*

celular orgánica, de naturaleza proteica, que es la citada conquiolina.

En las conchas figuran, junto al carbonato de calcio, pero por lo general en muchísima menor proporción, sales de aniones fosfáticos, sulfáticos, clorhídricos, etc. y cationes de Magnesio, Estroncio, Cesio, Litio, Sodio, Potasio, etc. Como la bioquímica de la función conchífera es ciertamente complicada, vamos a enfocarla únicamente bajo su más destacado componente: el Carbonato de calcio.

Análisis cristalográficos y otros por difracción de rayos X permitieron deducir que muy raramente las conchas o zonas de ellas están integradas por depósitos gredosos de carbonato de calcio amorfo, sino que incluso cuando en forma aparente no se revela la existencia de cristales de calcita, aragonito o vaterita, la base esencial está compuesta por formas cristalinas de carbonato cálcico.



Corte esquemático del caparazón

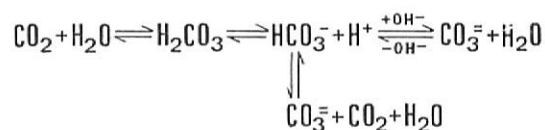
Los cristales que integran las conchas, efectivamente, se hallan dispuestos en estructuras de tipo empalizada (de prismas), en series foliares, o en disposición laminar cruzada (o sea en laminillas orientadas en direcciones opuestas). Por lo general, una sección vertical de la pared de una concha permite distinguir una capa exterior (periostática) y dos capas cristalinas, la primera de las cuales suele estar integrada de prismas (en empalizada); la segunda, o interior, resulta nacarosa si los cristales son de aragonito, o equivale a un estrato calizo si los cristales existentes son de calcita. La formación de cada una de estas capas procede de una zona especializada del manto y pueden considerarse como proceso formativo, el cual — según Wilburg y Yongs — comporta tres aspectos fundamentales: metabólicos, de secreción, y fenómenos de crecimiento.

Los aspectos metabólicos comprenden la captación de calcio y la intervención de anhídri-

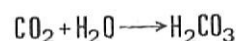
co carbónico. El calcio puede penetrar directamente a través del epitelio (transporte activo) o a través del plasma, el cual se transfiere a las células del manto (función esta del mayor interés).

El epitelio del manto lo considera Jodrey como una membrana a través de la cual el calcio puede circular en ambas direcciones, transporte que ha podido comprobarse mediante el isótopo  $Ca^{45}$ , siendo el ritmo del movimiento del calcio diez veces superior al del sodio, proporción que nos da idea de la facilidad con que puede realizarse la aportación de este elemento alcalino-térreo.

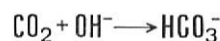
La intervención del anhídrido carbónico resulta interesante por su posible conversión en carbonatión. El  $CO_2$  puede provenir del medio, ser un derivado de la urea merced a la actividad de ureasas (Hamman y Wilburg), o una consecuencia de fenómenos de descarboxilación (de oxaloacetatos) por la acción de carboxilasas que se hallan en los tejidos del manto. Por la reacción continua del circo de Krebs, los oxaloacetatos resultan repuestos; sólo una pequeña cantidad de  $CO_2$  pasa a ser convertido en carbonato, y las inter-relaciones que cabe imaginarse se registren en estos fenómenos bioquímicos pueden representarse en la siguiente fórmula:



