

tos oceanográficos significan para la Geología requiere los conocimientos que puede ofrecer un geólogo.

La Geología del futuro no puede fijar sus límites en las playas o en los bordes del continente —debe ampliarse para incluir la Geología de las regiones oceánicas descubiertas por la ciencia moderna.

Para el Instituto Oceanográfico que la Fundación Venezolana para el Avance de la Ciencia (Fundavac) que

se tiene en proyecto se van a necesitar geólogos especializados en este aspecto de la Geología. Esta institución desde hace seis años está becando a biólogos, geógrafos y químicos que se están especializando en Europa y Norteamérica y sería de desear que alguno de nuestros jóvenes geólogos se animase a ampliar estudios en ese sentido, tan necesario para el conocimiento de las costas de Venezuela y su plataforma continental.

Introducción al estudio de los macroforaminíferos de la familia Orbitolinidae

Dra. Frances Charlton de Rivero

Escuela de Geología

La familia **Orbitolinidae** comprende un grupo de géneros de estructura interna más o menos compleja, que yacen predominantemente en sedimentos del Cretáceo, aunque **Coskinolina** y **Dictyoconus** llegan al Eoceno medio antes de extinguirse, y otros géneros están restringidos al Eoceno, careciendo la familia de representantes en el Terciario más moderno o en el Reciente. Las especies fósiles son de alto valor estratigráfico y la identificación del género por sí sólo puede tenerlo en muchos casos, ya que su extensión puede ser limitada.

Siguiendo el criterio de Henson (1948), Maync (1955) y otros, comprendemos en esta familia a los géneros **Lituonella**, **Coskinolina**, **Dictyoconus** y **Coskinolínoides**, que Cushman incluyen en la familia **Valvulinidae**, puesto que su estructura es más compleja que lo normal en esta familia. Es cierto que en el estado actual de nuestros conocimientos no podemos

afirmar con toda seguridad que los Orbitolínidos formen una unidad **filogenética**, pero tienen semejanzas **morfológicas** tan marcadas, que la descripción de cualquiera de sus géneros sea más fácil e inteligible si se hace a base de sus analogías o diferencias con otros géneros del grupo. Hay que hacer notar, sin embargo, que los especialistas no han suprimido las consideraciones filogenéticas en favor de la comodidad descriptiva, sino que han excluido de la familia a varios géneros cuyos rasgos morfológicos semejantes se consideran como debidos a un paralelismo evolutivo; por ejemplo, **Orbitolinella** Henson, que él considera como un miembro aberrante de la familia **Meandropsinidae**.

La pared de los **Orbitolinidae** ha sido descrita ya como aglutinada ("finamente arenácea") o ya como principalmente, si no exclusivamente, calcáreo-microgranular; nos parece probable que pueda variar entre los

géneros lo mismo que Maync ha indicado para los **Lituolidae**, pero hay que tener presente siempre la dificultad en distinguir en los fósiles entre una pared microgranular algo recristalizada, y una arenácea con cemento calcáreo. Con este tipo de pared, la inclusión de la familia en la Superfamilia **Lituolidea** se justifica plenamente; nos parece necesario, sin embargo, prevenir en contra del concepto de una relación muy estrecha entre esta familia y la familia **Lituolidae**, que ha sido promulgado por algunos autores. La "red epidérmica" (término a veces usado) de los Orbitolínidos, parece completamente diferente de la estructura que se describe de aquella familia, y la estructura interna compleja "laberíntica" de la mayoría de los Orbitolínidos tampoco es homóloga de la pared laberíntica de los Lituolínidos, como se verá por las descripciones. En nuestra opinión, las relaciones entre las dos familias habrán de buscarse en un antepasado o antepasados comunes, para lo cual habría que remontarse hasta el Mesozoico más antiguo, cuando nó el Paleozoico superior, puesto que los primeros Orbitolínidos se presentan ya con estructura compleja en el Mesozoico antiguo (**Coskinolinopsis** en el Triásico superior o Jurásico inferior; **Kilianina** en el Jurásico medio). No se puede descartar aún la posibilidad de que **Lituonella** - **Coskinolina** - **Dictyoconus** representen otra línea filogenética distinta a la de los demás, y que se hayan derivado de los **Lituolidae**; pero hay que tomar muy en cuenta la presencia ya de **Dictyoconus** en el Cretáceo inferior, Aptiense, y posiblemente en Valanginiense.

En cuanto a la estructura de los géneros, de modo preliminar se la puede describir como esencialmente

uniseriada, con cámaras de contorno circular, muy bajas en comparación con el diámetro, que vá aumentando progresivamente de modo que la concha en su totalidad tiene una forma cónica (en algunos es comprimida). En algunos géneros se observa una parte inicial arrollada espiralmente, lo que dá a la concha el aspecto de un gorro frigio. Las aberturas, que son múltiples, se presentan en la base del cono, o sea en la cara distal de la última cámara formada. Ahora bien, la mayoría de los foraminíferos acostumbra a representarlos con la abertura hacia arriba, y frecuentemente los describimos con referencia a esta orientación, pero en el caso de los Orbitolínidos, la orientación geométrica natural de un **cono** (con la base abajo) prepondera en la mente de los micropaleontólogos, y se representan y se describen las estructuras con referencia a tal orientación. Así también, una sección (o una estructura) paralela a la cara oral (la base del cono) se puede describir como "horizontal" y otra en un plano que incluya al eje del cono, como "vertical". Algunas de las estructuras "verticales", como tabiques o septos, también pueden describirse como **radiales**, con respecto a una sección horizontal del cono.

Esta orientación de la concha es también responsable de la nomenclatura de estructuras asociadas con la cara oral, que tienen sentido sólo cuando se interpretan con referencia al **espacio** (luz) de la cavidad cameral, de allí a la forma de la cara oral, vista desde el interior; estas son las estructuras llamadas en inglés "marginal ridge" y "marginal trough". Como se verá por las figuras, "marginal trough" (fosa marginal) se refiere a la parte periférica de la cámara, puesto que allí la luz de la

cámara se ahonda ligeramente, estando separada de la parte central por un ligero reborde o elevación del fondo, el "marginal ridge" (costilla marginal). Por supuesto, considerando estas estructuras desde el exterior de la cara oral, la concavidad y convexidad son al revés, de modo que el llamado "marginal ridge" viene a ser una **depresión** circular que separa la parte periférica, ligeramente abombada, de la cara ("marginal trough"), de la parte central. Lo que hace más confusa la terminología, es que esta parte central se llama "escudo central" ("central shield"), término que corresponde mejor a su ligera convexidad vista desde el exterior (al revés de las otras estructuras).

