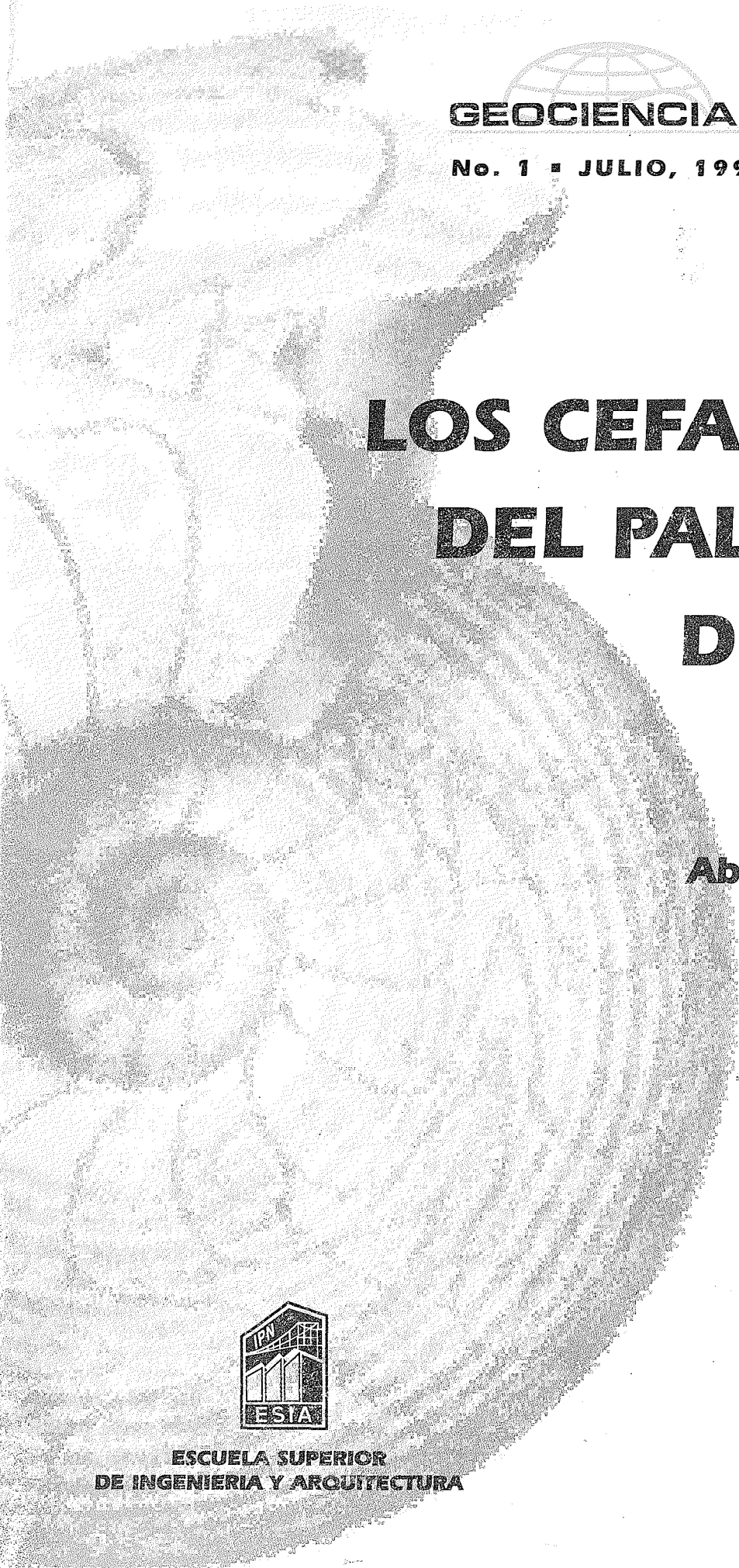




GEOCIENCIAS

No. 1 ■ JULIO, 1997

LOS CEFALOPODOS DEL PALEOZOICO DE MEXICO

Abelardo Cantú Chapa



**ESCUELA SUPERIOR
DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



**INSTITUTO
POLITECNICO NACIONAL**



Posgrado en Geología, ESIA, U. Z., I. P. N.

COMITE EDITORIAL:

DR. ABELARDO CANTU CHAPA

Universidad de París (Sorbonne), Francia

DR. PEDRO SALMERON UREÑA

Universidad de París, Francia

DR. LUIS ENRIQUE ORTIZ HERNANDEZ

Universidad de Grenoble, Francia

DRA. MIRIAM YTA

Universidad de Orleans, Francia

DR. MIGUEL ANGEL MIRANDA GASCA

Universidad de Texas, USA

M. en C. RODOLFO CORONA ESQUIVEL

Fac. de Ciencias, UNAM, México

M. en C. JOSE JAIME MARTINEZ CORZA

ESIA, I. P. N., México

La presente publicación fue realizada gracias al apoyo financiero proporcionado por el
CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA,
mediante el Proyecto No. 411300-5-2228PT.

Derechos Reservados

Registro de Derechos de Autor
en la **Secretaría de Educación Pública**
No. de Registro 23563

Impreso en México/ Printed in Mexico

GEOCIENCIAS

No. 1 • JULIO, 1997

**LOS CEFALOPODOS
DEL PALEOZOICO DE MEXICO**

Abelardo Cantú Chapa

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION
MAESTRIA EN GEOLOGIA

ISSN 1405-4655

PREFACIO

En la década de los 50, los profesionales mexicanos comenzaron a participar en la investigación de los diferentes grupos fósiles de México, con contribuciones en revistas nacionales, al dar a conocer el avance de sus estudios; con ello ampliaron el acervo sobre el conocimiento de la Paleontología. Sin embargo, la enorme extensión de afloramientos de rocas sedimentarias en el territorio nacional y el escaso número de especialistas, determinaron que el quehacer paleontológico no tuviera el avance deseado.

En México, las cátedras de Paleontología han sido impartidas tradicionalmente en las Facultades de Ingeniería y Ciencias, de la Universidad Nacional Autónoma de México, y en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional, a los estudiantes de las carreras de Geología y Biología; esos cursos también se imparten en universidades y tecnológicos de provincia.

En todas estas instituciones educativas, los profesores necesitan apoyarse en la literatura pertinente sobre el conocimiento de los fósiles de México, lo cual permitirá llevar a buen fin su cometido docente y de investigación, sobre la historia de la vida en el pasado, la evolución que han tenido los diferentes grupos de plantas y animales, la edad de las rocas que los contienen, la distribución geográfica de tierras y mares en el pasado geológico, los ambientes en los que vivieron y, finalmente, la utilización de las rocas sedimentarias que contienen los fósiles, para fines petroleros, mineros y de la construcción.

La publicación de obras como LOS CEFALOPODOS DEL PALEOZOICO DE MEXICO, que en esta ocasión me es muy satisfactorio presentar a la comunidad científica de Ciencias de la Tierra, tanto nacional como extranjera, llena un campo del conocimiento paleontológico sobre un grupo importante de moluscos extintos, indicadores estratigráficos, cuyo estudio permite conocer la edad de las rocas que los contienen.

En esta obra son tratados particularmente aquellos fósiles con una edad comprendida aproximadamente entre 570 a 230 millones de años. Asimismo, se proporciona información actualizada sobre la sistemática del grupo, en relación al establecimiento de los taxa, subórdenes, familias, subfamilias y géneros. Se analizan bases bioestratigráficas, al tomar en cuenta la adquisición de nuevos elementos suturales, con la finalidad de proponer subdivisiones cronoestratigráficas. También trata sobre la paleogeografía de los diferentes grupos de amonoides paleozoicos, que han sido descritos hasta ahora en México.

La obra LOS CEFALOPODOS DEL PALEOZOICO DE MEXICO fue diseñada para ser fácilmente comprensible, por los estudiosos de las Ciencias de la Tierra, de cualquier nivel. Se incluyen varios cuadros sistemáticos sobre la evolución de la línea de sutura de esos organismos fósiles y se ilustran los diferentes géneros y especies. Seguramente, su consulta resolverá las expectativas que se presenten al estudiar el grupo mencionado.

Dra. Blanca Estela Buitrón

PROFESORA-INVESTIGADORA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

ABSTRACT

This book analyses the systematic paleontologic and biostratigraphic methodology applied to all Paleozoic cephalopods that have been described and illustrated in Mexico. It stress recognition of cephalopod morphologic elements since they can define supra generic categories and allow better understanding of the phylogenetic evolution and biostratigraphic distribution of a group, as opposed to only restricting them to genera determination and Fossil confrontation from Mexico and other countries.

Its objectives are to leave written evidence of the paleontologic inventory and geologic age of such group in Mexico, in the form of a consulting book, and to point out the systematical bases used by these fossil specialists when proposing new classifications.

Several systematic tables, that portray cephalopod suture line morphology and biostratigraphic distribution, show the different supra genera classifications in which the Mexican fossils have been included [goniatites, ceratids, medlicottiids, bactritoids and nautiloids].

Fossilized cephalopods are referred to the field of Stratigraphy, since they establish national and international biostratigraphic and paleogeographic correlations by subdividing and defining the age of the sedimentary sequences where they were found. The biostratigraphic bases that were used to propose Era and System time-stratigraphic subdivisions are further analyzed taking into account the new suture elements acquired by these fossils (Paleozoic-Mesozoic ceratites and Pennsylvanian-Permian goniatites), and the sudden appearance of other fossils (trilobites) in determined regions of the country (Tiñu, Oaxaca: Cambrian-Ordovician).

Systematic proposals are made, goniatites are subdivided in three suborders, two of which are new: Goniatitina, **Popanoceratina subord. nov.** and **Cycloceratina subord. nov.** Also, **Eothalassoceratidae** new family, **Changhsingoceratinae subfam. nov.** and **Millerites gen. nov.** **Furnishites gen. nov.** and **Coahuiloceras gen. nov.** are proposed. A methodical confrontation of systematic genera classifications of some goniatite groups proposed in the Treatise on Invertebrate Paleontology, pt. L, (1957), is performed. This book may also represent a form of reflection for students when doing paleontologic research on the significant group of Paleozoic cephalopods.



Reproducción de un cuadro de Arthur K. Miller, paleontólogo norteamericano (1902-1963), quien estudió los cefalópodos del Pérmico de Chiapas (1941), Coahuila (1944) y Sonora (1965); tomada del *Journal of Paleontology* (1963, vol. 37, No. 4, p 944-946).

La mejor educación científica es aquella que permite a la gente comprender, e inclusive criticar, las nociones que se le inculcan.

Pierre Thuiller

PROLOGO

Con base en la observación y diferenciación de los caracteres morfológicos de los organismos fósiles, los especialistas en Paleontología los clasifican, apoyándose en investigaciones bibliográficas y en comparaciones que establecen entre diferentes ejemplares, a partir de la observación general a la particular. Esos caracteres evidentes son aquellos que deben hacerse resaltar en una clase de Paleontología Sistemática, con el fin de que el estudiante llegue a determinar el fósil que se le presenta para su diagnosis, tanto en un examen, como en una posible e hipotética práctica de geología de campo.

Esas generalidades sobre la morfología del fósil en cuestión van particularizándose, a medida que se avanza en la Sistemática Paleontológica y señalan, simultáneamente, la especificidad cronoestratigráfica del organismo analizado, a partir del estrato en que fue encontrado. En otras palabras, entre más general y vaga sea la determinación paleontológica, más amplia e imprecisa será la datación de la roca donde el fósil fue colectado.

A menudo, la clasificación sistemática del fósil, basada exclusivamente en el análisis y estudio de restos de organismos, tiene que ver con la evolución en el tiempo y en el espacio, del grupo en cuestión; esas son las reglas tácitas empleadas por los especialistas, que deben ser señaladas en un curso de Paleontología.

Sin embargo, para el estudiante resulta difícil aceptar la distribución estratigráfica del mencionado grupo fósil, en vista de la limitación cognoscitiva que representa para él, hacer abstracción, en el tiempo geológico, de las infinitas posibilidades de adquisición de esos caracteres morfológicos, donde sólo algunos de ellos han quedado plasmados como improntas en la roca. Se trata de elementos morfológicos que sirven al especialista para distinguir un grupo fósil de otro, con el que se determina, implícitamente, la edad del estrato; para posteriormente diferenciar tanto aquel como éste, del resto de los mismos, dentro de una secuencia sedimentaria.

INTRODUCCION

Las rocas que contienen cefalópodos del Paleozoico están localizadas en varios estados de la República Mexicana; en número y distribución geográfica predominan especies del Pérmico (goniatites y ceratites); su presencia, desde Sonora hasta Chiapas, configura un arco dirigido hacia Tamaulipas, Puebla y Guerrero, con clara tendencia paleobiogeográfica hacia la ancestral provincia del Océano Pacífico. En menor escala están representadas formas primitivas (volbortélidos), de dudosa pertenencia a la Clase Cephalopoda, del Cámbrico de Sonora; así como aquellas que sólo han sido mencionadas en rocas pertenecientes al Ordovícico (nautiloideos ortocónicos), Silúrico, Pensilvánico y Pérmico (goniatites), en Oaxaca, Chihuahua y Tamaulipas.

El único estudio sistemático de los cefalópodos fósiles que existe en México, fue realizado por Arthur K. Miller en 1944, con material procedente del Pérmico de Las Delicias, Coahuila, donde incluyó varios géneros de nautiloideos, bactritoideos, goniatites, medlicótidos y ceratites; ese estudio es fundamental a nivel mundial, cuando los especialistas se refieren a los cefalópodos de ese sistema. Hay otros aportes paleontológicos parciales y en algunos, sólo se mencionan esos fósiles de regiones aisladas de México.