Las reacciones



y

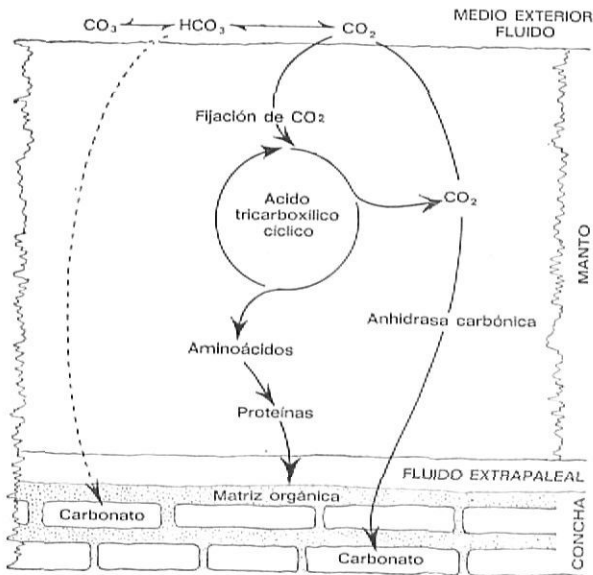


son catalizadas por anhidrasas carbónica (Mel drum y Roughton), enzimasas que se han hallado en muchas especies de moluscos (pero no en todas las examinadas) y se considera intervienen activamente en el ritmo de la calcificación. Se ha observado que los compuestos de sulfonamida, que inhiben la acción de las anhidrasas carbónicas, entorpecen la normal calcificación que se registra en los moluscos.

La incorporación de  $C^{14}$  al manto ha permitido averiguar que el  $CO_2$  combina con propionato para formar succinato y éste es convertido en otros entes moleculares intermediarios del circo de Krebs. Así — nos dicen los ya citados Wilburg y Yongs — los queto-ácidos del ciclo son aparentemente transaminados (el  $C^{14}$  lo hallamos en aminoácidos libres como en los ácidos aspártico y glutámico, y en la alanina). Sin que

pueda considerarse se hallen descifrados todos los pasos de transformaciones moleculares, lo cierto es que el  $C^{14}$ , que perteneció a un bicarbonato que pasó al medio normal, puede hallarse después formando parte de la estructura conchífera.

En el siguiente diagrama se muestran las relaciones del  $CO_2$  con el carbonat-ión y la sustancia intracelular orgánica de la concha.



La aludida sustancia intracelular orgánica y los componentes cristalinos de la concha se forman a base del fluido extra-paleal; la composición de éste influye en el desarrollo de los cristales de carbonato de calcio; debe advertirse que, en estos problemas, quedan muchos puntos oscuros.

Se conoce la importancia del pH de este fluido (oscilante entre 7 y 8,35 según las especies y condiciones); disminuye en verano y aumenta en invierno; esta variación puede ser debida a la elevación, o pérdida, respectivamente, de  $CO_2$ . En algunas especies —según Watabe y Kobayaski— el  $CaCO_3$ , para formar la concha, puede ser precipitado directamente del fluido extrapaleal. Los ácidos metabólicos parecen ser los responsables del pH del medio; si en determinadas condiciones se produce excesiva acidez, el  $CaCO_3$  actúa como «buffer» (Dugal); de lo contrario, la acidez excesiva produciría una erosión o mella química en la superficie interior de la concha.

Por medio de técnicas electroforésicas se ha descubierto la presencia, en el líquido extrapaleal, de una a tres (o más) proteínas; en diferentes especies se han hallado hasta 19 aminoácidos distintos. Parece ser que la existencia cristales de aragonito coincide con la existencia de tres o más proteínas en dicho fluido. Varias investigaciones permiten coordinar vagamente

la diferencia entre la composición proteínica del fluido y el tipo de cristalización del  $CaCO_3$ .

Otros componentes del fluido extrapaleal pueden ser mucopolisacáridos, los cuales también se aprecian en las «esferitas» que contribuyen a regenerar la concha de un molusco cuando ésta ha sufrido un trauma (perforación o resquebrajamiento de su concha).

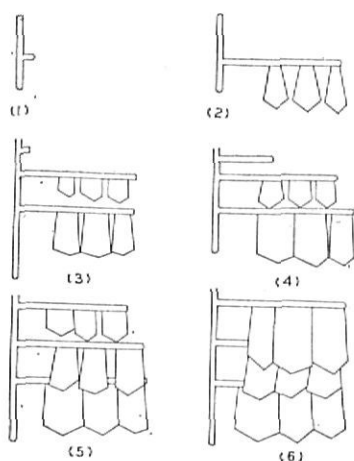
La química de este fluido es ciertamente compleja y de correlaciones múltiples; las células del manto muestran, según las especies malacológicas, notables diferencias en su morfología; en las especies perlíferas, las características del saco epitelial que engendra las capas nacaradas parece ser que influyen sobre la naturaleza de la perla, es decir, que el resultado de la morfología de éstas varía según la estructura sea normal, prismática o periostática. También la superficie exterior (periostática) ofrece diferentes naturalezas: se ha sugerido que, en muchos casos, se trata de un tanato quinólico de proteína que ha reaccionado con compuestos fenólicos bajo la acción de determinadas oxidasas.