Estas diferencias en la curvatura de la cara oral (o sea de los septos uniseriados), reflejan generalmente también complicaciones en la estructura interna. La cavidad o luz de las cámaras no queda indivisa, excepto en **Lituonella**, sino que está más o menos complejamente subdividida por varias combinaciones de lamelas verticales, y en algunos casos también horizontales; y/o pilares, como se describirá a continuación.

En **Coskinolinoidea** Keijzer, el interior de las cámaras está subdividido por tabiques o septos radiales que llegan muy hacia el interior de la concha, interrumpiéndose solamente hacia la parte central de la cámara, donde están los orificios de la cara oral. (Nótese que en la figura, adaptada de la Keijzer, el foraminífero está representado en la posición "normal", con la cara oral arriba). Uno que otro de los septos no llegan tan adentro como otros, pero no hay una alternancia regular de tales "semi-septos", como en algunos otros géneros. Podemos decir que **Coskino-**

linoides presenta el "biocarácter" de los septos radiales en su expresión más sencilla. Este género tiene una parte inicial arrollada en espiral trocoide (4 cámaras por vuelta). A veces en cortes horizontales se observa en el centro una zona de estructura irregular, que Maync interpreta como "formada por fusión de elementos interseptales". La especie tipo **Coskinolinoidea texanus** Keijzer es muy pequeña (un promedio de 0,39 mm. por el diámetro de la base y la altura respectivamente) y viene del Cretáceo inferior (parte inferior del Albiense medio) de Tejas. "**Coskinolina**" **adamsi** Barker es sinónimo, como demuestra Maync, que nosotros sabemos, no se han descrito otras especies.

Lituonella Schlumberger, 1905, reúne sin más complicaciones el carácter biológico de pilares que van de un septo principal (antigua cara oral) a otro. La forma de estos pilares se observa en los diagramas adjuntos. Se observa que tienen la forma del tronco de ciertos árboles, o sea, que disminuyen en diámetro arriba (es decir, hacia el septo más antiguo biológicamente). Por lo tanto, una sección vertical del fósil frecuentemente intercepta solamente la parte inferior de los pilares, dando la impresión de que éstos no llegan al "techo". Estos pilares están restringidos a la parte central de la cámara, o sea a la región que corresponda al "escudo central", no existiendo en la fosa marginal. Esta distinción en escudo central, fosa marginal y costilla marginal, no se presenta en **Coskinolinoidea**, pero sí en **Lituonella**, **Coskinolina** y **Dictyococcus**. Las pequeñas aberturas, como poros, están restringidas al escudo central. Al igual de **Coskinolinoidea**, **Lituonella** tiene una parte inicial arrollada con varias cámaras por vuelta.

El genotipo es **Lituonella roberti** Schlumberger, 1901, del Eoceno (probablemente Luteciense) de Francia. Hay nueve especies en el catálogo de Ellis y Messina, todas del Eoceno (principalmente Inferior y Medio, aunque Keijzer describe una especie **inflata** del Eoceno Superior de Cuba oriental) y con distribución geográfica en la región de la Tethys y el Caribe; la más antigua es del Eoceno inferior de Baluchistan; las otras del tope del Eoceno inferior o base del Medio de Yugoslavia; Eoceno Medio de Francia y simultáneamente en el Caribe (**elegans** Cole de la parte inferior del Eoceno Medio, y **floridana** más arriba en el Eoceno Medio de Florida).

Coskinolina Stache, 1875, se puede definir como una **Lituonella** con la zona de la fosa marginal subdividida por tabiques radiales (verticales), pudiendo existir o no una subdivisión adicional por lamelas secundarias semejantes pero más cortas. La derivación de este género de **Lituonella**, propuesta por Cushman, tropieza con el inconveniente de que **Coskinolina** aparece en la columna anterior a aquella en el Cretáceo Inferior. ¿Será necesario pensar en una evolución regresiva, con pérdida de elementos estructurales?

Maync (1955) ha descrito una especie, **Coskinolina sunnilandensis** del Cretáceo Inferior de Venezuela oriental, la caliza Guácharo, miembro basal de la formación Chimana como definida por Rad y Maync (1954), a la que asignan la edad Albiense medio. La descripción detallada y excelentes figuras se pueden ver en la publicación original o en el Catálogo de Foraminíferos de Ellis y Messina. La descripción de la especie se basó en ejemplares de una formación albiense en el subsuelo de Florida (ca-

liza Sunniland), ya que ejemplares sueltos no se hallaron en las muestras venezolanas, aunque la especie abunda en muestras de las secciones de Placeta y Río Carinico (muestras Rod-1206 y Rod-1306, véase la publicación de Rod y Maync). En Venezuela está asociada con **Dictyococcus walnutensis**, **Orbitolina concava-texana**, y **Pseudocyclamina hedbergi**. Fue identificada también en muestras de calizas urgonienses de Suiza, y Maync cree que un ejemplar ilustrado por J. Pfender (1938) de Xitlal, San Luis Potosí, Méjico, en calizas supuestamente cenomaniense-turonenses, puede ser la misma especie. Hasta ahora, **C. sunnilandensis** es la única especie descrita del Cretáceo, aunque la presencia del género en esa edad fue indicada por Cuvillier y Sacal (1951) en Aquitania, Francia, y por Galóway (1933) del Cretáceo Inferior de Luisiana. Cushman, 1948, al indicar la extensión del género como Cretáceo Inferior a Eoceno medio, se basaba sin duda en "**Coskinolina**" **adkinsi** Barker del Cretáceo de Tejas, que, como hemos indicado más arriba, es una **Coskinolinoidea**; pero ahora esa distribución estratigráfica resulta ser cierta. El género se conoce principalmente del Eoceno medio, con una distribución geográfica semejante a la de **Lituonella**. El genotipo, **C. liburnica** Stache, 1875, no fue representada por su autor, pero Cushman (1937) reproduce buenas figuras de Schubert, (1912) de esta especie cuya edad se da como parte inferior del Eoceno medio de Dalmacia (ahora Yugoslavia). (Davies, 1935, da la edad como Paleoceno). Hay dos especies interesantes por la zonación del Eoceno medio del subsuelo de Florida, **elongata** y **floridana** de Cole, 1942. L. M. Davies describió una especie **balsillei** del Eoceno inferior de Balu-

chistan. Hay dos especies mal ilustradas de Silvestri (1939) del Eoceno medio de Somalia. "**Coskinolina**" **cookei** Moberg se considera ahora como una especie primitiva de **Dictyoconus**.