En el presente estudio se abordan la Paleontología Sistemática y la metodología bioestratigráfica de todos los cefalópodos paleozoicos, descritos e ilustrados de México; representa un libro de consulta para los interesados en ese tema, porque se señalan las bases sistemáticas que han sido utilizadas, al proponer clasificaciones de esos fósiles. Se insiste en reconocer los elementos morfológicos propios, que caracterizan categorías supragenéricas, porque permiten tener una mejor comprensión de la evolución filogenética y la distribución bioestratigráfica del grupo estudiado, al no circunscribirlo a la sola determinación genérica del fósil.

Varios cuadros sistemáticos, auxiliados con explicaciones sobre la morfología de la línea de sutura y su distribución bioestratigráfica, permiten conocer la variabilidad de clasificaciones supragenéricas, en que han sido incluidas las formas mexicanas (goniatites, ceratites, medlicótidos, bactritoideos y nautiloideos). Asimismo, se señalan las bases utilizadas para el establecimiento de categorías sistemáticas de género y especie, ya que a veces representan metodologías confusas, cuando han sido empleadas por los especialistas de los grupos analizados (*Bactrites*, *Medlicottia*, *Agathiceras*, *Adrianites*, *Perrinites*, *Waagenoceras*, entre otros).

En el presente estudio se hacen algunas propuestas sistemáticas: los goniatites son subdivididos en tres subórdenes, de los cuales dos son nuevos, *Goniatitina*, **Popanoceratina subord. nov.** y **Cycloceratina subord. nov.**; asimismo se proponen como nuevos la Familia **Eothalassoceratidae fam. nov.**, la Subfamilia **Changhsingoceratinae subfam. nov.** y los géneros **Millerites gen. nov.**, **Furnishites gen. nov.** y **Coahuiloceras gen. nov.**

Los cefalópodos fósiles son referidos al campo de la Estratigrafía en el presente estudio, porque subdividen y ubican en el tiempo las secuencias sedimentarias donde han sido colectados, al establecer correlaciones estratigráficas y paleogeográficas nacionales e internacionales.

Asimismo, las bases bioestratigráficas que sirvieron para proponer subdivisiones cronoestratigráficas, a nivel de eras y sistemas, son analizadas, al tomar en cuenta la adquisición de nuevos elementos suturales de ese grupo fósil (ceratites: Paleozoico-Mesozoico, y goniatites: Pensilvánico-Pérmico), o la aparición brusca de otros fósiles (trilobitas), en una región determinada (Tiñú, Oaxaca: Cámbrico-Ordovícico).

En fin, se establece una confrontación metodológica con las clasificaciones sistemáticas genéricas, de ciertos grupos de goniátides, propuestas en el Treatise on Invertebrate Paleontology, pt. L, de 1957; para el estudiante representa una forma de reflexión, cuando realice investigaciones paleontológicas, del importante grupo de cefalópodos del Paleozoico.

ANTECEDENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA PALEONTOLOGIA EN MEXICO

Antes de abordar el tema del presente estudio, sobre los cefalópodos del Paleozoico de México, es necesario hacer algunas observaciones sobre la enseñanza de la Paleontología, a nivel de licenciatura o posgrado, en instituciones nacionales.

La pedagogía de esta ciencia en nuestro país sigue siendo abstracta, no obstante ser una Ciencia Natural; aceptar esa premisa implicaría impartir esa materia en forma objetiva. Sin embargo, esa ciencia requiere básicamente una particular e insólita capacidad inconsciente de captación de conocimientos, por medio de una determinada memoria fotográfica, muy útil cuando se trata de hacer reconocimientos rápidos en material fosilífero.

La enseñanza de la Paleontología también forma parte de las Ciencias de la Tierra; por lo tanto, en nuestro país se realiza en dos áreas de estudio, diametralmente opuestas por sus antecedentes académicos y sus objetivos profesionales. Esa dicotomía redundará a la postre, en deficiencias de una u otra carrera profesional; nos referimos a la Paleontología que se enseña en los estudios de licenciatura de Biología y Geología:

a) En Biología. Mientras que los biólogos tienen antecedentes teórico-prácticos de la Sistemática de la Zoología y Botánica, así como disciplinas relacionadas con la evolución orgánica, la Ecología y la Biogeografía; a su vez, son deficientes en conocimientos de materias fundamentales de la Geología, como la Estratigrafía, Petrografía y principios relacionados con el muestreo y medición de estratos, que les permitan ubicar sus fósiles en secuencias sedimentarias, con la finalidad de confrontarlos, correlacionarlos y tener conocimiento de la evolución de los ciclos sedimentarios.

b) En Geología. No obstante que los geólogos tienen un conocimiento avanzado de las materias antes señaladas, particulares a esa ciencia, ignoran a su vez los principios de la sistemática zoológica y botánica. El tipo de preparación que reciben está enfocado a realizar estudios geológicos de grandes extensiones de terreno, por lo mismo, hacen caso omiso del detalle estratigráfico; este último es cubierto por medio de conocimientos vagos que proporciona la litoestratigrafía, la cual permite pasar por alto el detalle cronoestratigráfico de las secuencias sedimentarias; por lo tanto, los cambios laterales y verticales de facies no son analizados con detalle.

c) Técnicas y disciplinas geológicas. Los geólogos miden secciones estratigráficas donde ubican las muestras con fósiles; sin embargo, ese rigor metodológico desplegado en el campo y luego en gabinete, raramente llega a feliz término, como para obtener conclusiones cronoestratigráficas de las secuencias analizadas, por ser tributarios de los estudios bioestratigráficos que realizan los paleontólogos, quienes determinan los fósiles y proporcionan las edades de los mismos. Por lo tanto, los geólogos en México no resuelven problemas de Cronoestratigrafía que, por otra parte, inexplicablemente no les interesa; sus estudios quedan reducidos a descripciones litoestratigráficas, donde incluyen conclusiones difíciles de probar sobre supuestos medios de

En fin, se establece una confrontación metodológica con las clasificaciones sistemáticas genéricas, de ciertos grupos de goniátides, propuestas en el Treatise on Invertebrate Paleontology, pt. L, de 1957; para el estudiante representa una forma de reflexión, cuando realice investigaciones paleontológicas, del importante grupo de cefalópodos del Paleozoico.

ANTECEDENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA PALEONTOLOGIA EN MEXICO

Antes de abordar el tema del presente estudio, sobre los cefalópodos del Paleozoico de México, es necesario hacer algunas observaciones sobre la enseñanza de la Paleontología, a nivel de licenciatura o posgrado, en instituciones nacionales.

La pedagogía de esta ciencia en nuestro país sigue siendo abstracta, no obstante ser una Ciencia Natural; aceptar esa premisa implicaría impartir esa materia en forma objetiva. Sin embargo, esa ciencia requiere básicamente una particular e insólita capacidad inconsciente de captación de conocimientos, por medio de una determinada memoria fotográfica, muy útil cuando se trata de hacer reconocimientos rápidos en material fosilífero.

La enseñanza de la Paleontología también forma parte de las Ciencias de la Tierra; por lo tanto, en nuestro país se realiza en dos áreas de estudio, diametralmente opuestas por sus antecedentes académicos y sus objetivos profesionales. Esa dicotomía redundará a la postre, en deficiencias de una u otra carrera profesional; nos referimos a la Paleontología que se enseña en los estudios de licenciatura de Biología y Geología:

a) En Biología. Mientras que los biólogos tienen antecedentes teórico-prácticos de la Sistemática de la Zoología y Botánica, así como disciplinas relacionadas con la evolución orgánica, la Ecología y la Biogeografía; a su vez, son deficientes en conocimientos de materias fundamentales de la Geología, como la Estratigrafía, Petrografía y principios relacionados con el muestreo y medición de estratos, que les permitan ubicar sus fósiles en secuencias sedimentarias, con la finalidad de confrontarlos, correlacionarlos y tener conocimiento de la evolución de los ciclos sedimentarios.

b) En Geología. No obstante que los geólogos tienen un conocimiento avanzado de las materias antes señaladas, particulares a esa ciencia, ignoran a su vez los principios de la sistemática zoológica y botánica. El tipo de preparación que reciben está enfocado a realizar estudios geológicos de grandes extensiones de terreno, por lo mismo, hacen caso omiso del detalle estratigráfico; este último es cubierto por medio de conocimientos vagos que proporciona la litoestratigrafía, la cual permite pasar por alto el detalle cronoestratigráfico de las secuencias sedimentarias; por lo tanto, los cambios laterales y verticales de facies no son analizados con detalle.

c) Técnicas y disciplinas geológicas. Los geólogos miden secciones estratigráficas donde ubican las muestras con fósiles; sin embargo, ese rigor metodológico desplegado en el campo y luego en gabinete, raramente llega a feliz término, como para obtener conclusiones cronoestratigráficas de las secuencias analizadas, por ser tributarios de los estudios bioestratigráficos que realizan los paleontólogos, quienes determinan los fósiles y proporcionan las edades de los mismos. Por lo tanto, los geólogos en México no resuelven problemas de Cronoestratigrafía que, por otra parte, inexplicablemente no les interesa; sus estudios quedan reducidos a descripciones litoestratigráficas, donde incluyen conclusiones difíciles de probar sobre supuestos medios de

depósito; finalmente, el tema de la datación de las rocas es manejado, deficientemente, por los biólogos-paleontólogos.

La litoestratigrafía, muy útil en la exploración petrolera, es sustituida indebidamente por disciplinas demasiado teóricas, como son los estudios de Petrografía Sedimentaria, que pretenden explicar supuestos medios de depósito, a partir de la parcial observación al microscopio de láminas delgadas; o lo que es lo mismo, los grupos de estratos de decenas y centenas de metros son sustituidos por observaciones milimétricas.

Esta disparidad metodológica, practicada a veces en la enseñanza de la Paleontología, redundando en los magros resultados del conocimiento de esta ciencia, que se practica en nuestro país, tanto en su parte sistemática como en la estratigráfica. En algunos casos, su enseñanza en los programas de licenciatura es optativa. o lo que es lo mismo, nula; en otros, a nivel de posgrado, está en receso.

d) Otras técnicas de enseñanza de la Paleontología. El método más socorrido en nuestro país, y en otros, para enseñar esta ciencia, es el enlistamiento de los supuestos caracteres morfológicos de cada fósil; lo anterior representa para el estudiante un método didáctico tedioso e ilógico, sobre todo en el momento de poner en práctica sus escasos conocimientos paleontológicos y bioestratigráficos, ante un examen, o un trabajo de investigación que reclama la utilización de esos restos orgánicos, para la datación de los estratos que se le ha encomendado estudiar.

El resultado de la enseñanza de la Paleontología en nuestro país es desolador, si se piensa que su estudio incluye, tácitamente, todos los grupos zoológicos y botánicos del pasado, que deben ser mostrados en los cortos límites de un semestre, de sólo cuatro o cinco meses, con enseñanza promedio de dos veces por semana y sesiones de una o dos horas diarias.

Aquí se imponen las siguientes preguntas: ¿ cuánto puede enseñarse correctamente en un curso de Paleontología, en tan corto tiempo, para que pueda medianamente cubrir la totalidad de los grupos fósiles ? ¿ y qué maestro va a poder explicar, diferenciar y mostrar ejemplares tan variados de fósiles, que permitan observar todo el espectro de la Zoología y Botánica del pasado ?

Es preocupante pensar que es demasiado pedirle al profesor de Paleontología, si sería capaz de enseñar 500 géneros por semestre, que cubran los variados grupos fósiles de invertebrados, vertebrados y plantas. En sí, la enseñanza de esta materia representa de entrada un doble problema: para el profesor, que tiene que poseer una colección de fósiles nacionales clasificados fuera de serie, y para el estudiante, que debe memorizarlos y reconocerlos, en sus diferentes modalidades de preservación.

¿ Y a quién le interesa, como alumno de las carreras de Biología o Geología, adquirir tantos conocimientos enciclopédicos, en detrimento de las otras materias que conforman un plan de estudios, de esas dos profesiones ? ¿ y cuál de estos dos programas de estudios va a ceder lugar y tiempo de otras materias, para dárselas a la enseñanza de la Paleontología ? De estos cuestionamientos se infiere que el margen de tiempo para explicar la Paleontología en México es casi nulo y cuando se realiza, resulta sumamente elemental.

Existe en nuestro país otra posibilidad para enseñar la Paleontología, mediante la técnica cómoda y antipedagógica de proyectar, en una pantalla, fotos diapositivas de fósiles tomadas de tratados extranjeros de Paleontología. Esa metodología termina por alejar al alumno de esa ciencia tan importante, porque su utilización permite conocer, parcialmente, la historia de una parte de la corteza de la Tierra, si se cuenta con la capacidad pedagógica para poder clasificar, diferenciar y ubicar los fósiles en el tiempo. También la impartición de esta ciencia decae cuando sólo se enseña

un grupo fósil de determinada edad, donde se muestran caracteres morfológicos, sin explicar su relación bioestratigráfica, o lo que es lo mismo, su evolución filogenética.

Asimismo, cuando se recurre a prácticas de campo y a lo señalado líneas arriba, hay que agregar que en todo afloramiento no existe la posibilidad de encontrar el fósil exacto, como el del dibujo o la fotografía del cuaderno o catálogo que se pretende consultar. No va a ser en el campo, donde el estudiante podrá aprender las técnicas de la Paleontología Sistemática; en cambio, ahí se fomenta el saqueo del afloramiento fosilífero, hasta agotarlo.

Finalmente, la enseñanza de la Paleontología resulta desalentadora para el estudiante, por estar llena de supuestos misterios para descifrar lo que debe considerarse como Paleontología Sistemática y Estratigráfica, que implicaría conocer la metodología para clasificar fósiles y datar la roca portadora de los mismos. A lo anterior hay que agregar el hecho irrefutable, presente en la educación media y superior de nuestro país, de dogmatizar todo tipo de conocimientos, por medio de la memorización de temas, en lugar de hacer razonar al estudiante, para que desarrolle y demuestre más tarde sus conocimientos, según lo que se le solicite en un examen.