Con referencia a la estructura de las capas o estratos de la concha, ya se ha indicado anteriormente que la capa prismática está constituida por una serie de cristales (como pequeñísimas columnas), dispuestas vertical o algo oblicuamente en empalizada, mientras que la capa nacarosa y el calcioestrato tienen sus elementos dispuestos horizontalmente; la sustancia intracelular orgánica queda entre estos últimos en capas de finísimo espesor (del orden de  $0,05\mu$ ).

Los cristales pueden desarrollarse o crecer produciéndose entre ellos un acusado contacto o presión que favorece adquieran formas poligonales, e incluso acaban por sobreponerse o yuxtaponerse los unos a los otros; en un principio, las formas de estos cristales son redondeadas y prolongadas, pero al crecer, e incrementar con ello su tamaño, no sólo perfilan su forma sino que incorporan cristales pequeños provocando su disolución y subsiguiente recristalización. La disolución aludida puede obedecer a variaciones del pH.

El crecimiento de los cristales se origina en forma de acumulación ramificada o dentrítica, tal como queda esquematizado en los esquemas de la página siguiente.

Vendrá después la ya referida yuxtaposición y también es posible que se inicie cierta tendencia espiraliforme característica de muchas conchas y estructuras de moluscos: se debe a que las partes centrales registran un proceso de crecimiento más lento que las exteriores, las cuales, con suma frecuencia, se adornan con nácar o brillo perloso, dependiendo ello de la disposición de los estratos de la concha y de su naturaleza o composición química.



Las formas cristalográficas que adquieren estos integrantes son consecuencia de la dirección de elongación y de las tensiones de crecimiento.

Para dar una idea de la complejidad de estos procesos recordaremos que en la composición de la concha de los moluscos no interviene sólo el carbonato cálcico, sino diversos otros aniones y cationes ya citados. Parece ser que la vaterita es menos frecuente que las otras dos formas cristalizadas (calcita y aragonito) debido a que el magnesio, integrante frecuente de la materia de la concha, inhibe su formación (in vitro se ha demostrado).

En los fenómenos de cristalización se calcula que pueden intervenir factores de muy diversa índole: iones inorgánicos, CO<sub>2</sub>, materiales orgánicos disueltos, la temperatura, la presión, la salinidad, enzimas, fenómenos de nucleación cristalina, etc., factores que, según las circunstancias, pueden resultar cooperantes, antagónicos o diferenciadores.

Ante la finalidad y enfoque que nos proponemos dar a esta información creemos será suficiente referirnos sólo a dos de esos factores: la temperatura y la salinidad.

Un aumento de temperatura parece que favorece la formación de aragonito y vaterita; es indudable que los moluscos que viven en ambiente de superior temperatura poseen, con más frecuencia, cristales de aragonito.

En lo que concierne a la salinidad, la concentración del medio también favorece la calcificación; si a esto se suma el factor temperatura, la ionización queda favorecida y, el proceso, considerablemente activado.

Finalmente, otro aspecto que no podemos olvidar, es la presión hidrostática del medio, pues tal presión favorece también la solubilidad del carbonato de calcio.

La esencia bioquímica de la mayoría de los procesos de producción conchífera deben refe-

rirse, en resumen, a la substancia intracelular orgánica y, como consecuencia, al fluído extrapaleal; y también a determinados estímulos que actúan sobre las diversas facetas vitales del ser, estímulos que pueden ser de origen físico-químico o puramente de orden químico. Y, como es lógico, puede resultar importante la presencia de inhibidores de crecimiento sin que por ello dejen de actuar otros factores que por ahora resultan difícilmente indentificables, y cuya función puede ser positiva en unos, y en sentido negativa en otros. Parece que los procesos de tal desarrollo pueden muy bien no ser constantes y experimentar sensibles variaciones que fatalmente han de repercutir en la continuidad estructural haciendo variar, incluso, las dimensiones de los cristales.