Falotella Mangin, 1954, genotipo **F. alavensis** Mangin del Paleoceno-Eoceno de España, en la opinión de Maync, no merece distinguirse de **Coskinolina**; las secciones horizontales indican septos radiales marginales alternando con otros semejantes más cortos (semi-septos), que se admiten en la definición moderna de **Coskinolina**. Mangin creía ver una diferencia en que **Falotia** (según dice), tiene las aberturas dispuestas en líneas, en contraste con la disposición irregular de **Coskinolina**, pero Maync considera esta diferencia como no demostrada, y aún si lo estuviera, de valor cuanto más para distinguir una especie.

Dictyoconus Blanckenhorn, 1900 (escrito también por su autor: **Dictyconos**) es semejante a **Coskinolina** pero tiene además septos **horizontales** o transversales, que dan a la zona marginal una estructura de casillero ("pigeon-hole structure"). Pueden existir también séptulos adicionales verticales de dos órdenes de magnitud, así como también séptulos horizontales; estas diferencias sirven para distinguir especies. El tamaño es también interesante a este respecto.

Maync ha identificado en Venezuela la especie **Dictyoconus walnutensis** (Carsey), descrita originalmente del Albiense de Tejas (arcillas Walnut), como "**Orbitolina**". Esta especie tiene una distribución geográfica extensa en el Albiense del Nuevo Mundo (Tejas, Méjico, Cuba, Venezuela), pareciendo que ha aparecido más pronto en el Viejo Mundo (Aptiense-Albiense de Irán y pre-Aptiense, quizás Valan-

giniense, de Francia). Las otras dos especies cretáceas son **D. arabicus** Henson del Barremiense? - Aptiense de Arabia, y Cenomaniense de Irán, y **D. valentinus** Almela, 1946; cuyos caracteres, según Maync, no concuerdan bien con los del género. **Dictyoconus cookei** (Moberg) del Eoceno medio de Florida, descrita originalmente como una **Coskinolina**, es una especie primitiva semejante a **walnutensis** en que tiene un solo séptulo horizontal por cámara, pero es considerablemente más grande (diámetro basal: 2,22 mm. y altura: 1,6 mm., en promedio, mientras que en los ejemplares venezolanos de **walnutensis** el diámetro es de 1,3 mm.).

Dictyoconus se describió originalmente del Eoceno (genotipo "**Patellina**" **egyptiensis** Chapman, de Egipto), creyéndose al principio que estuviera restringido a esa edad. Durante el Eoceno medio el género prosperaba en la región de Florida y de las Antillas Mayores (Cuba, Jamaica, Haití), donde está representada por varias formas descritas originalmente como especies distintas (**americanus** Cushman, **codon** Woodring, **puilboreanensis** Woodring, **gunteri** Moberg) pero que se consideran ahora como probablemente variaciones de una sola especie: **americanus**. Parece probable que esta especie se derivara de **egyptiensis**, ya que últimamente se ha encontrado en Puerto Rico una forma muy semejante, si no idéntica, a esta especie, con la que ya se había notado la semejanza en las formas americanas.

Nos toca ahora describir otro grupo dentro de la familia, cuya estructura interna es más difícil de interpretar y de describir. En este grupo, cuyo representante más importante es **Orbitolina**, no encontramos la estruc-

tura relativamente sencilla de los géneros arriba descritos, con una zona central caracterizada por pilares entre piso y piso, la cual se puede deducir claramente de las secciones verticales. En vez de una disposición regular de elementos, se observa ahora en la parte central una estructura muy compleja que se pudiera llamar "laberíntica", pero tiene el inconveniente este término que se presta a una confusión con la **pared** laberíntica arenosa, algo flojamente unida y llena de cavidades irregulares y anastomosadas de los **Lituolidae**. Adoptaremos de preferencia el término usado por algunos autores franceses, de **retículo** o red, para designar esta parte. Inclusive llega a ser difícil o casi imposible entre esta red, distinguir cuáles serían los pisos de las cámaras; solamente en la zona marginal o periférica se observan claramente.

Quizás **Simplorbitolina** Ciry y Rat, 1953, basada en la sola especie **S. manasi** del Aptiense más superior o Albiense basal de los Pirineos, es el género clave para introducirnos en la mayor complejidad de **Orbitolina**. **Simplorbitolina** tiene septos radiales (verticales) que subdividen las cámaras en la parte periférica. En el interior, en la zona inframarginal, estos tabiques rectos y delgados se engruesan de repente, se vuelven ondulados y finalmente se fusionan en la parte central (**retículo**). Debido a la fusión de estos septos, el **retículo** en corte horizontal presenta un aspecto estrellado muy llamativo que sugiere como un coral. Hay "semi-septos" en la zona marginal entre estos septos radiales principales, y en la parte juvenil de la concha puede haber además una subdivisión adicional por séptulos radiales (2 ó 3), pero no hay ningún tabique (séptulo o septo) **horizontal** como los hay en **Orbitolina**.