Por supuesto, los tratados de Paleontología están escritos para especialistas; por lo mismo, el estudiante no conoce ni tiene la capacidad de inferir, la mecánica seguida para llegar a utilizar esos libros de consulta. Asimismo, los artículos de especialistas son tediosos y a menudo están escritos en otro idioma que el español. En general, los diccionarios de Paleontología adolecen de explicaciones introductorias que permitan utilizarlos. También hay dificultad para enseñar esa ciencia, según los libros de texto traducidos del inglés o aún aquellos publicados en español, por no corresponder a material paleontológico nacional.

e) Los catálogos de fósiles mexicanos. A menudo se utilizan los catálogos o ficheros de fósiles para preparar un curso de Paleontología; los cuales al consultarlos con fines sistemáticos, no ayudan a resolver el problema que entraña el clasificar un fósil. Esos catálogos resultan inoperantes e incomprensibles para el estudiante y para un profesor de enseñanza media y superior, por la ausencia de una metodología pedagógica; ambos tratan de memorizar el fósil dibujado o fotografiado, en los llamados "Catálogos de fósiles mexicanos".

Dichos "catálogos", realizados sin tomar en cuenta las reglas de la Sistemática Zoológica, tienen como principio acomodar los fósiles según un orden alfabético, que denotan desconocimiento del tema abordado por los autores del mismo; en esos costosos libros no se observa interés alguno en analizar las bases de la clasificación paleontológica, por desconocerlas. El hecho de enlistar los fósiles sin bases sistemáticas, por lo tanto deleznables, sin mostrar las particularidades, casos o metodologías utilizadas, resulta al final incoherente.

Cuando esas listas de fósiles-tipo de México no se depuran y se incluyen los mismos ejemplares bajo diferentes denominaciones genéricas o específicas, haciendo caso omiso, por ignorancia o falta de investigaciones bibliográficas, de la sinonimia o lo que es lo mismo, de aquellos nombres que cayeron en desuso, sólo se demuestra, lamentablemente, impericia profesional, al intentar tratar un tema tan interesante y vasto como es la Paleontología Sistemática.

f) La Paleontología, herramienta de trabajo profesional. Sería deseable enseñar un grupo fósil de acuerdo a su evolución, en el tiempo geológico, a estudiantes que tienen una base de conocimientos paleontológicos generales. Eso permitiría explicar el grupo fósil, sin recurrir a comparaciones triviales, en particular cuando se imparte en la carrera de Geología, donde no hay antecedentes de estudios de evolución orgánica.

Sólo los profesionales que prestan sus servicios como paleontólogos, para instituciones donde se aplican esos conocimientos, con fines de exploraciones geológico-petroleras, logran concebir, tardíamente, la amplitud e impotencia para adquirir conocimientos de especialización paleontológica. Para ellos representa una práctica profesional altamente riesgosa, realizada a menudo sin asesoramiento; en quienes recae el peso del error o del acierto, en particular cuando la Paleontología de especialización les permite señalar correctamente, el grupo fósil a que pertenece el ejemplar estudiado; donde, implícitamente, se está determinando la edad de la roca portadora del mismo.

Si ese material procede de muestras aisladas, extraídas de pozos petroleros a profundidades variables, el margen de error es enorme, debido a que el paleontólogo raramente tiene acceso a información concerniente a la perforación del pozo. Precisamente es ahí donde la Paleontología se convierte en nuestro país en una ciencia aplicada, con fines de exploración petrolera; por lo mismo, no hay que confundirse y exigirle al paleontólogo que sea especialista de todos los grupos fósiles, que el problema por resolver amerita.

OBJETIVOS

El hecho de no tener aún en México un libro de consulta, que permita abordar el tema de los cefalópodos fósiles de este país, y en general de otros grupos, en su parte sistemática y bioestratigráfica, nos indujo a elaborar el presente compendio, con el fin de explicar, bajo una forma razonada, los representantes de cefalópodos nacionales del Paleozoico.

Los amonoideos y nautiloideos del Pérmico de México han sido estudiados por paleontólogos extranjeros; en particular, el norteamericano Arthur K. Miller (*cf. King et al.*, 1944) sentó las bases del estudio de esos importantes grupos fósiles; desde entonces, sus propuestas paleontológicas han servido de referencias imprescindibles en estudios similares, que se realizan en otras partes del mundo; es de aclarar que ese tipo de escritos se desconoce en nuestro país.

Aprovechando el hecho de analizar el tema que nos permitió preparar este compendio, pretendemos motivar al estudiante de Paleontología, a interesarse en el mundo, aparentemente complicado, de la Sistemática de los cefalópodos y de su importancia en la Estratigrafía; tema que, por otra parte, puede servir tanto a los geólogos como a los biólogos. Consideramos que no se trata de hacer una acumulación enciclopédica de datos, más bien se pretende explicar la metodología, aparentemente enmascarada para el estudiante, que se utiliza en el estudio sistemático de ese grupo fósil; así como aquella que tiene fines estratigráficos.

Al tratar de explicar la Sistemática de los cefalópodos y en particular de los amonoideos del Pérmico, es necesario hacer hincapié en dos aspectos, comúnmente pasados por alto en nuestro país, por desconocer técnicas de análisis de los mismos, cuyos objetivos son los siguientes:

1. Insistir en reconocer los elementos propios de toda clasificación supragenérica, que permita tener una mejor comprensión de la evolución y la bioestratigrafía del grupo fósil estudiado; toda vez que no se trata de circunscribir el estudio de la Paleontología Sistemática, al cómodo caso de la determinación genérica, porque implica limitar el conocimiento completo del grupo analizado.
2. Referir el estudio paleontológico al terreno estratigráfico total; es decir, a la secuencia sedimentaria, con el fin de subdividirla y ubicarla en el tiempo; posteriormente hacer correlaciones estratigráficas y establecer conclusiones paleogeográficas, al incluir el estudio estratigráfico en las secuencias sedimentarias.

METODOLOGIA

La forma como se ha abordado el tema, es a partir de investigaciones de todo lo que se ha publicado sobre cefalópodos del Paleozoico de México; incorporándolos, hasta donde es posible, a la Paleontología Sistemática actual. Con el fin de ayudar a los paleontólogos noveles, a conocer las bases de esta disciplina; asimismo, se han elaborado láminas con los ejemplares mexicanos y los tipos de los géneros, como están ilustrados en el Treatise on Invertebrate Paleontology, partes K y L.

En sí resulta relativamente escueto describir genéricamente los ejemplares de cefalópodos de México, por lo que se procedió a señalar una serie de datos que contribuyen a conformar un mejor entendimiento y utilización del grupo fósil en cuestión, a partir de clasificaciones supragenéricas últimamente generadas; se hace así, con el fin de no caer en el terreno exclusivo y estéril de la Paleontología Sistemática decimonónica, que a menudo se acostumbra practicar en nuestro país.

A estas notas se agrega una serie de explicaciones con ilustraciones, de todos los elementos que contribuyen a determinar un fósil; además, se proporcionan los elementos de investigación bibliográfica, que implícitamente contribuyen a datarlos, con lo cual se pretende incluirlos en la Cronoestratigrafía mundial y en la metodología particular, empleada por los paleontólogos estratígrafos, especialistas de los cefalópodos del Paleozoico.

Para el caso del estudio aquí realizado, se han elaborado diferentes tipos de cuadros bioestratigráficos, porque se considera que podrán ser útiles al estudiante, en la mejor comprensión del tema analizado. Simultáneamente se agregan otros datos importantes, donde sólo se menciona la presencia de esos fósiles en el Paleozoico de México.

Como en todo estudio de esta naturaleza, continuamente aparecen en la literatura paleontológica mundial, nuevas propuestas de clasificación de los amonoideos (goniatites y ceratites), esto determina que sean indefinidamente cuestionables; sólo prevalecerá la mejor fundamentada, a partir de evidencias morfológicas objetivas, observadas y señaladas en dichas propuestas.

En las páginas que siguen se confrontan diferentes tipos de clasificaciones de esos fósiles, con objeto de que el estudiante interesado en el tema conozca, hasta donde es posible, la disciplina de trabajo tácita, que exigen las investigaciones paleontológicas; esperamos que esa metodología permita posteriormente iniciarlos, en investigaciones particulares al tema de la Paleontología.

LOS PROBLEMAS DE LA CLASIFICACION PALEONTOLOGICA

El estudio de un grupo fósil implica resolver un sinnúmero de dificultades, por medio de la consulta de tratados de Paleontología. Los iniciados en ese tipo de estudios a menudo señalan, implícita o directamente en sus trabajos, los elementos morfológicos evidentes que utilizaron para resolver los problemas de la clasificación sistemática. A fin de ayudar, en la medida de lo posible, al estudiante que se interesa en la Paleontología Sistemática y Estratigráfica, a continuación se dan algunas indicaciones sobre los problemas más comunes, que aparecen en todo tipo de estudios de esa naturaleza, a saber:



1. ¿ Cómo clasificar los cefalópodos fósiles ? Estos organismos pertenecen al grupo de los moluscos, cuyos representantes fósiles tuvieron una concha externa en forma de cono, predominantemente enrollada planispiralmente, siempre segmentada en toda su longitud, por tabiques dispuestos periódicamente, previos a la cámara de habitación, y recorrida longitudinalmente por un tubo o sifón excéntrico. Esa particularidad, manifestada en la estructura calcárea externa, los separa de otros grupos de moluscos, como los gasterópodos que también poseen una concha en forma de cono enrollado, no segmentado y con una columnela axial.

Uno de los grupos importantes de cefalópodos corresponde a los denominados genéricamente amonoideos, incluye principalmente goniatites, ceratites y amonitas, y están restringidos al Paleozoico y Mesozoico. Para algunos paleontólogos, el elemento clave para la clasificación de esos fósiles está en la posición del sifón o tubo que atraviesa, longitudinalmente, todas las cámaras vacías de la concha, justo en su plano de simetría; las dos posiciones que tiene el sifón permiten diferenciarlos sistemática y estratigráficamente, como sigue (fig. 1):

a) extrasifonados, o de posición ventral, como los Ammonitida (Ammonitina, Lytoceratina y Phylloceratina, del Jurásico-Cretácico), Ceratitina (predominantemente Triásico), y Goniatitina (Carbonífero-Pérmico),

b) intrasifonados, o de posición dorsal, como los Clymenida (Devónico Superior).

Además, el sifón puede ser estrecho y sin estructuras internas como los nautiloideos, o tener un cuello sifonal a la altura del contacto con el septo o tabique, dirigido hacia adelante, como las amonitas (procoanado), o hacia la cámara inicial, como los goniatites y dyménidos (retrocoanado).

Sin embargo, esta clasificación, basada en la posición del sifón, no siempre se revela constante; a manera de comparación se toman aquellas ilustraciones de ciertos goniatites, donde se observa una posición variable: excéntrica (ventral y dorsal) y central, en formas relativamente cercanas de la Familia

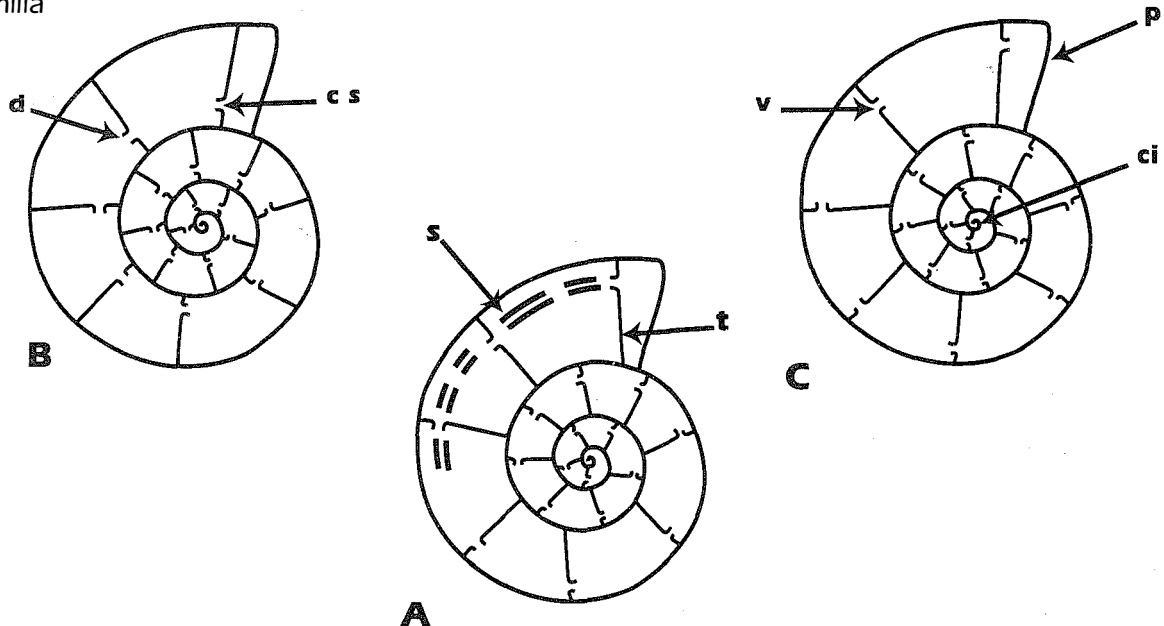


Fig. 1. Sección longitudinal de la concha; el sifón o tubo longitudinal (s) la recorre e intercepta los tabiques o septos (t), en dos posiciones:

externa o ventral (v, extrasifonada): (A) Goniatitina y (C) Ceratitina y Ammonitina. Carbonífero-Cretácico, **interna o dorsal** (d, intrasifonada): (B) Clymenida. Devónico Superior. Obsérvese el cuello sifonal (cs), dirigido hacia la cámara inicial (ci), en B; o al peristoma (p), en C. Modificado de Thomel (1980).

Pseudohaloritidae (Miller y Furnish, 1957a), del Pensilvánico-Pérmico, como la ilustraron los autores que propusieron esta categoría supragenérica (fig. 2).