Si lo que acabamos de referir en este somero esbozo global del desarrollo de la concha de los moluscos lo concretamos a la casuística del *Bolimus gerundensis*, Vidal, creemos que puede darnos explicación de un interesante detalle concneciente a este pulmonado: el porque, como se ha indicado, casi siempre sus fósiles los hallamos con la concha incompleta, sin la última voluta, o sea, como decapitados, razón por lo cual, desde Linneo, tanto este *Bolimus* como una especie de *Rumina*, se calificaron de **decolatus** (degollados o sin cabeza).

El *Bulimus* de Vidal no era, en vida, un ser residente en los fondos hídricos profundos que comportaban tener que soportar presiones de cierta consideración; era un molusco terrestre y, ocasionalmente de agua dulce, que al reinar condiciones climatológicas adversas debía guarecerse en las capas telúricas superiores, como lo hacen, de corriente, los caracoles actuales de nuestros campos. No vivía pues, el *Bulimus*, en un medio de elevada concentración de calcio que pudiera beneficiar una fuerte acción calcificadora; por lo tanto, la concha de *Bulimus* no podía ser muy resistente o gruesa. Cabe también la posibilidad de que surgieran factores de índole inhibitoria (algunos favoreciendo la presencia de bicarbonatos solubles), los cuales contribuyeran a acentuar la endeblesz de la concha.

Además, los *Bulimus gerundensis* debieron vivir en clima algo cálido; la concha, que en los moluscos también oficia de aislamiento térmico, no precisaba tener, en los seres de esta especie, un grosor excesivo.

Por otra parte, con una concha delgada, el animal quedaba aliviado de la pesada carga, como hubiese supuesto, para él, cubrirse con una gruesa coraza.

Y con referencia a la endeblesz de la concha de estos gasterópodos, precisa recordar que la conquiolina (substancia destinada a integrar órganos de sostén y de protección), como la generalidad de las escleroproteínas, en función de su condición de gel, puede resultar más o menos resistente, según los casos.



Por las referidas condiciones ecológicas y necesidades vitales, parece evidente que los *Bulimus* ni precisaban ni podían estar dotados de una concha muy resistente o gruesa; nos dá la impresión de que su caparazón difícilmente podía ser capaz de resistir la acción del «papel de lija» que las partículas cuarzosas de las areniscas debían ejercer sobre la superficie externa de su concha.

Añadamos finalmente que la masa blanda del cuerpo del molusco se refugiaba en su interior, y que para ello precisaba que el tamaño de la concha tuviera un suficiente volumen o capacidad; éste resultaba ciertamente ampliado con la última vuelta de la misma. Consecuencia de tan exagerado volumen de la última vuelta era que esta parte de la concha resultara más quebradiza. Se haría difícil comprender que la concha del *Bulimus* pudiera soportar, sin detrimento, cualquier mediana fuerza mecánica exterior y mucho menos las que debieron soportar cuando fueron incorporados a los estratos geológicos que los atesoran.

Sobre la resistencia de la concha de los *Bulimus* es interesante indicar que el ilustre malacólogo Sr. Bot y Arenas (\*) ha observado que los actuales *Bulimus* (o sea los *Lebrina*), se autodestruyen la última voluta de la concha; posiblemente lo hacen cuando para su estado biológico no se les hace imprescindible tanta protección.

## LA FOSILIZACION

Los *Bulimus* no parecen haber experimentado su fosilización en un proceso en el cual los restos orgánicos que llenaron el interior de la concha (o sea que formaron el cuerpo blando del molusco) fueran reemplazados, molécula a molécula, por substancias minerales. Lo verosímil es que, muerto el gasterópodo y putreficado su cuerpo blando, a causa de los azares geológicos, el caparazón se fuera rellenando, poco a poco, de un limo que experimentó posterior petrificación. Quedó generalmente fosilizado el *Bulimus* hasta la región opercular, pero no la parte de la abertura de la concha, motivo por el cual, dejando a parte la endeblez de ésta, los fósiles acostumbran a aparecer «decollatus».