Ahora podemos describir ya a **Orbitolina** d'Orbigny como semejante a **Simplorbitolina**, pero con los septos principales radiales mucho más numerosos y con una subdivisión adicional del espacio de la zona marginal por elementos **horizontales**, que dan una estructura de "casillero", análoga a la de las especies más complejas de **Dictyoconus**. Glaessner (1945, fig. 23-a) reproduce una figura de L. M. Davies (1939), que da una idea de la complejidad interna producida por las ondulaciones de los septos radiales principales, que se describen como **triangulares** en sección, con sus bases fijadas al piso de la cámara próxima superior, y también alternando en su alineación de una cámara a otra. Debido a esta disposición, según Glaessner, en la superficie desgastada de los ejemplares de **Orbitolina** se observa un dibujo característico de líneas curvas divergentes a partir del ápice y que se interceptan, ornamentación que es semejante a la que se usaba antiguamente en las cajas de relojes de bolsillo, y que en inglés se describe como "engine-turned". (Cushman, 1950, alude a este diseño "engine-turned" como "producido por la disposición de los elementos triangulares de la concha", sin haber indicado cuáles son éstos).

Finalmente, en la parte central desaparecen aparentemente los últimos vestigios de organización en la subdivisión de la cámara, y se describe como un **retículo** o parte central laberíntica.

Se ha de notar que aparentemente las cámaras finales (basales) frecuentemente no llegan al centro, sino que tienen la forma anular en vez de la de platillo, por cuyo motivo la base de la concha puede ser ligeramente cóncava.

Numerosas especies de *Orbitolina* han sido descritas, pero no podemos intentar analizarlas aquí, limitándonos a mencionar *O. concava-texana* (Römer) que, en la opinión de los especialistas, es la única especie presente en Venezuela, siendo las formas descritas por Hodson en 1924, *O. texana asaguana*, *O. texana monagasana*, *O. thompsoni*, meras variaciones morfológicas sin significación biológica ni estratigráfica. La especie ha sido indicada por Maync como presente en la formación Chimana, en la zona de *Dictyoconus walnutensis* (miembro Guácharo) y en la zona de *Haplostiche texana* (miembro Placeta) del Albiense.

Orbitolina, en este hemisferio, parece estar restringido al Aptiense (?) - Albiense, pero en el Viejo Mundo se indica la extensión como mayor; Sigal la dá como desde el Barremiense (aunque no nos consta si las especies barremienses son verdaderas *Orbitolinas* s.s.) al Cenomaniense superior. Se había creído que se podría utilizar la forma externa de la concha para distinguir diferentes niveles del Cretáceo, pero aparentemente este criterio ha fracasado; Sigal (tabla 2, p. 177) presenta una tabla tomada de Henson para indicar cuán grande es la variación, aunque las formas mayores y aplanadas parecen características del Cenomaniense.

Silvestri (1932) quiso separa las especies barremienses de *Orbitolina* como un nuevo género *Orbitolinopsis*, pero en estricta atención a las Reglas de Nomenclatura este nombre no es válido, porque no se le designó el genotipo; se puede aceptar, sin embargo, como redefinido y redescrito por Henson (1948) quien designó como genotipo a la especie *Orbitolina? kiliana* Prever (en Silvestri, 1932)

Henson compara a *Orbitolinopsis* con un nuevo género del Cretáceo Inferior, probablemente Aptiense, de Iraq, al que denomina *Iraqia* (sic; la omisión de una "u" después de la "q" exige un esfuerzo mental). Las figuras acompañantes (lámina 2, figs. 4-7) tomadas de Henson, explican cómo se distinguen en su interpretación estos dos géneros de *Orbitolina*, y entre sí. En ambos lo que primero llama la atención en los cortes verticales y horizontales es el tamaño relativamente grande de los elementos estructurales en comparación con el de la concha (en lo que se parecen a *Dictyoconus* o a *Simplorbitolina*, y se apartan de *Orbitolina*, donde estos elementos son mucho más numerosos). En ambos, según Henson, el espesor de los septos es relativamente reducido en comparación con las luces de las cámaras, de modo que la red central se puede describir como formada por la ramificación de los septos. Por el contrario, en *Orbitolina* prepondera el elemento pared, de tal manera que Henson habla de la ramificación y reticulación de las **cámaras**, que podemos concebir como reducidas a canales irregulares dentro de una masa calcárea y/o arenácea.

Orbitolinopsis aparenta ser más sencillo en su estructura que *Iraqia* debido a que en la zona marginal no se observan sino los tabiques verticales o septos del primer orden de magnitud, mientras que en *Iraqia*, como bien se vé en la figura de Henson, hay además séptulos (aparentemente de dos tamaños) que no pasan de la zona marginal; también hay, según Henson, tabiques horizontales o paralelos, por lo menos en las últimas cámaras. (Este rasgo no es muy claro en sus microfotografías). En este desarrollo de la red subepidérmica se

distingue *Iraqia* de *Orbitolinopsis* de modo paralelo a *Dictyoconus* de *Coskinolina* pero no se podría confundir el primero con *Dictyoconus* por la naturaleza mucho más irregular de la red central.

Henson cree que quizás "*Orbitolina*" cónica Douvillé, que Silvestri había incluido en *Orbitolinopsis* represente una transición entre *Iraqia* y *Orbitolina*, aunque también sugiere que *Orbitolinopsis* represente junto con *Iraqia* otra línea evolutiva distinta de la de las auténticas *Orbitolina*; pero considera que **cónica** se ha de clasificar en el género *Iraqia*, cuya otra especie es el genotipo **I. simplex**.

Un género anómalo entre los Orbitolinoides es *Orbitolinoides* Vaughan, 1945, basado en la única especie **senni** Vaughan del Eoceno medio de Barbados. Vaughan lo describe como semejante a *Orbitolina*, pero que "carece de la zona periférica atravesada por placas radiales", o sea, de la red cilla sub-epidérmica formada por los séptulos. "Las cámaras" (escribe Vaughan, las llamaríamos camaritas) "tienen la forma de rombos y forman curvas que se interceptan". En otras palabras, presenta la estructura que se observa en *Orbitolinas* desgastadas. La posibilidad de que se trate de ejemplares redepositados del Cretáceo, sin embargo, parece descartada, porque Vaughan indica la presencia de una epidermis "finamente arenácea" y concéntricamente arrugada.