Miller y Furnish (*op. cit.*) especifican, para esos goniatites del Paleozoico Superior, que el sifón, siendo dorsal, no es marginal, como en los clyménidos del Devónico; en estos últimos, la posición dorsal de esa estructura se estabilizó. Sin embargo, con relación a la Familia Pseudohaloritidae antes mencionada, es necesario proporcionar otro tipo de explicaciones relacionadas con problemas de sinonimia, como se indica en el inciso siguiente.

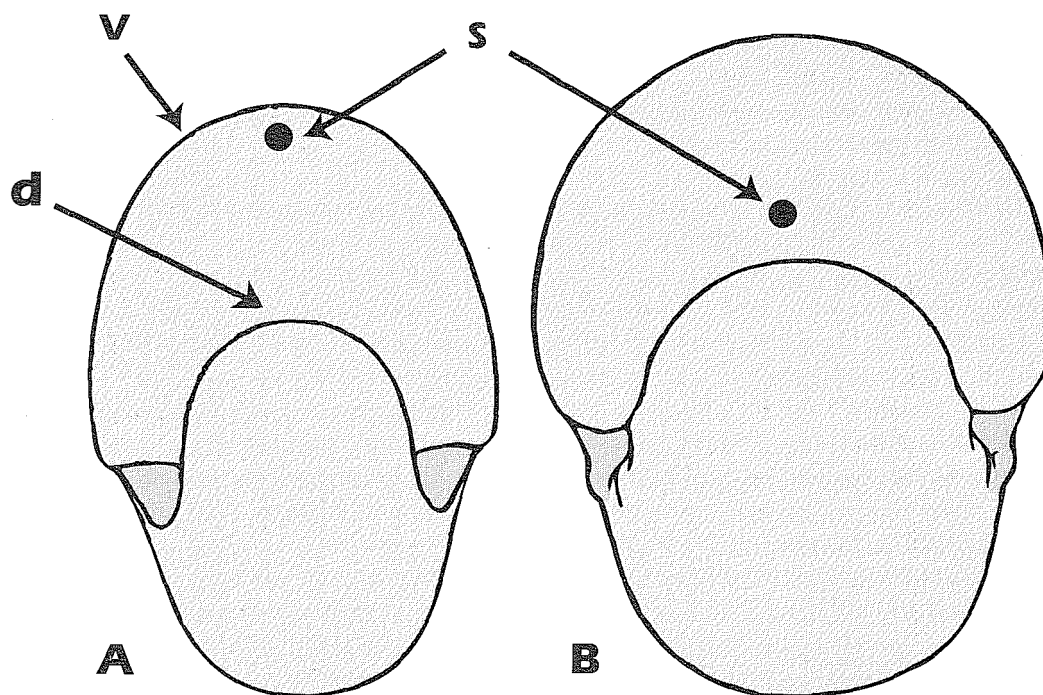


Fig. 2. Vista frontal de conchas de dos géneros de amonoideos del Paleozoico Superior, muestran diferente posición del sifón (s):

- A **ventral** (v), en *Maximites cherokeensis* (Miller y Owen), del Pensilvánico Medio de Missouri (x 20),
- B **dorsal** (d), en *Pseudohalorites subglobosus* Yabe, del Pérmico Superior de China (x 4) (*in* Miller y Furnish, 1957a).

2. Los diferentes tipos de clasificaciones. Los amonoideos del Paleozoico forman parte de uno de los grupos fósiles más estudiados, desde principios del siglo pasado; algunas de las clasificaciones sistemáticas fueron propuestas por Basse de Menorval (1952), y Miller y Furnish (1954); esta última sirvió de base para aquella de Miller, Furnish y Schindewolf, en el *Treatise*, parte L (*in* Arkell *et al.*, 1957). Esos trabajos muestran la metodología propuesta para ordenar los diferentes grupos de amonoideos, al observar determinadas estructuras internas, sobre todo la línea de sutura, así como otros caracteres externos u ornamentales.

La importancia de esos estudios está en el hecho de haber establecido las divisiones sistemáticas de ese grupo, con descripciones e ilustraciones de los representantes genéricos, de aquello que era conocido hasta ese entonces (*cf.* Basse de Menorval, *op. cit.*, y Miller *et al.*, *in* Arkell *et al.*, *op. cit.*).

Ruzhentsev (1940 y 1960) también hizo aportes importantes a la clasificación de los amonoideos del Paleozoico, con modificaciones significativas en la sistemática de ese grupo fósil. Un avance en

la clasificación de los amonoideos del Paleozoico fue la propuesta de Teichert (1967), que sirvió de base para la nueva clasificación del mismo grupo, que aparece en el libro *The Ammonoidea* (cf. Glenister y Furnish, 1980), donde colaboraron varios especialistas de esos fósiles. En estos dos últimos casos, las clasificaciones propuestas no llegan a nivel genérico, salvo excepciones, tampoco los géneros analizados son ilustrados, como se hizo en los trabajos de Basse de Menorval (1952) y de Miller *et al.* (cf. Arkell, *et al.*, 1957).

3. Elementos morfológicos de los amonoideos, que se particularizan en las clasificaciones. Algunos datos importantes a tomar en cuenta en las clasificaciones de los amonoideos, serían aquellos que señalan Glenister y Furnish (1980), relativos a los caracteres morfológicos que cambian con la ontogenia. Para ellos, las modificaciones que sufre la línea de sutura, durante el desarrollo del organismo, son definitivas en las clasificaciones supragenéricas; asimismo, en el ejemplar adulto esta estructura es importante para diagnosticar el género o la especie.

Para los mismos autores, otro tipo de caracteres morfológicos (posición del sifón, cuellos septales y convexidad de los septos), son importantes a nivel de familia. La sección de vuelta, el tipo de enrollamiento y la ornamentación de la concha no son muy significativos más allá del género.

El presente estudio de los cefalópodos del Paleozoico de México se hizo siguiendo las bases del *Treatise*, pt. L (cf. Arkell, *et al.*, 1957); no obstante, existen clasificaciones más recientes, como las que proponen varios paleontólogos en el libro *The Ammonoidea* (cf. Glenister y Furnish, 1980), u otras, que en su momento serán discutidas. Salvo excepciones, la estructura general sistemática que se muestra en el presente estudio, es la del *Treatise*, porque ese libro está profusamente ilustrado, lo que no sucede con los estudios sistemáticos posteriores.

En las láminas que ilustran el presente trabajo se confrontan las formas del Paleozoico de México, con los ejemplares tipo que aparecen en el *Treatise*, pt. K y L; en la parte inferior de ciertas láminas se ha puesto la forma tipo que dio origen a la ilustración de esos géneros; algunos de ellos han sido señalados por primera vez en México.

4. El estudio de la línea de sutura de los amonoideos paleozoicos predomina sobre la caracterización de la forma de la concha, cuando se realizan clasificaciones supragenéricas. Para las grandes divisiones sistemáticas de los amonoideos del Paleozoico, la línea de sutura se considera el elemento clave para su clasificación, porque permite diferenciarlos en grandes grupos. En particular, su ontogenia cuenta mucho en las clasificaciones sistemáticas y es el elemento morfológico externo más utilizado, en las clasificaciones propuestas por los paleontólogos. En cambio, la forma de la concha tiene menos importancia cuando se refiere a clasificaciones supragenéricas.

En varios estudios se han propuesto las bases para la explicación de las grandes divisiones sistemáticas y cronoestratigráficas, de los cefalópodos del Paleozoico y Mesozoico, a partir de la evolución onto y filogenética de la línea de sutura primaria, que aparece inmediatamente después de la protosutura; es decir, se trata de la estructura sutural localizada en la protoconcha o cámara inicial. Una forma muy simple, con un lóbulo externo (E) o ventral, como la del género *Lobobactrites*, del Devónico Medio, da origen a formas trilobadas, con lóbulos externo (E), lateral (L) e interno (I), o dorsal, particulares a los amonoideos del Paleozoico, en su línea de sutura primaria (Schindewolf, 1969; in Wiedmann y Kullmann, 1980) (fig. 3).

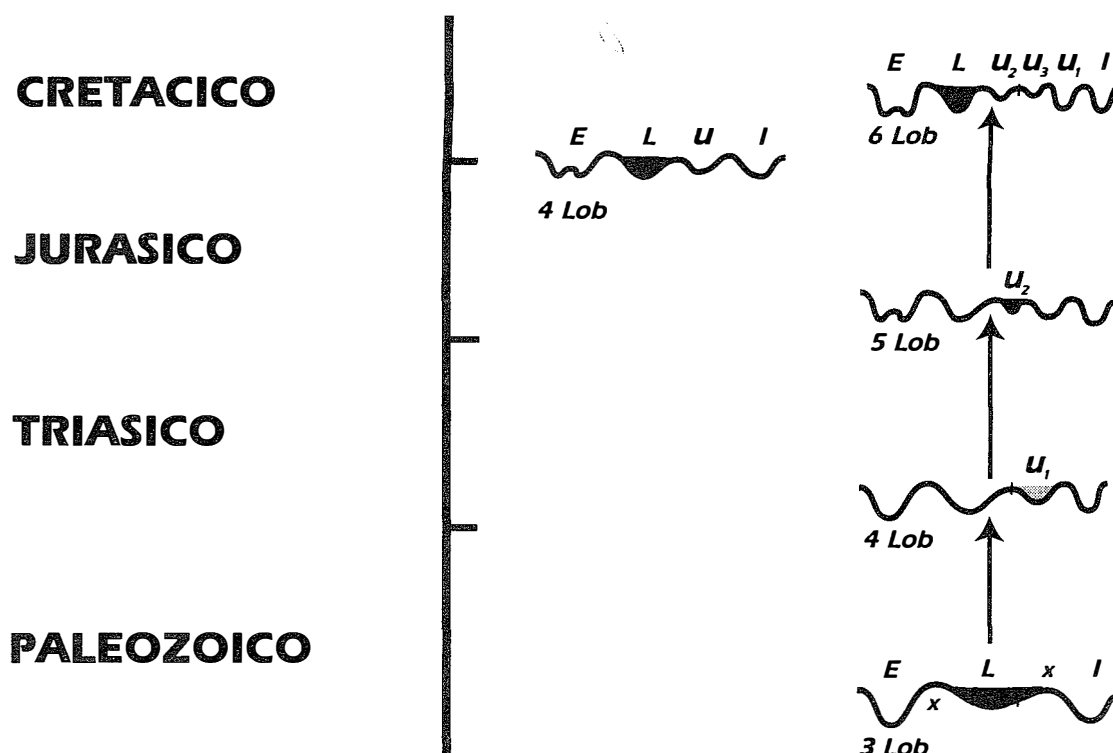


Fig. 3. Evolución filogenética de la línea de sutura de cefalópodos del Paleozoico y Mesozoico, según Schindewolf (1969), in Wiedmann y Kullmann (1980).

La aparición del primer lóbulo umbilical (U_1), en el límite Paleozoico-Mesozoico, da origen en el Triásico, a una línea de sutura primaria tetralobada: un lóbulo externo, otro lateral, el umbilical (U), y el interno, que va a prevalecer en los ceratites, durante todo ese sistema (fig. 3). Se considera que la línea de sutura primaria, con cinco elementos (ELU₂U₁L), es particular a las amonitas del Jurásico y Cretácico (in Wiedmann y Kullmann, 1980) (fig. 3).

El análisis de la línea de sutura primaria implica estudiarla en la parte inicial de la concha o protoconcha; esa propuesta ha dado pie a críticas, como la de Arkell (1957), quien objetó la práctica de la "disección" y destrucción de la concha de las amonitas, que realizaban ciertos paleontólogos, a fin de observar la parte dorsal de la misma, con objeto de poder explicar la filogenia del grupo.

Ciertos géneros de goniatites del Pérmico tienen una evolución ontogenética tal que, al transformarse en estadios adultos, prefiguran líneas de sutura de amonitas del Jurásico y Cretácico; por lo que, remotamente, se asemejan a los grupos supragenéricos de goniatites, en que fueron incluidos originalmente. La tendencia general de los lóbulos laterales en forma de V y lados profundamente recortados, de esos goniatites del Pérmico, los aleja de las amonitas mesozoicas.

La figura 4 muestra la evolución ontogenética de la línea de sutura del goniatite *Perrinites hilli* (Smith), del Pérmico Inferior de Texas, según Miller et al. (in Treatise, pt. L); estos autores vieron en ese caso la reminiscencia de diferentes géneros de goniatites: A, representaría a *Goniatites*, del

Misisípico Superior; B, sería *Proshumardites*, del Pensilvánico Inferior; C, *Shumardites*, del Pensilvánico Superior; D, *Peritrochia*, del Pensilvánico Superior-Pérmico Inferior; E, *Properrinites*, del Pérmico Inferior; y F, *Perrinites*, del Pérmico Inferior.