El reemplazamiento del cuerpo del gasterópodo por substancia mineral ofrece un aspecto que es interesante comentar: el propio Vidal calificó los estratos geológicos en que se hallan fosilizados los *Bulimus* como de rutilantes, de color rojo vivo, fulgurantes, colores de sangre de buey que deben sus tonalidades a su condición

(\*) Este entusiasta malacólogo posee, en Vilasar de Mar, el famoso mueso «El cau del cargol», importantísima colección de moluscos integrada por más de 15.000 especies.



Magnífico ejemplar de "*Bulimus gerundensis*, Vidal" hallado en S. Daniel por D. Juan Masó Valentí ( $\times 2$ )

ferruginosa. Pues bien, el cuerpo fósil de los *Bulimus* está integrado por un cemento de color rojo-oscuro que, por tal color, evidencia la presencia de iones ferrosos; ello demuestra que el relleno del molusco se efectuó por intromisión directa del material geológico que ahora los envuelve.

El catión ferroso, como dejamos indicado en un trabajo dedicado a los Nummulites (\*), juega un destacado papel en los fenómenos de solubilidad y precipitación de  $\text{CaCO}_3$ .

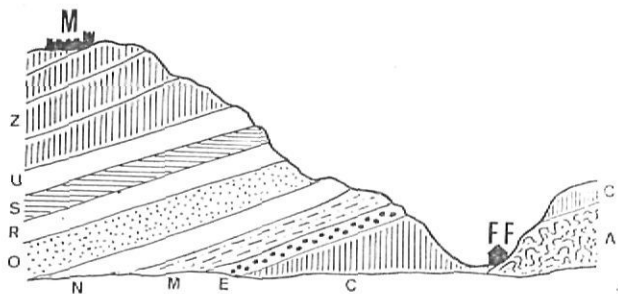
También es posible que en tal fenómeno intervinieran acciones enzimáticas sobre restos de vegetales (aludimos a sales oxaloacéticas) de las cuales pudieron surgir productos que favorecerían la calcificación.

(\*) «La Pedra de Girona». Revista de Gerona, 3er. trim. 1970, núm. 52.

## ¿A QUE EPOCA GEOLOGICA CORRESPONDIO EL BULIMUS GERUNDENSIS, VIDAL?

Refiere Vidal que Verneuil, al hallar en Riells fósiles de *Bulimus gerundensis*, por la situación del punto del hallazgo sobre las hiladas rojas del triás, lo supuso triásico. Pero después, cuando el propio Vidal halló *Bulimus* en nuestro valle de San Daniel en estratos que se hallan sobre las pizarras silúricas y debajo de las formaciones nummulíticas, dedujo (entre otras interesantes consideraciones), que las capas donde aparecían los *Bulimus gerundensis* eran posteriores a las más modernas hiladas reconocidamente cretáceas y anteriores a las más antiguas hiladas nummulíticas. En consecuencia, lo consideró perteneciente al Garumnense, período al cual dio nombre Leymeric para designar la fase especial pirenaica de los estratos del tramo danés (Cretáceo superior) (\*).

El siguiente grabado reproduce la interpretación de L.M. Vidal sobre la disposición estratigráfica de la montaña de Montjuich, de Gerona, en dirección a la «Font del Ferro» de San Daniel y, a continuación, transcribimos su explicación:



- a) Pizarras silurianas en donde brota la fuente ácido-ferruginosa del Manso Pi.
- c) Margas rojizas de *Bulimus gerundensis*: potencia unos 20 metros; las hiladas superiores no llevan fósiles; éstos sólo se recogen en las más bajas que están en la vertiente izquierda del torrente, junto a un algibe.
- e) Conglomerado poligénico; grueso 5 metros. Entran elementos muy heterogéneos: calizas devónicas con crinoides, cuarzo, psammitas rojas del triás, granitos, pórfidos, y llegan a tener en algunos sitios hasta 2 decímetros cúbicos.
- m) Arenisca rojiza 1 m.
- n) Arenisca deleznable blanca — 3 m.

(\*) Vidal. — Edad geológica de las capas del *Bulimus gerundensis* — Bol. R.A. de Ciencias y Artes de Barcelona, 1883.