Hay que mencionar un género que, de estar correctamente clasificado, es uno de los más antiguos de la familia: *Kilianina* Pfender, 1933, basada en la única especie **blancheti** del Jurásico Medio, Batoniense, de Francia sudoriental. El tamaño es pequeño aunque no excesivamente (1 mm. diámetro basal, 0,8 mm. altura) y la

forma cónica, ligeramente comprimida (base ovalada). La pared se describe como "arenácea, formada por la aglomeración de gránulos calcáreos muy diminutos" (quizás sea microgranular), la parte inicial no se puede observar bien, pero se cree que es espiral. La estructura de la zona central no se deja interpretar, pero se cree que es espiral. La estructura de la zona no se deja interpretar, pero la zona sub-epidérmica parece consistir en camaritas indivisas, dispuestas de manera muy regular en quinconio. Esta disposición recuerda mucho la que aparece en la zona media de *Orbitolina*, pero en ésta se han interpretado esas camaritas como subdivisiones de una sola cámara en forma de platillo coextensiva con la base de la concha en el momento de agregarse la cámara. —¿Será que *Kilianina* no tiene relación con los Orbitolinoides y que haya que buscar sus parientes entre los foraminíferos rotaliformes? - La forma de las cámaras y su disposición recuerdan a *Cymbaloporella*. ¿O será que se ha interpretado mal la estructura de *Orbitolina* y que las "camaritas" deben considerarse como cámaras?. Dejaremos la respuesta a los especialistas en el estudio de estas formas complejas.

Hay, sin embargo, un género aún de más antiguo, que a nuestro parecer concuerda mejor con lo que debía ser un Orbitolinido primitivo; este es *Coskinolinopsis* Henson, 1948, cuya especie típica y única **primaevus** viene de calizas del Triásico Superior o Jurásico Inferior de Omán en la península arábiga. La forma es cónica comprimida; las primeras cámaras están dispuestas en espiral y luego se hacen uniseriadas como es normal en la familia. Hay una zona marginal bien definida, subdividida por septos verticales (estructura tipo *Coskinolina*),

que terminan hacia el interior de la concha en pequeños "knobs or buttresses", es decir, como en pilares no individualizados. En la parte central hay lamelas verticales cortas e irregulares. Las aberturas son perforaciones en la cara oral, una al final de cada septo radial. Estructuralmente, como dice Henson, **Coskinolinos** se compara más estrechamente con **Coskinolina**, excepto por su forma comprimida y porque no hay pilares individuales sino más bien lameliformes y que se unen para formar una red, estructura que Henson compara con la de **Orbitopsella**. Tampoco hay la costilla marginal de **Coskinolina**.

Hay otros dos géneros de forma cónica-comprimida descritos por Henson de la península Qatar (*sic*) de Arabia; **Lituonelloides** y **Dictyoconella**. La especie tipo de éste, **Dictyoconella complanata** Henson, viene del Maestrichtiense, pero hay otra especie más antigua, **D. minima**, de capas probablemente del Cenomaniense superior o Turoniense. Por la presencia de séptulos verticales principales y secundarios, más otros horizontales, tiene cierto parecido con **Dictyoconus**. Dice Henson que algunos de los septos radiales terminan en pilares ("buttress-like knobs") a semejanza de **Dictyoconus**, pero que otros se extienden hacia el interior para formar una red compleja como en **Iraqia**.

Lituonelloides genotipo **L. compressus**, es del Maestrichtiense, y como lo sugiere el nombre, tiene más parecido con **Lituonella**, del que se diferencia por la estructura irregular y lameliforme de los pilares; se distingue de **Dictyoconella** por la ausencia de los septos y séptulos en la zona marginal.

Con esto terminamos la descripción de los géneros de la familia; conviene advertir que hay varios nombres de géneros que se podría creer que corresponden a la familia, pero que en realidad pertenecen a otras familias; p. ej., **Orbitolites** Lamarck, **Orbitolina** Henson, **Dictyoconoides** Nuttall.

Consideraciones sobre la filogenia de los Orbitolínidos.

En vista de que los especialistas no ven clara la evolución de esta familia, es muy presuntuoso y arriesgado lanzar unas ideas que se nos han ocurrido, pero como los paleontólogos no podemos menos que buscar siempre esquemas de las tendencias evolutivas, nos vamos a permitir ese lujo. La primera idea que se nos ocurre, es que en este grupo de foraminíferos, como en varios otros, nos hemos dejado guiar por un concepto demasiado simple de lo que puede haber sido la evolución. La teoría de la "ortogénesis" ya ha sido descartada por Simpson y otros en la evolución de los vertebrados, pero los micropaleontólogos seguimos formulando esquemas ortogénicos de la evolución, desde las formas más sencillas a las más complejas, sin admitir por un momento la posibilidad de que la evolución entre los Foraminíferos pueda haber tendido en un momento dado hacia la **simplificación** de la estructura. Subestimamos la probable complejidad de los factores genéticos implicados en la evolución, quizás porque no podemos erradicar la noción implantada en nuestras primeras lecciones de Biología, de que los Protozoarios son organismos "sencillos". A la que suscribe, le parece probable que en la evolución de formas tan complejas como los Orbitolínidos existieran

varios complejos de factores hereditarios que controlaran el desarrollo de diferentes estructuras del caparazón, y que estos se habrán combinado y re-combinado, perdiéndose o segregándose en las recombinaciones, de modo que frecuentemente será difícil decir si un género es más "avanzado" o es derivado de otro, o si son derivados ambos de un antepasado común pero con diferentes combinaciones y permutaciones de los factores genéticos.

Efectivamente, **Coskinolinopsis** nos parece muy apropiado como tipo ancestral de la familia; posiblemente la forma comprimida alude a la de antecesores que ignoramos, y que la forma cónica fuera una adaptación posterior, quizás superior para la vida bentónica (¿alimentación por partículas orgánicas en el barro del fondo, como ciertos **Monothalamia**?) La estructura interna de "pilares lameliformes" nos sugiere que hay dos tendencias hereditarias algo contradictorias, las que más tarde tenderán a ser mutuamente exclusivas; la de formar pilares, y la de formar lamelas que tienden hacia la ubicación radial. En **Simplorbitolina** ya predomina la tendencia radial; y más aun en **Coskinolinos**, en donde (quizás por su tamaño tan pequeño), no se observa nada de lo que podemos llamar la tendencia "anárquica" de la zona central de organizar el material del esqueleto en paredes ramificadas y anastomosadas, sino que la organización radial llega casi hasta el centro de la concha.