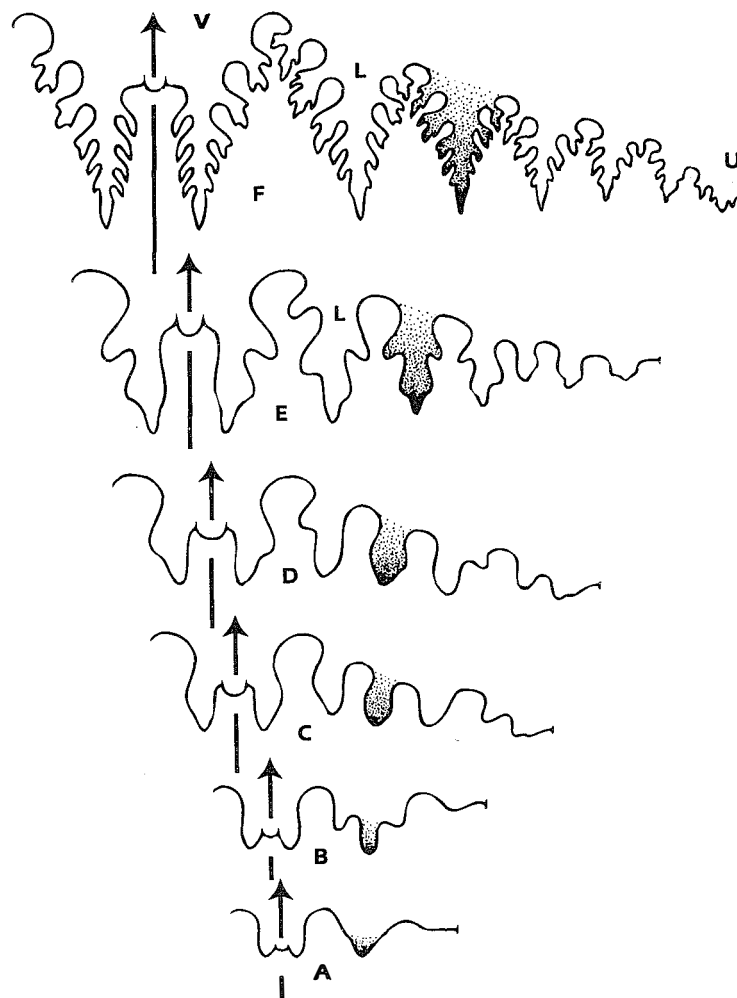


Fig. 4. Evolución ontogenética de la línea de sutura (A-F) de *Perrinites hilli* (Smith), del Pérmico Inferior de Texas; muestra la progresiva adquisición de digitaciones en los lados de los lóbulos (L), desde la región ventral (V) a la umbilical (U); en estadio adulto semeja géneros de amonitas del Jurásico y Cretácico (F). Esa especie ha sido encontrada en México; la flecha señala la parte medio ventral de la concha e indica la dirección de su abertura o peristoma; sin escala (*Treatise*, pt. L).

La última forma (fig. 4F) tiene muchas digitaciones, en los lados fuertemente divergentes de los lóbulos; ésto último representa justamente el carácter morfológico que lo asimila al grupo de los goniatites, más que al de las amonitas; sin embargo, hay goniatites del Pérmico con lóbulos de lados paralelos (*Timorites*, *Cyclolobus*, etc.).

Cuando se comparan líneas de sutura de géneros vecinos, es necesario tomar en cuenta las proporciones de las mismas, según se señalan en las ilustraciones originales, para confrontar ejemplares de tamaños semejantes. En la figura 5 se muestran líneas de sutura de *Perrinites* y *Properrinites*, según Miller et al. (*in Treatise*, pt. L); en el primer género fue aumentada dos veces, mientras que en el segundo es 10 veces más grande que la forma original.

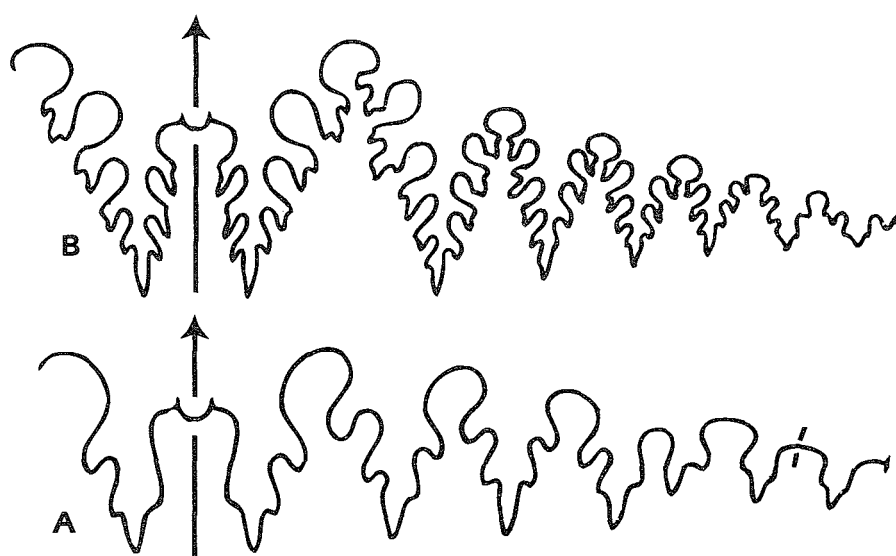


Fig. 5. Líneas de sutura de *Properrinites* (A, x 10) y *Perrinites* (B, x 2), del Pérmico de Texas (*in Treatise*, pt. L). Obsérvese la desproporcionada relación de tamaños de las dos ilustraciones: 10/2. Por lo mismo, se impone la duda en saber si se trata efectivamente de dos géneros diferentes. Confróntese esas líneas de sutura de *Properrinites* (A) y *Perrinites* (fig. 4E); los dos supuestos géneros muestran una gran similitud a través de esa estructura, por lo que no se justifica su separación en dos entidades genéricas.

Los tamaños desproporcionados de las líneas de sutura de esos dos géneros ilustrados en la figura 5, justifican hacer algunas observaciones: en particular, se compararon ejemplares con estadios de crecimiento diferentes, de donde se infiere que no corresponden a dos unidades genéricas, como los autores del *Treatise* quisieron mostrarlo. La línea de sutura de *Perrinites* representa un estadio adulto, y la del supuesto *Properrinites* sólo mostraría una fase juvenil.

En efecto, si se compara la línea de sutura de *Properrinites* con aquella que los mismos autores proporcionaron de *Perrinites*, se observa en la figura 4E que las dos son muy semejantes; eso sugiere que se trata de dos casos morfológicos que se referirían al mismo género, por lo que no se justifica su separación en otras tantas entidades taxonómicas diferentes.

En la parte sistemática, este caso será analizado más adelante, a partir de la línea de sutura, porque ofrece muchos elementos de reflexión sobre la forma de diferenciar esos dos géneros, muy significativos estratigráficamente, para caracterizar el Pérmico Inferior de México y Texas.

5. Origen del nombre genérico y otras categorías. Cuando se enseña Paleontología a nivel de licenciatura, el estudiante no está familiarizado con la nomenclatura empleada para designar los nombres de los fósiles, como sucede con los vegetales y animales actuales; ignora que los nombres están latinizados, según las reglas del Código de Nomenclatura Zoológica. Hay que explicar que esos nombres fueron utilizados por primera vez por los especialistas, al tomar como referencia un toponimio (ej. *Marathonitinae*, según las Montañas Marathon del SW de Texas), el nombre de un paleontólogo conocido (ej. *Boseites*, por Emile Böse), o la morfología del fósil, al hacer resaltar el carácter más sobresaliente, que lo describe vagamente (ej. *Dimorphoceras*, que indica doble forma).

Los nombres de las categorías supragenéricas, derivadas del nombre del género tipo, se componen con los sufijos siguientes:

Subclase	oidea
Orden	ida
Suborden	tina
Superfamilia	aceae
Familia	idae
Subfamilia	inae

La propuesta para denominar un fósil como especie nueva se hace latinizando un nombre, sea como reconocimiento a un paleontólogo o colector de la muestra, refiriéndola a una localidad geográfica, o haciendo resaltar un carácter morfológico sobresaliente del fósil.

6. Sinonimia y principio de prioridad. Se trata de una práctica de estudio que se utiliza en Paleontología y en general en Biología, por medio de la cual los especialistas deciden, según sus observaciones, denominar un fósil con otro nombre, previamente establecido por otro autor; se dice entonces que determinada categoría sistemática, como género u otro, cae en sinonimia y, por lo mismo, queda en desuso. Corresponde a los especialistas documentarse, hasta donde es posible, de todo lo que se publica en el terreno de la Paleontología. Generalmente el nombre en desuso se incluye entre paréntesis, al lado del correcto.

Sin embargo, hay otro tipo de problemas en las clasificaciones, un caso frecuente en ellas es el de la prioridad de las propuestas sistemáticas; se trata de mostrar qué autor propuso primero una unidad sistemática, a quién le correspondería la paternidad de la misma, la cual será tomada en cuenta en las subsecuentes clasificaciones de esos fósiles.

En el inciso 1 se proporcionaron ejemplos sobre la posición del sifón, en géneros de la Familia Pseudohaloritidae, la cual fue descrita por Miller y Furnish (1957a, p 1044); no obstante, en la clasificación de los goniatites carboníferos que proporcionaron Kullmann (1980, p 45), y Glenister y Furnish (1980, p 63), señalan que esa familia goniatitida, del Carbonífero Superior-Pérmico, fue denominada originalmente como tal, por Ruzhentsev en 1957. Se trata de una propuesta sistemática que fue emitida casi simultáneamente, por dos grupos de paleontólogos (Miller y Furnish, 1957a, y Ruzhentsev, 1957); éste último tendría prioridad sobre los otros dos, según lo publicado por Kullmann (*op. cit.*), y Glenister y Furnish (*op. cit.*).

Asimismo, uno de los géneros (*Pseudohalorites*), que dio origen a la familia antes mencionada, fue incluido en el mismo año de 1957, en el *Treatise*, pt. L, en el Suborden Ceratitina; mientras que otros paleontólogos lo consideraron como perteneciente al grupo de los goniatites. Lo anterior representa un caso, entre muchos, de clasificaciones sistemáticas diferentes que amerita una explicación.

7. El holotipo. La descripción original de un nuevo fósil, género o especie, entraña forzosamente designar e ilustrar un ejemplar tipo, por parte del autor del estudio, que caracterice la unidad propuesta, dentro de la colección de ejemplares pertenecientes a dicha entidad; ese ejemplar servirá de referencia en los estudios paleontológicos posteriores. Generalmente el fósil debe quedar a disposición de aquellos que quieran posteriormente confrontar sus colectas con el ejemplar tipo así designado, por lo que éste debe quedar resguardado en una colección pública o del autor, quien lo denomina con un número consecutivo; éste último caso de colección particular es muy frecuente en estudios paleontológicos europeos.

El ejemplar tipo de un género o especie tiene un valor paleontológico importante como referencia, en la sistemática general del grupo estudiado; su valor científico mayor estriba en el hecho de describirlo y figurarlo por primera vez y manifestar, simultáneamente, la intención de proponerlo como unidad sistemática nueva, al establecer confrontaciones con otras unidades, previamente conocidas. El hecho de que el ejemplar desaparezca de una colección, lo cual es lamentable, no representa una catástrofe científica, similar a la desaparición de una pieza arqueológica; toda vez que aquél siempre puede ser sustituido por otro, como un neotipo, según propuesta de un especialista; el cual quedará sujeto a la aprobación o rechazo de la comunidad de expertos.

Es de aclararle al estudiante que en tesis de posgrado, realizadas en universidades europeas, es común presentar propuestas de nuevas especies o géneros, en trabajos aparentemente inéditos, toda vez que no son publicaciones seriadas; esos estudios tienen tanto valor paleontológico, como aquellos difundidos en estas últimas. Su valor científico va implícito en la misma propuesta sistemática o bioestratigráfica, donde sólo fue necesario el aval del jurado de examen, de la institución universitaria.

También suele suceder que en un estudio sistemático determinado se establezca una nueva unidad genérica o específica, a partir de ejemplares anteriormente descritos e ilustrados; corresponde al autor de la propuesta señalar qué ejemplar, mediante la ilustración original, debe designar la nueva unidad concebida.

8. El nombre del autor y el año. Toda categoría sistemática, desde orden hasta especie, deberá incluir al lado del nombre del fósil, el del autor que lo propuso originalmente y el año en que fue descrito, esa es la regla implícita de la Paleontología Sistemática (ej. Orden Ceratitida Hyatt, 1884).

9. La descripción de una especie en términos de especialistas. A continuación se transcribe la descripción de la especie de un goniatite del Pérmico de México, como aparece en la publicación respectiva (cf. Miller, *in* King, *et al.*, 1944, p 115); se hace así con el fin de que el estudiante se de cuenta del detalle descriptivo que proporciona el paleontólogo, cuando se refiere a la categoría de especie.

Por nuestra parte sólo hemos subrayado aquellos párrafos que consideramos muy significativos, porque permitirán diferenciar una especie de otra.

Timorites schucherti Miller y Furnish.

“...**Conch** thickly **subdiscoidal** and becoming relatively wider at maturity. Phragmocone attains a maximum diameter (measured across the umbilicus) of at least 82 mm. a maximum height and width of conch of at least 38 mm and 56 mm., respectively. **Whorls depressed dorsoventrally**, broadly rounded ventrally and laterally, and impressed dorsally. **Umbilicus large** and its diameter equal to about two sevenths that of the specimen. **Umbilical shoulder abruptly rounded and umbilical walls steep.**

Surface of conch (and internal mold) marked by **prominent transverse ribs** which are sinuous and **form broad rounded ventral sinuses** and similar but smaller lateral salients. These ribs are present on both the adolescent and the mature portions of the conch, and they are somewhat more prominent on the early volutions of the conch than on the other ones. **Along the ventrolateral zones of the conch, these ribs bifurcate** so that they **are much more numerous on the broad ventral zone of the conch than on the lateral zones.** In addition to the ribs, the conch (and the internal mold) bears rounded transverse **constrictions**, of which there **are two or three to the volution** and which are approximately parallel to the ribs. Like the ribs, these

constrictions are more prominent during adolescence than during maturity. The surface of the test is also marked by relatively fine growth lines which are essentially parallel to the transverse constrictions.