- c) Marga sabulosa roja con lechos intercalados de areniscas — 8 m.
- r) Margas rojas — 1 m.
- s) Caliza margosa amarillenta — 1 m.
- u) Caliza de miliolites — 5 m.
- z) Caliza de nummulites perfotata y lucasana — gran espesor.
- M) Castillo de Montjuich.
- FF) Font del Ferro.

Los dos últimos bancos *u* y *z* de este corte pertenecen a la formación nummulítica. Las capas *c* a *s* forman lo que se designa con el nombre de capas del *Bulimus gerundensis*.

Las potencias que indica Vidal no parecen resultar exactas; el Prof. Pallí de los Estudios Generales de Gerona, cree que sobrepasan los 150 m.

Más tarde, el propio Vidal y en el Boletín de la «Institució Catalana d'Historia Natural» publicó otro trabajo poniendo interrogantes sobre si las capas del *Bulimus gerundensis* eran cretáceas o terciarias: por confrontaciones con las opiniones de Carez (\*), de las consideraciones que surgieron en la Reunión extraordinaria de la «Société Geologique de France» celebrada en Barcelona en 1898 (Bol. de 1899) y las ideas expuestas por el geólogo provenzal M. Hathe-ron, Vidal las separó del cretáceo y las consideró, en definitiva, terciarias.

Además, Vidal distinguió, en las margas rojas, una cierta división (esencialmente dos capas o grupos), más por la presencia de *Paludina aspera* que por razones estratigráficas, mineralógicas y de facies. Por ello, el ilustre ingeniero y geólogo don Primitivo Hernández Sanpelayo manifestó su disconformidad con la tesis de Vidal (\*\*).

Todo pareció aconsejar, pues, no insistir en «envejecer» excesivamente a los *Bulimus gerundensis* y «conformarse» con que corresponden a la época de transición del secundario al terciario, o período previo al nummulítico inferior.

Después de Vidal, las investigaciones han proseguido; tal vez el lector pudiera creer que estos problemas geológico-palenteológicos no interesan a los científicos modernos. No es así: además de la gran labor que realiza la competente pléyade de especialistas de nuestro país, estos temas han merecido también la atención de científicos extranjeros: resultaron notables las investigaciones de varios miembros de la Universidad de Göttingen y Jean Claude Plaziat

(\*) Etude des terrains cretacas et tertiaires du Nord de l'Espagne. París, 1881.

(\*\*) P. Hernández Sanpelayo. Condiciones geológicas de los yacimientos catalanes de Bauxita.— Bol. L. Geol. de España, 192.

(Bull. Soc. Geol. de France 7-X-1968) publicó un interesantísimo estudio en el cual se considera «que las capas de *Vidaliella gerundensis*, Vidal, clásicamente atribuidas al Paleoceno, no contienen de hecho este fósil más que en su parte basal, especialmente limosa, la cual comporta conglomerados que reflejan la composición del substrato local». La parte superior se distingue visiblemente por una sedimentación rica en guijarros que parecen ser testimonio de un origen más lejano. Ello ofrece la constatación indirecta de un tremendo acontecimiento morfotectónico que coincide, con los tiempos, con los depósitos de calizas con Alveolinas, localmente intercaladas, y que fueron atribuidas al Luteciense inferior. El estrato o capa continental inferior, con sus *Bulimus*, se consideró, más atribuible al Eoceno inferior. El estrato su-

perior, coronado por las capas del Eoceno medio en sus fines, no pareció que pudiera aislarse del característico Eoceno medio»; pero el propio Plaziat reconoció más tarde que su encuadre geológico no era exacto.

Debemos reconocer que el problema es ciertamente difícil; por tratarse de un sedimento de tipo continental, ofrece dificultades datarlo y situarlo con exactitud. Tenemos unas Alveolinas datadas del Luteciense inferior — argumenta el Pr. Pallí —, pero de ahí hasta la base del Paleoceno se hallan, Cuisiense, Ilerdense, Taneciense, Montiense) y Daniense. El *Bulimus* deberá incluirse en alguno de estos cuatro períodos que se consideran entre el Luteciense y el Cretáceo, y, según el criterio del citado profesor, en los dos últimos (Paleoceno inferior - medio).