De **Coskinolinopsis**, con la adquisición de la forma cónica perfecta, y la resolución definitiva del problema de la organización del esqueleto en la zona central por el sistema de pilares, se podría llegar fácilmente a **Cos-**

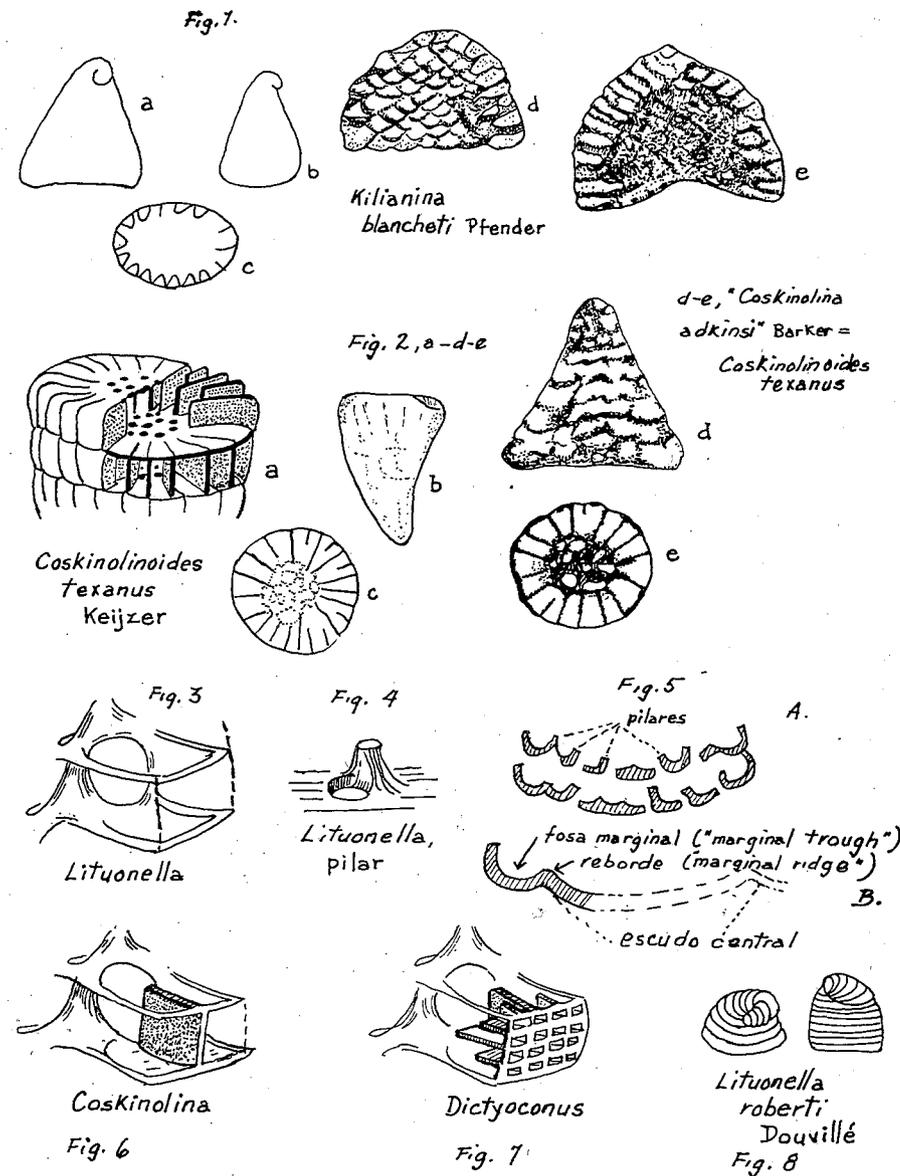
kinolina, que aparentemente se originó temprano en el Cretáceo, aunque quizás no antes del Albiense. Aparentemente se había logrado considerable estabilidad en la constitución genética, ya que **Coskinolina** persiste hasta el Eoceno.

Se ha presumido que **Dictyoconus** se ha derivado de **Coskinolina**, pero parece haber aparecido con anterioridad; quizás en el Valanginiense de Francia. Entonces tenemos que pensar que el "bio-carácter" de forma una red subepidérmica (por séptulos verticales y horizontales) quizás fuera controlado por genes no necesariamente ligados con los que controlaban la formación de los septos radiales, sino que eran independientes; el hecho de que este biocarácter se haya perdido en **Orbitolinos** del Eoceno, que conserva todos los demás caracteres de **Orbitolina**, refuerza esta suposición. Por lo tanto, no consideramos necesario presumir la derivación de **Dictyoconus** desde **Coskinolina**; la evolución puede haber sido a la inversa, por pérdida de la red, o ambos pueden ser derivados de un antepasado común. En **Orbitolinopsis** e **Iraqia**, tenemos nuevamente dos formas contemporáneas, la primera sin red, la otra con ella, lo que sugiere que el carácter se hereda independientemente de los otros. No está muy claro cómo se acomodan estos géneros en la ramificación filogenética del grupo, excepto que por la tendencia hacia la organización radial en la zona central, están asociados más bien con la stirpe de **Orbitolina** que con la de **Dictyoconus**. Si **Orbitolina** se ha derivado de uno de ellos, o de **Simplorbitolina**, o de ambos —o cuál papel juega **Kilianina** en la filogenia— son preguntas que no tienen contestación en el estado actual de nuestros conocimientos.