During early adolescence the sutures of this species resemble in general those of *T. curvicostatus* and *T. striatus* as figured by Haniel, for each of them forms a **large bifid ventral lobe** and on either side of it **several lateral lobes** which are very much **smaller than the ventral lobe**. As ontogenetic development proceeds, **the prongs of the ventral lobe become digitate and the distal portions of the lateral lobes trifid**. At this stage of development the sutures of the Coahuila specimens are strikingly similar to those of the genotype as portrayed by Haniel (*compare* Figs. 24B, 25B). During early adolescence **the dorsal lobe** of the sutures **becomes trifid** and apparently it remains so throughout ontogenetic development, though as maturity is approached it becomes digitate. **The first internal lateral lobe becomes trifid and evolves into three independent lobes**, after which additional lobes, that presumably originate as in *Waagenoceras*, are added near the umbilical seam. **External lateral lobes are added** similarly **near the umbilical shoulder**, and at full maturity there are nine lateral lobes between the ventral lobe and the umbilical shoulder and in addition **a small lateral lobe inside the umbilical shoulder next to the umbilical lobe**. **All lateral lobes outside the umbilical shoulder are digitate along their flanks as well as their distal ends**, and in general they are rather broad and more or less club-shaped. **At maturity the umbilical lobe**, which is recognizable throughout ontogenetic development, **is also digitate**. All primary **saddles are rounded**. **During adolescence the general course of the sutures** is essentially **straight**, but **at maturity the sutures become definitely curved** (*in* Miller, *op. cit.*, 1944, p 115).

Sin embargo, a veces se cometen ciertas incoherencias cuando se trata de descripciones genéricas, específicas u otras; eso por supuesto no da claridad al texto, como se ve en los casos siguientes:

- lóbulos de lados divergentes, determinan a la Familia Beyrichoceratidae, que se diferencia del género típico de la Familia Goniatitidae, porque tiene lóbulos en forma de V (Ramsbottom y Saunders, 1985, p 127). Es difícil concebir que al señalar "lados divergentes", no coincida con el concepto similar, referente a lados en forma de V.
- asimetría en las denticulaciones ("prongs"), de los lóbulos laterales, cuando se refieren a medicótidoides; los cuales, para diferenciarlos se comparan con formas de la misma familia, que poseen esas estructuras desiguales ("subequal prongs") (*in* Nassichuk, *et al.*, 1965, p 48) (ver figs. 17 y 18).

10. Jerarquización de edades del fósil, de lo más amplio a lo más restringido, según las diferentes categorías sistemáticas, hasta el caso extremo: la especie. El cuadro bioestratigráfico de la figura 6 se obtuvo a partir de datos tomados del *Treatise*, pt. L, donde se incluyeron las edades de ammonoides de categorías supragenéricas, como es el caso del Orden Prolecanitina, que tiene una gran distribución estratigráfica: desde el Devónico Superior al Triásico. A medida que se avanza en las categorías inferiores, como sería la especie, aquí representada por *Medlicottia costellifera*, ésta tiene una distribución estratigráfica muy restringida: Pérmico Inferior.

La figura 6 se hizo con el fin de que el estudiante pueda observar el detalle cronoestratigráfico que implica estudiar un fósil, desde orden hasta especie, esta última unidad queda enmarcada en la categoría cronoestratigráfica menor; pretender dar una edad que la rebase, denotaría desconocimiento de las reglas de la Bioestratigrafía. Invariablemente la edad de la especie, que es

la categoría inferior, corresponde al menor tiempo, de todo el grupo ahí incluido; su distribución estratigráfica es por supuesto más reducida, que la adjudicada a la categoría sistemática inmediatamente superior, o sea el género, y así sucesivamente.

11. Cuestión de moldes, positivos o negativos. Los fósiles figurados en el presente compendio son aquellos que escogieron los especialistas, cuando hicieron propuestas que modificaban la sistemática del grupo estudiado por ellos; por lo tanto, se trata de los ejemplares normalmente mejor conservados, ésto no quiere decir que siempre se encuentren así en la naturaleza. A menudo se tiene que trabajar con fragmentos o moldes; en éstos últimos hay que determinar si se trata de positivos o negativos, con el fin de hacer una determinación correcta.

En la práctica, los amonoideos del Paleozoico y Mesozoico sólo pueden ser estudiados directamente, cuando están preservados como ejemplares positivos, aún si son fragmentos de moldes; si lo encontrado en el terreno es una impronta negativa se procede a sacar una copia con plastilina u otro material, para obtener un molde positivo y así poder estudiarlo, con la ayuda de libros y revistas especializadas de Paleontología.

¿ Cómo saber cuando un molde es positivo o negativo ? una simple regla consiste en observar el enrollamiento de la concha, si la conserva; si la línea de involución o contacto de enrollamiento de las vueltas está en relieve, entonces se trata de un molde negativo; en cambio, si esa línea está hundida y forma un surco enrollado, que delimita las vueltas, seguramente se trata de un molde positivo, por lo que ya no se precisa sacar una copia.

Edad:	DEVONICO	MISISIPICO	PENSILVANICO	PERMICO	TRIASICO
	i m s	i m s	i m s	i s	i m s
suborden	P r o l e c a n i t i n a				
superfamilia	M e d l i c o t t i a c e a e				
familia	M e d l i c o t t i d a e				
subfamilia	M e d l i c o t t i n a e				
género	M e d l i c o t t i a				
especie	M. costellifera				

Fig. 6. Especificidad estratigráfica de un grupo de cefalópodos fósiles; las diferentes categorías sistemáticas jerarquizadas, del Suborden Prolecanitina (Devónico Superior-Triásico Superior), están distribuidas cronoestratigráficamente en orden decreciente, hasta el caso extremo: la especie *Medlicottia costellifera*, sólo restringida al Pérmico Inferior. Sistemática y edades según el *Treatise*, pt. L; Zakharov (1988) propone la categoría de Orden Medlicottiida, del Carbonífero-Triásico Inferior, en lugar del suborden aquí señalado; (i, inferior; m, medio; s, superior).

12. Caracteres morfológicos externos e internos. Son todos aquellos que permiten reconocer un grupo fósil, que incluyen la forma y enrollamiento de la concha, tipo de sección de vuelta, ornamentación, si la tiene, con sus diferencias; así como algunas estructuras internas a nivel de septos, sifón y depósitos calcáreos en las cámaras. Como información se transcriben aquellos caracteres morfológicos, señalados por Teichert (1967), que permiten diferenciar grandes grupos de amonoideos y nautiloideos (fig. 7).

ESTRUCTURAS:	PRESENTE EN:
Numerosos tabiques	Ellesmerocerida, Orthocerida, Oncocerida, Discosorida, Bactritoidea, Ammonoidea
Cámara de habitación alargada	Bactritoidea (Bactritidae), Ammonoidea
Tamaño reducido del fragmocono	Oncocerida, Discosorida, Parabactritidae
Extremidad posterior de la concha truncada	Orthocerida, Ascocerida
Depósitos endosifonales	Actinoceratoidea, Endoceratoidea, Orthocerida, Discosorida, Oncocerida
Depósitos en las cámaras	Actinoceratoidea, Orthocerida, Discosorida, Belemnitida
Espacio lleno de gas en la porción dorsal	Ascocerida de la cámara de habitación
Repliegues complicados de los tabiques	Ammonoidea
Ornamentación elaborada: espinas, rebordes	Ammonoidea, Nautilida (raros)
Quilla, nódulos y espinas huecas	Ammonoidea
Concha y tabiques delgados	Discosorida, Ammonoidea

Fig. 7. Los caracteres morfológicos de la concha de los cefalópodos permiten diferenciarlos en categorías supragenéricas; esas estructuras posiblemente sirvieron para controlar su estabilización, en el medio marino donde vivieron (según Teichert, 1967).

13. Descripciones jerárquicas, de Subclase a Especie. Los tratados de Paleontología muestran descripciones en orden jerárquico, a partir de categorías mayores, como es la subclase hasta terminar en la especie. Como todos los grupos fósiles, los cefalópodos son diferenciados en categorías sistemáticas, cada una contiene una descripción sucinta de caracteres morfológicos que se evita repetir en lo posible, a medida que se desciende en las unidades inmediatamente inferiores, porque implícitamente se dan por conocidas; de donde resulta que toda descripción genérica termina en forma escueta. Por disciplina de trabajo, corresponde al estudiante saber diferenciar los géneros, a partir de caracteres morfológicos propuestos en descripciones de categorías superiores.

No sucede así con la especie, su descripción contiene una lista pormenorizada de los caracteres morfológicos, del ejemplar estudiado, que incluye medidas, relaciones porcentuales de las mismas y comparaciones con especies vecinas, siempre del mismo género; esto en lo que se refiere a analogías y diferencias, como se vio líneas arriba, cuando se transcribió la descripción de *Timorites schucherti* Miller y Furnish (Miller, in King et al., 1944, p 115).

Más adelante se señalarán ciertos elementos representativos de la morfología de los casos analizados, que auxilian a definir categorías sistemáticas de los cefalópodos del Paleozoico, según varios paleontólogos. Asimismo, se incluirán algunos cuadros para comparar categorías sistemáticas similares, a fin de que el interesado en el estudio de ese grupo fósil, se percate de ciertas anomalías, aún no resueltas, que presentan esas subdivisiones.

Se debe señalar el hecho de que no todos los especialistas en cefalópodos siguen la jerarquización de la Sistemática Paleontológica, que concluye con la especie; en algunos casos se observa que se pasa de la categoría de orden a la de familia, como lo emplea Mapes (1979), cuando estudia los bactrites de Norteamérica, sin dar explicaciones al respecto.

14. Subclase. Se trata de una categoría supragenérica que algunos autores la sitúan inmediatamente por debajo de la Clase Cephalopoda; esa categoría ha sido seguida por dos investigadores:

- Basse de Menorval (1952) reconoció dos subclases:
 - **Nautiloidea**, concha recta o enrollada, con muy poca ornamentación, línea de sutura simple, con pocas y débiles ondulaciones, peristoma complicado por la presencia de varias estructuras; sifón situado en el plano de simetría, sin posición fija, cuellos septales con posición variable.
 - **Ammonoidea**, concha generalmente espiral (enrollada), con peristoma simple, tabiques convexos hacia la abertura y línea de sutura con sillitas y lóbulos a veces recortados (ver figs. 4 y 5); cuellos septales procoanados o adorales, o sea dirigidos hacia la abertura, raramente retrocoanados o aborales, o hacia atrás; sifón siempre marginal, desprovisto de estructuras internas.
- Teichert (1967) divide a los cefalópodos en siete subclases, sin dar explicaciones en cada caso: Orthoceratoidea (ortocónicos o conchas rectas), Actinoceratoidea, Endoceratoidea, Nautiloidea (breviconos, cirtoconos y nautiloconos, o sea concha con pocas cámaras, incurvadas o enrolladas, respectivamente), Bactritoidea, Ammonoidea y Coleoidea.

15. Orden. Representa una de las categorías sistemáticas superiores, cuyos caracteres morfológicos para definirla varían, según los especialistas:

a) Basse de Menorval (1952) reconoció la categoría de orden según la posición del sifón, en el plano de simetría de la concha: Ammonitida s. l. (extrasifonada, o del lado ventral) y Clymenida (intrasifonada, o del lado dorsal).

b) En el *Treatise*, pt. L (in Arkell et al., 1957) consideraron sólo el Orden Ammonoidea, para las formas de cuatro branquias (Subclase Tetrabranchiata, Owen 1832), con concha enrollada en un plano simétrico, subdividida por septos que forman dobleces; posee sifón marginal. Obsérvese que en la primera parte de esta definición se hace alusión a estructuras no fosilizables.

y
c) Ruzhentsev (1960) propone cinco órdenes: Agoniatitida, Goniatitida, Clymeniida, Ceratitida y Ammonitida, al tomar en cuenta la posición del sifón y la evolución ontogenética de ciertos caracteres de los lóbulos, en la línea de sutura, entre otras muchas observaciones que ese autor aporta a la sistemática de los amonoides, a saber:

- el Orden Clymeniida tiene el sifón en posición dorsal; en cambio, en los órdenes Agoniatitida, Goniatitida, Ammonitida y Ceratitida prevalece la posición ventral de esa estructura (fig. 1). Sin embargo, Ruzhentsev (*op. cit.*) considera que en ciertos géneros de goniatites, el sifón puede ser dorsal, sin llegar a alcanzar esa región (*cf.* fig. 2).
- el Orden Agoniatitida no tiene el lóbulo ventral dividido (V) (fig. 8A), aunque también ese autor considera que ese lóbulo puede ser trifurcado.
- en los órdenes Goniatitida y Ceratitida el lóbulo ventral es bifurcado (fig. 8B, C).
- el Orden Goniatitida tiene un lóbulo lateral externo que no tiene el Orden Ceratitida; se trata de un concepto morfológico que ha sido posteriormente modificado.

d) Glenister y Furnish (1989), Kullmann (1980) y Tozer (1980), entre otros, proponen la categoría de orden, para los amonoides del Carbonífero, Pérmico y Triásico, sin señalar las características; sólo describen a partir de la categoría de superfamilia.

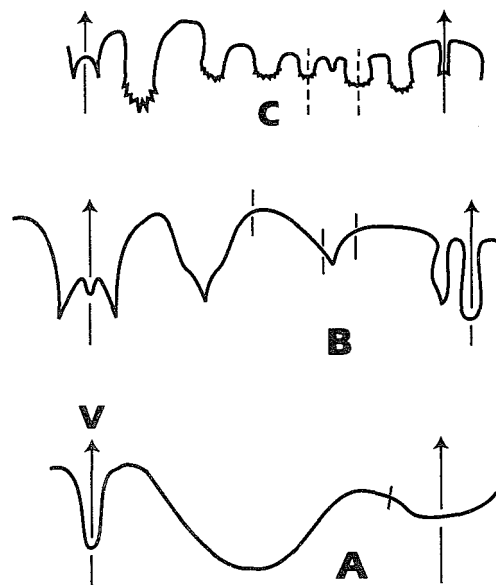


Fig. 8. Ciertos caracteres morfológicos de la línea de sutura, de los cefalópodos del Paleozoico, sirven para diferenciarlos en órdenes, según el lóbulo ventral (V) (Ruzhentsev, 1960):

- **sin divisiones**, en Agoniatitida (A), o
- **dividido**, en Goniatitida (B) y Ceratitida (C) (in *Treatise*, pt. L).

e) Por su parte, Wiedmann y Kullmann (1980) caracterizan la categoría de orden, según la evolución de la línea de sutura primaria; en efecto, estos autores definen el Orden Goniatitida por el primer lóbulo adventicio (A), el cual aparece ontogenéticamente antes que el lóbulo umbilical (U); aquel va a dar origen a lóbulos adventicios, que se traducen en la fórmula $A_3A_2A_1$.

Estos últimos estarían delimitados hacia la parte ventral, por el lóbulo externo o ventral (E), con sus subdivisiones, y hacia la parte interna o dorsal, por el lóbulo lateral (L) subdividido, seguidos de los umbilicales (U), para concluir con el interno o dorsal (I).

f) Zakharov (1988) sintetiza los estudios de varios paleontólogos, predominantemente de la ex-URSS, al proponer sólo diez órdenes de amonoideos:

Agoniatitida Ruzhentsev, 1957,
Medlicottiida Zakharov, 1983,
Sageceratida Zakharov, 1983,
Goniatitida Hyatt, 1884,
Clymeniida Hyatt, 1884,
Paraceltitida Shevyrev, 1968,
Ceratitida Hyatt, 1884,
Phylloceratida Arkell, 1950,
Lytoceratida Hyatt, 1889,
Ammonitida Hyatt, 1889.

16. Suborden. Los caracteres morfológicos, tomados en cuenta para definir esta categoría, están basados en la posición del sifón y en formas diferentes de lóbulos, según varios autores.

a) En el *Treatise*, pt. L (in Arkell et al., 1957), los amonoideos son subdivididos en ocho subórdenes:

- **Anacerstina** Miller y Furnish, 1954; línea de sutura goniatítica y número variable de lóbulos, sifón ventral con cuellos septales cóncavos, dirigidos hacia atrás. Devónico.
- **Clymeniina** Hyatt, 1884; sifón marginodorsal, cuellos septales como en el suborden anterior. Devónico Superior.
- **Goniatitina** Hyatt, 1884; línea de sutura básica con ocho lóbulos; en formas más evolucionadas es amonítica, es decir con muchas comisuras (figs. 4 y 5); sifón con cuellos septales cóncavos, dirigidos hacia adelante. Devónico Medio-Pérmico.
- **Prolecanitina** Miller y Furnish, 1954; línea de sutura goniatítica y ceratítica, con lóbulos auxiliares y sifón con cuellos septales cóncavos, dirigidos hacia atrás. Devónico Superior-Triásico.
- **Ceratitina** Hyatt, 1884; línea de sutura con lóbulos dentados en la base. Pérmico Superior-Triásico.
- **Phylloceratina**, **Lytoceratina** y **Ammonitina**; línea de sutura amonítica, es decir muy recortada. Jurásico-Cretácico.

b) Shevyrev y Ermakova (1979) subdividen el Orden Ceratitida en tres subórdenes: **Paraceltitina** Shevyrev, 1968, **Otoceratitina** Shevyrev y Ermakova, 1979, y **Ceratitina** Hyatt, 1884; de acuerdo a caracteres morfológicos, tipos de línea de sutura y posición estratigráfica.

c) Glenister y Furnish (1980), Kullmann (1980) y Tozer (1980) reconocen la categoría de suborden, en formas del Paleozoico Superior y Triásico, pero no señalan las características que los identifican.

d) Sólo ciertos especialistas proporcionaron algunos elementos claves, que permiten diferenciar a los subórdenes entre sí; según Wiedmann y Kullmann (1980), el Suborden Goniatitina difiere del

Suborden Tornoceratina, porque en aquel, el lóbulo externo o ventral tiene un lóbulo y una silla intermedios.

e) Siguiendo a otros paleontólogos, Zakharov (1988) subdivide el Orden Goniatitida, en tres subórdenes: **Tornoceratina** Ruzhentsev, 1960; **Praeglyphioceratina** Ruzhentsev, 1960; y **Goniatitina** Hyatt, 1884. En cambio, el Orden Ceratitida es subdividido por el mismo autor en ocho subórdenes: **Otoceratina** Shevyrev y Ermakova, 1979; **Meekoceratina** Druczic y Doguzhaeva, 1976; **Ptychitina** Hyatt y Smith, 1905; **Ceratitina** Hyatt, 1884; **Pinacoceratina** Waagen, 1895; **Megaphyllitina** Shevyrev, 1983; **Arcestina** Hyatt, 1884; y **Lobitina** Schindewolf, 1968.

En este caso, como en el inciso anterior, Zakharov (*op. cit.*) se refiere a otros especialistas para definir las subdivisiones propuestas y considera que es la ontogenia del lóbulo umbilical de los amonoideos, la que determina las subdivisiones mayores. Asimismo, el análisis petrográfico de microestructuras de las capas calcáreas de la concha, le permite reafirmar sus propuestas sistemáticas.

17. Superfamilia. Se trata de una categoría supragenérica no siempre coherente para establecerla, los caracteres morfológicos utilizados para definirla no son muy precisos, varían según los autores. En los amonoideos del Paleozoico, la forma de la concha es agregada en toda descripción de una superfamilia, la cual no representa un elemento morfológico particular, como tampoco el tipo de línea de sutura, que no es constante en la caracterización de esa categoría sistemática, como puede verse en los casos siguientes, obtenidos del *Treatise*, pt. L.

Tipos de línea de sutura (fig. 9):

- goniatítica, es decir sin denticulaciones en los lóbulos, con el lóbulo ventral muy bifurcado, y uno o varios lóbulos laterales no divididos (A, Goniatitaceae, y B, Adrianitaceae).
- ceratítica, con denticulaciones en la base de los lóbulos (C), o amonítica, con ramificaciones en toda la estructura lobular (D); ambos casos están representados en la Superfamilia Cyclolobaceae, según el *Treatise*, pt. L.

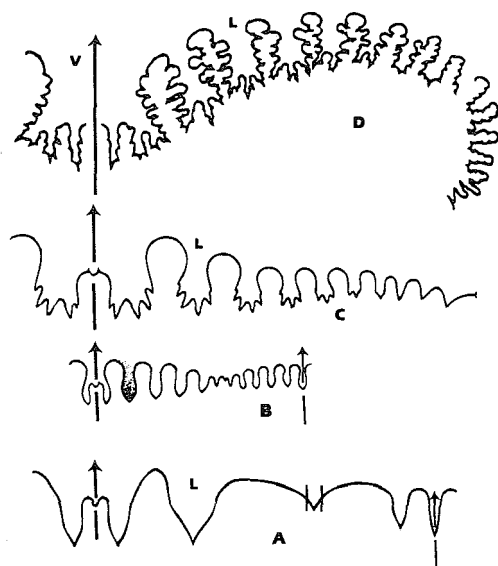


Fig. 9. La línea de sutura caracteriza a superfamilias de goniatites del Misisípico-Pérmico, según el *Treatise*, pt. L:

- **simple** (goniatítica), en Goniatitaceae (A) y Adrianitaceae (B), y
- **denticulada** en la base de los lóbulos (L) (ceratítica, C) y en toda la estructura lobular (amonítica, D), ambas en Cyclolobaceae. La flecha derecha en A, señala la parte medio-dorsal o interna de la concha, apunta hacia el peristoma.

Otros paleontólogos utilizan bastante la categoría de superfamilia (Glenister y Furnish, 1980; Kullmann, 1980; y Tozer, 1980), cuando estudian los amonoideos del Carbonífero-Triásico; en algunos casos esos autores no son rigurosos para especificar las diferencias morfológicas, que delimitan entre sí a las superfamilias propuestas.

Glenister y Furnish (*op. cit.*) definen tanto a la Superfamilia Gastriocerataceae con: “...**those simple eight-lobed...**”, como a la Superfamilia Neoicocerataceae con “...**all forms possess a simple eight-lobed suture...**” ! Nótese que las diferencias entre ambas superfamilias, basadas en caracteres suturales, no son muy evidentes.

Para estos últimos autores, ciertos elementos ontogenéticos de la línea de sutura son fundamentales, para diferenciar la categoría de superfamilia; estas propuestas no fueron ilustradas por ellos, por lo cual habría que recurrir a estudios previos, que atestigüen tales definiciones; se trata de una metodología sistemática complicada e impráctica. Como ejemplo se mencionan algunas propuestas, de los autores antes citados, para definir superfamilias de amonoideos, según observaciones de caracteres morfológicos:

- la proliferación de lóbulos, a partir de la silla de la región umbilical, asociada a la trifurcación del lóbulo interno, caracterizaría a la Superfamilia Adrianitaceae.
- la trifurcación de lóbulos primarios sirve para diferenciar superfamilias, sea:
 - del lóbulo lateral externo (Superfamilia Goniaticerataceae), o
 - de los lóbulos laterales externo e interno (Superfamilia Shumarditaceae).

Por su parte, Wiedmann y Kullmann (1980) señalan algunos caracteres de la línea de sutura que permiten diferenciar superfamilias entre sí, al tomar en cuenta, mediante fórmulas, las subdivisiones del lóbulo, elemento base de esa estructura y de sus clasificaciones. Las divisiones pueden estar basadas en elementos agregados al lóbulo umbilical, trifurcación de algunos lóbulos e incisiones de los mismos, durante el desarrollo ontogenético.

Estos dos últimos grupos de paleontólogos centran la caracterización de la categoría sistemática de superfamilia, en estudios ontogenéticos; para fines prácticos significaría poseer una gran colección de fósiles, donde algunos de ellos tendrían que ser destruidos, para poder observar la evolución de la línea de sutura, a partir de la protosutura, a niveles milimétricos.

A manera de explicación de los casos antes señalados, sobre la utilización de conceptos evolutivos, cuyas evidencias se manifiestan en la línea de sutura de los amonoideos del Paleozoico Superior, en la figura 10 se muestra el desarrollo ontogenético de dos formas del Pérmico Inferior de los Urales, como los representó Zakharov (1988).

En la figura 10 B, ese autor mostró la protoconcha de *Neopronorites skvorzovi* (Tchernow), donde se observan las primeras cinco líneas de sutura; ahí sobresalen los lóbulos lateral (L) y umbilical (U); obsérvese la escala milimétrica del ejemplar y la dificultad que implicaría recurrir a tales prácticas sistemáticas, con la consecuente destrucción del ejemplar estudiado.

En la misma ilustración (fig. 10 A), Zakharov (*op. cit.*) mostró el desarrollo ontogenético de *Artioceras rhypaeum* (Ruzhentsev), donde se observa la proliferación de lóbulos a partir de la protosutura (a); ahí sobresale el umbilical (U), que prolifera y, en menor escala, el ventral (V), el lateral (L) y el dorsal (D). Ese estudio de disección de conchas fue realizado en ejemplares milimétricos, que apoyaría la

clasificación sistemática de esos grupos de amonoideos, pero a su vez resulta una metodología difícil de practicar; aquí se ilustra, como una de las tendencias más fuertes que existe en la práctica sistemática del grupo fósil estudiado, utilizada por ciertos paleontólogos.

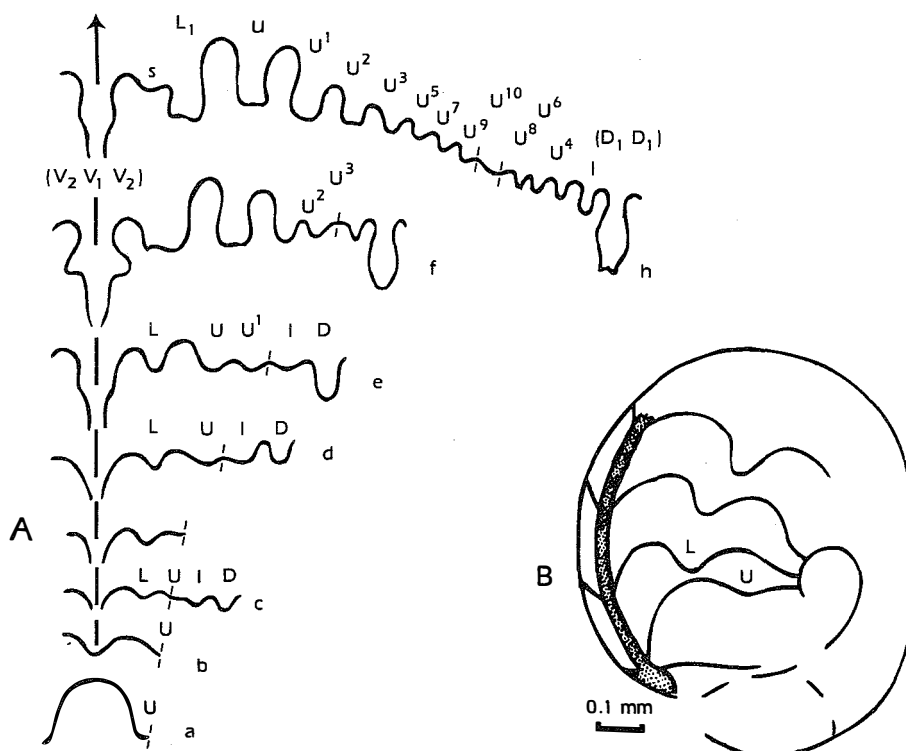


Fig. 10. Desarrollo ontogenético de la línea de sutura en dos amonoideos del Pérmico Inferior de los Urales, según Zakharov (1988):

- A *Artioceras rhipaeum* (Ruzhentsev), proliferación de lóbulos, a partir de la protosutura {a}; sobresale el umbilical (U), en menor escala están el ventral (V), lateral (L) y dorsal (D); todos estos con subdivisiones numeradas.
- B protoconcha de *Neopronorites skvorzovi* (Tchernow), con las primeras 5 líneas de sutura; sobresalen los lóbulos lateral (L) y umbilical (U).
Obsérvese la escala milimétrica de los ejemplares, consecuentemente representan estudios sistemáticos imprácticos (ej. c = 0.19 mm, d = 0.21 mm).