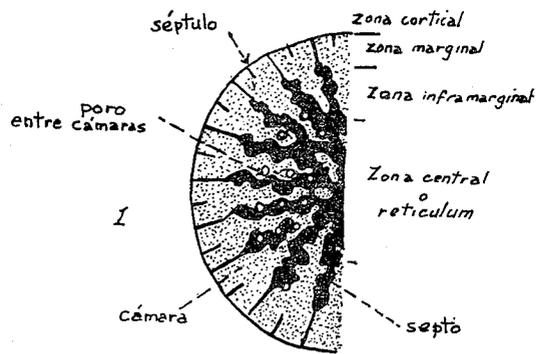
Tomando en cuenta la aparición tardía de *Lituonella*, nosotros lo interpretaríamos como derivado quizás de *Coskinolina* por pérdida del factor hereditario que gobernaba la formación de septos en la zona marginal, a menos que se haya derivado directamente de *Coskinolinoides* mediante formas que ignoramos. Que las formas más grandes y con mayor formación esquelética sean las más "modernas", no es cierto, por ejemplo, en los Batracios, donde los representantes modernos de la Clase han **reducido** el esqueleto (a la vez que el tamaño) en comparación con los Laberintodontos del Paleozóico. Si consideramos la pérdida de los septos radiales en *Lituonella* como un "adelanto evolutivo" o como una "degeneración" es jugar con palabras; probablemente la tengamos que considerar una "calle sin salida" de la evolución, ya que no sobrevivió al Eoceno, y que sepamos no dejó descendencia.

Ignoramos los factores que motivaron la extinción de *Orbitolina* durante el Cretáceo, mientras que *Dictyoconus*

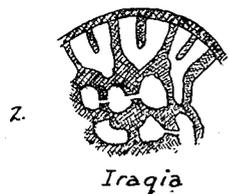
alcanzó su plenitud en el Eoceno. De todos modos, es evidente que el mar de Tethys, y en menor grado la región Caribe-antillana, ofrecía durante el Cretáceo condiciones especiales excepcionalmente favorables para el desarrollo de especies grandes y complejas de Foraminíferos —no solamente los Orbitolínidos sino también los Lituólidos, Meandropsínidos y *Lofusina*. Si la extinción de estas formas tiene algo que ver con la adaptación de otros Foraminíferos a la vida planctónica en el Cretáceo, o, expresándolo en forma más simple, si ya la competencia en el ambiente bentónico estaba provocando el éxodo o fuga hacia un medio ambiente menos congestionado y menos competitivo; y si el éxito de los foraminíferos planctónicos en el Terciario tiene algo que ver con cambios climáticos progresivamente más difíciles para las grandes especies bentónicas; o si la competencia de los Orbitolínidos, son preguntas que probablemente quedarán para siempre sin contestación.



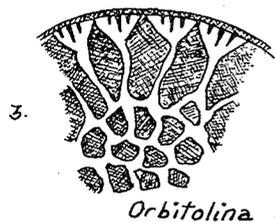
Figs. 3, 6, 7. Partes de la zona marginal, suponiéndose quitada la pared externa, y parte de los septos intercamarales (pisos de las cámaras uniseriadas).



Simplorbitolina



Iraquia



Orbitolina



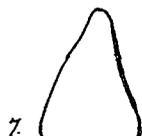
4. *Orbitolinopsis kiliani* (Prever)



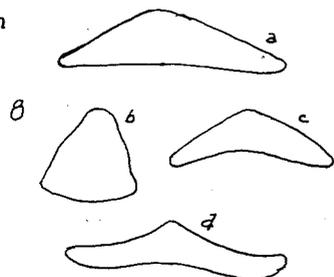
5. *Iraquia simplex* Henson



Orbitolinopsis



Iraquia



Orbitolina

Figs. 1-5, cortes horizontales
6-8, perfiles de cortes verticales (estructura interna no indicada.)

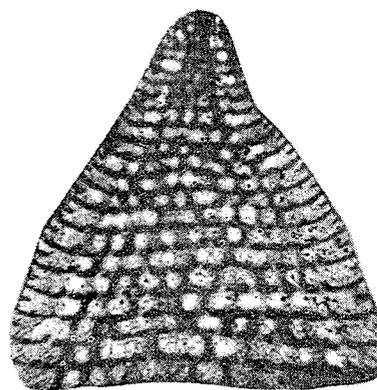


Figura No. 1.

Dictyoconus walnutensis (Carsey), sección axial de esta especie primitiva del género del Cretáceo, indicando las séptulos horizontales de cada cámara en la zona marginal, y la estructura de pilares en la zona central. (Según Maync, 1955).

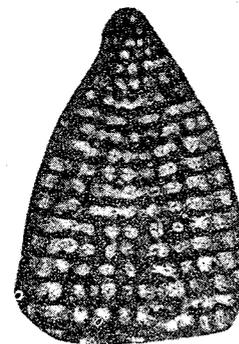


Figura No. 2.

Coskinolina sunnilandensis Maync, sección axial, mostrando las cámaras de la zona marginal no subdivididas por séptulos, y la zona interna de pilares. (Según Maync, 1955).



Figura No. 4.

La misma especie en sección paralela a la base, para indicar las cámaras marginales parcialmente subdivididas por sendos séptulos verticales, y las aberturas múltiples de la cámara en la parte central. (Según Maync).

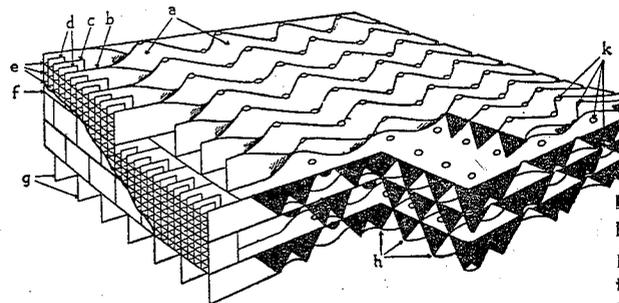


Figura No. 3.

Orbitolina, vista diagramática de una parte de la zona marginal y submarginal de tres cámaras, para indicar la estructura. En la zona marginal, se observa la estructura de casillero, en donde en adición a los septos principales horizontales (f) y verticales (g) hay séptulos horizontales (e) y verticales de dos órdenes de magnitud (c y d). Al interior, se observan los septos radiales ondulados (a), a la izquierda en perspectiva, a la derecha, cortados para indicar (en negro) su sección triangular, con la base dirigida hacia el piso de la cámara superior. (Figura de Glaessner, según L. M. Davies).

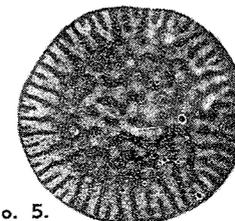


Figura No. 5.

Parte de la región marginal y submarginal de una especie avanzada de *Dictyoconus* (del Eoceno), en sección horizontal, para indicar el desarrollo extenso de los séptulos en las especies más características del género (compárese con la Fig. 1). (Según Vaughan).

CITAS BIBLIOGRAFICAS

(Las obras marcadas con * son las recomendadas especialmente por sus descripciones modernas de la estructura en esta familia).

- CIRY, R., y RAT, P. (1953) **Description d'un nouveau genre de Foraminifere, Simplorbitalina mansi nov. gen. nov. sp.**, Bull. Scient. de Bourgogne, Dijon (Francia) vol. 14, p. 85-100.
- *COLE, W. S. (1941) **Stratigraphic and paleontologic studies of wells in Florida**, Dept. Conserv. Geol. Surv., State of Florida, Geol. Bull., No. 19, Tallahassee, Florida.
- * — — — (1942) **Stratigraphic and paleontologic studies of wells in Florida**, No. 2, **Ibidem**, Geol. Bull., No. 20
- * — — — (1944) **Stratigraphic and paleontologic studies of wells in Florida**, No. 3, **Ibid.**, Geol. Bull., No. 26.
- * — — — (1945) **Stratigraphic and paleontologic studies of wells in Florida**, No. 4, **Ibid.**, Geol. Bull., No. 28.
- CUSHMAN, J. A. (1937) **A monograph of the foraminiferal family Valvulinidae**, Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Pub. No. 8, Sharon, Massachusetts, EE. UU.
- — — (1947) **A supplement to the monograph of the foraminiferal family Valvulinidae**, **Ibid.**, Spec. Pub. No. 8-A.
- — — (1948) **Foraminifera, their classification and economic use. Fourth edition, revised and enlarged, with an illustrated key to the genera.** Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts, EE. UU.
- *DAVIEE, L. M. (1930) **The genus Dictyoconus and its allies; a review of the group, together with a description of three new species from the Lower Eocene beds of northern Baluchistan.** Roy Soc. Edinburgh, Trans., vol. 56, pt. 2 (No. 20), p. 485-505, 2 pls.
- * — — — (1939) **An earlier Dictyoconus and the genus Orbitolina; their contemporaneity, structural distinction and respective natural allies**, **Ibid.**, vol. 59, p. 773-790.
- ELLIS, B. F. y MESSINA, A. R. (1940-) **Catalogue of Foraminifera**, Dept. of Micropaleontology, Amer. Mus. Nat. Hist., Nueva York.
- GALLOWAY, J. J. (1933) **A manual of Foraminifera**, The Principia Press, Bloomington, Indiana, EE. UU.
- GLAESSNER, M. F. (1945) **Principles of micropaleontology**, Melbourne Univ. Press, Melbourne, Australia.
- *HENSON, F. R. S. (1948) **Larger imperforate Foraminifera of southwestern Asia**, Brit. Mus. - Nat. Hist., Londres.
- HODSON, H. K., (1926) **Foraminifera from Venezuela and Trinidad**, Bull. Amer. Paleo., vol. 12, No. 47, p. 1-46, Ithaca, N.Y., EE. UU.
- KEYZER, F. G. (1942) **On a new genus of arenaceous Foraminifera from the Cretaceous of Texas**, K. Nederl. Akad. Wetensch., Proc., vol. 45, No. 10, p. 1016-17, Amsterdam. (Describe **Coskinolinos**).
- MANGIN, J.-Ph. (1954) **Description d'un nouveau genre de Foraminifere: Fallotella alavensis**. Bull. Scientif. de Bourgogne, vol. 14, p. 209-219, Dijon, Francia.
- *MAYNC, Wolf (1955a) **Dictyoconus walnutensis (Carsey) in the middle Albian Guácharo limestone of eastern Venezuela**, Cushman Found. Foram. Res., Contrib., vol. 6, p. 85-93, Ithaca, N.Y., EE. UU.

- * — — — (1955b) **Coskinolina sunnilandensis n.sp., a Lower Cretaceous (Urgo-Aptian) species**, **Ibid.**, vol. 6, pt. 3, p. 105-111, pls. 16-17.
- MOBERG, M. W. (1928) **New species of Coskiolina and Dictyoconus from Florida**, Florida Geol. Surv., 19th Ann. Rept., p. 166-175, pls. 3-5, Tallahassee Florida, EE. UU.
- PFENDER, J. (1933) **Sur un Foraminifere nouveau du Bathonien des Montagnes d'Escoirins (H. Alpes): Kilianina blancheti, nov. gen. nov. sp.**, Annales Science-Médecine de l'Univ. de Grenoble, n.s. vol. 10. (Existe considerable incertidumbre sobre la fecha y el lugar de la primera publicación de este trabajo, véase la nota de Maync, 1955b, p. 107).
- ROD, E., y MAYNC, W. (1954) **Revision of Lower Cretaceous stratigraphy of Venezuela**, Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull., vol. 38, No. 2, p. 193-283, Tulsa, Oklahoma, EE. UU.
- SIGAL, J. (1952) **Foraminiferes**, en Piveteau, J. (ed.) **Traité de Paléontologie**, tome 1, p. 133-301, Masson et Cie., Paris.
- VAUGHAN, T. W (1932a) **American species of the genus Dictyoconus**, Journ. Pal., vol. 6. No. 1, p. 94-99, pl. 14.
- — — (1932b) **The foraminiferal genus Orbitolina in Guatemala and Venezuela**, Nat. Acad. Science, Proc., vol. 18, p. 609-610, Washington, D.C., EE. UU.
- — — (1945) **American Paleocene and Eocene larger Foraminifera**, Geol. Soc. Amer., Mémoir 9, pt. 1, p. 1-175, 46 pls., Nueva York. (**Orbitolinoides**, p. 22-23, pl. 2).