18. Familia. Los caracteres de la unidad sistemática denominada familia no son precisados por los especialistas, cuando estudian amonoideos del Paleozoico; esos caracteres pueden estar basados indistintamente en tipos de línea de sutura y ornamentación de la concha, como lo muestra el *Treatise*, pt. L (figs. 9 y 11), para las familias de los goniatites siguientes, los cuales han sido ilustrados con representantes de sus géneros:

a) Tipo de línea de sutura:

simple:

goniatítica, en Goniatitidae (*Goniatites*) y Adrianitidae (*Adrianites*, figs. 9A y B),

denticulada en la base de los lóbulos:

ceratítica, en Popanoceratidae (*Popanoceras*, fig. 9C),

denticulada en toda la estructura lobular:

amonítica, en Popanoceratidae (*Cyclolobus* y *Waagenoceras*, figs. 9D y 11B) y Perrinitidae (*Perrinites*, fig. 11A).

Obsérvese que en la misma Familia Popanoceratidae, el *Treatise*, pt. L, incluyó formas con líneas de sutura muy diferentes: ceratítica (figs. 9C) y amonítica (figs. 9D, y 11A y B), lo cual en su momento será discutido.

b) Ornamentación:

escultura prominente,
"costillas" longitudinales, etc.

Para Nassichuk *et al.* (1965, p 16), las denominadas "costillas liradas", o rebordes longitudinales, caracterizan a los goniatites del Pérmico, como en la Familia Paragastrioceratidae. En los dos casos anteriores se hacen resaltar caracteres morfológicos, suturales u ornamentales, que no denotan rigor suficiente como para poder delimitar familias.

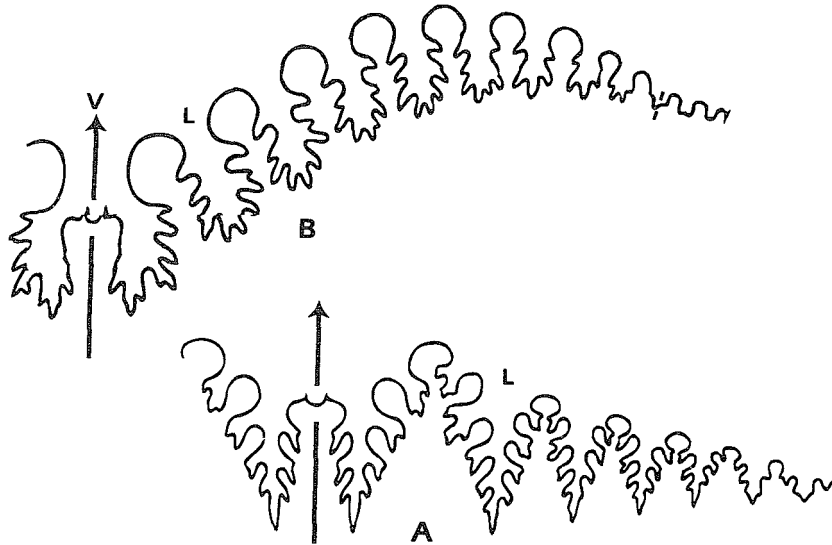


Fig. 11. Dos líneas de sutura de familias de goniatites del Pérmico, con lóbulos (L) muy denticulados: **lados divergentes**, en Perrinitidae (A), o **paralelos**, en Cyclolobidae (B). (in *Treatise*, pt.. L, y Miller, in King *et al.*, 1944).

Al estudiar los goniatites del Pérmico Superior, Furnish (1966) asocia algunos caracteres de la línea de sutura y forma de la concha, como elementos morfológicos para diferenciar familias; además, señala determinados caracteres de la estructura sutural, para definir familias de ese grupo, a saber:

- a) ocho lóbulos caracterizan a la Familia Paragastrioceratidae, del Pérmico,
- b) los lóbulos laterales trifurcados son particulares a la Familia Marathonitidae, del Carbonífero Superior-Pérmico (fig. 12),
- c) cuando la línea de sutura es de tipo amonítica, con cuatro a 14 lóbulos de lados paralelos, se trata de la Familia Cyclolobidae, del Pérmico.

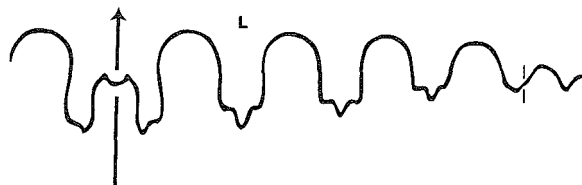


Fig. 12. Ciertos caracteres de la línea de sutura diferencian familias de goniatites, según Furnish (1966), como en el caso de los lóbulos ceratíticos trifurcados en la base (L), de la Familia Marathonitidae, del Carbonífero Superior-Pérmico. Se trata de una definición imprecisa; ilustración de Glenister y Furnish (1987).

Para el mismo paleontólogo, la forma de la concha interviene en la caracterización de esta categoría supragenérica:

- a) globulosa e involuta es típica de la Familia Marathonitidae, del Pensilvánico Superior-Pérmico.
- b) globulosa a subdiscoidal señala la Familia Cyclolobidae, del Pérmico.

Para los prolecanítidos se tiene un ejemplo proporcionado por el mismo Furnish (*op. cit.*), donde precisa que la línea de sutura, con modificaciones en el primer lóbulo lateral y en la primera silla, así como la forma de la concha involuta y discoidal, son caracteres morfológicos particulares a la Familia Medicottiidae (figs. 13 A).

Esa explicación resulta incompleta, en realidad se refiere al primer lóbulo lateral, rectangular y ancho o estrecho, con base subdividida, lo que da la fórmula L_1L_1 , y una primera silla tabulada y ancha en la cima, o delgada y alargada, con una o varias incisiones.

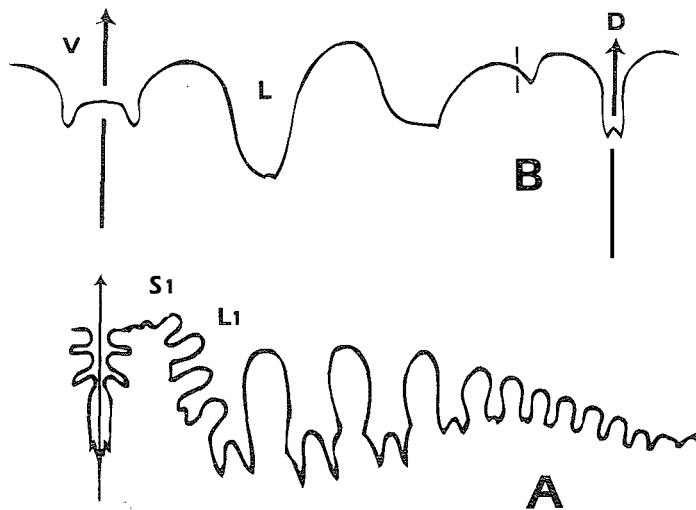


Fig. 13. Algunos caracteres morfológicos de la línea de sutura sirven para definir familias, según Furnish (1966):

- A **prolecanítidos**, con modificaciones en el primer lóbulo lateral (L1) y primera silla (S1): Familia Medicottiidae, del Carbonífero Superior-Pérmico,
- B **ceratites**, con tres lóbulos: ventral (V) y lateral (L), anchos y divididos por denticulaciones basales, y dorsal pequeño y bifurcado (D); Familia Xenodiscidae, del Pérmico Superior.

Por lo que respecta a familias de ceratites, Furnish (*op. cit.*) considera que tres pares de lóbulos laterales, el lóbulo ventral ancho y dividido en denticulaciones basales, y un pequeño lóbulo dorsal bifurcado, caracterizan a ceratites de la Familia Xenodiscidae (fig. 13 B). En todos los casos, aquí sólo se ilustrarán los elementos suturales de un sólo lado, del vientre al dorso; cuando Furnish (*op. cit.*) se refiere a pares de lóbulos, está considerando ambos lados de la sutura.

A veces una familia de amonoideos del Paleozoico forma parte de diferentes superfamilias, según el especialista que la estudia, a menudo no hay explicaciones al respecto. El cuadro siguiente muestra

la pertenencia de ciertas familias a superfamilias diferentes, según dos grupos de autores; *in Treatise*, pt. L; y Glenister y Furnish (1980) (fig. 14).

FAMILIA	S U P E R F A M I L I A	
	<i>Treatise</i> , pt. L, 1957	Glenister y Furnish, 1980
XENODISCIDAE	OTOCERATAEAE	XENODISCACEAE
OTOCERATIDAE	O T O C E R A T A C E A E	
MEDLICOTTIDAE	M E D L I C O T T I A C E A E	
ADRIANITIDAE	A D R I A N I T A C E A E	
CYCLOLOBIDAE	C Y C L O L O B A C E A E	
PARAGASTROICERATIDAE	N E O I C O C E R A T A C E A E	
AGATHICERATIDAE	AGATHICERATAEAE	GONIATITACEAE
PERRINITIDAE	AGATHICERATAEAE	SHUMARDITACEAE
NEOICOCERATIDAE	GONIATITACEAE	NEOICOCERATAEAE
POPANOCERATIDAE	CYCLOLOBACEAE	POPANOCERATAEAE
THALASSOCERATIDAE	DIMORPHOCERATAEAE	THALASSOCERATAEAE

Fig. 14. Cuadro comparativo de dos tipos de clasificaciones de familias de amonoideos del Paleozoico Superior, pertenecen a diferentes superfamilias, según los autores que se indican.

19. Subfamilia. Unidad sistemática no utilizada en forma constante; en el *Treatise*, pt. L, la usan para hacer resaltar caracteres morfológicos de la concha, tipo de enrollamiento o diferenciación de un elemento sutural.

A manera de ejemplo se transcribe lo que señala el *Treatise*, pt. L, para diferenciar subfamilias de la Familia Goniatitidae de Haan, 1825: formas sin ornamentación importante y línea de sutura de ocho lóbulos, del Misisípico al Pérmico Inferior; la familia es dividida en seis subfamilias:

- **Goniatitinae** de Haan, 1825. Concha globulosa, involuta, sección de vuelta deprimida, a veces con constricciones, lóbulo ventral angosto. Misisípico-Pensilvánico Medio.
- **Neoglyphioceratinae** Plummer y Scott, 1937. Concha globulosa, involuta, sección de vuelta deprimida, con constricciones y lóbulo ventral ancho. Misisípico Superior.
- **Pericyclinae** Miller y Furnish, 1957. Concha subglobulosa, involuta, con constricciones, lóbulo ventral angosto. Misisípico.
- **Girtyoceratinae** Wedekind, 1918. Concha discoidal a lenticular, ombligo de tamaño variable, lóbulo ventral ancho. Misisípico Superior.
- **Bisatoceratinae** Miller y Furnish, 1957. Concha globulosa, involuta, lóbulo ventral ancho y bifurcado, con comisuras laterobasales redondas o lanceoladas. Misisípico Superior-Pensilvánico.

- **Gonioloboceratinae** Spath, 1934. Concha sublenticular, involuta, prominentes inflexiones de la línea de sutura, lóbulo ventral ancho. Pensilvánico Medio-Pérmico Inferior.

En esas descripciones de subfamilias (*Treatise*, pt. L), el lóbulo ventral es el elemento más importante para subdividir las, su variación es imperceptible, en cuanto a la relación ancho-estrecho, y no lo suficiente como para diferenciarlas (fig. 15).

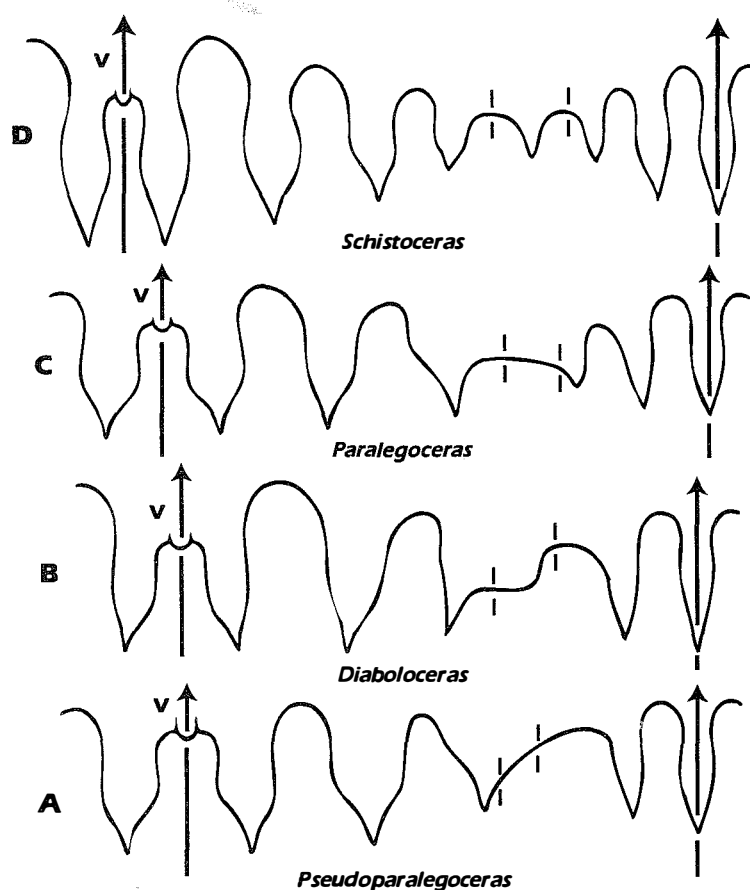


Fig. 15. Líneas de sutura de géneros de goniátites del Carbonífero; obsérvese la relación ancho-estrecho del lóbulo ventral (V), casi semejante en todos; representa un carácter morfológico insuficiente para separar a la Familia Goniatitidae en subfamilias (*Treatise*, pt. L).

En efecto, en la figura 15 se representan líneas de sutura de algunos géneros característicos de subfamilias, pertenecientes a la Familia Goniatitidae, del Carbonífero Inferior, tomadas del *Treatise*, pt. L; en esa ilustración se confronta la relación ancho-estrecho del lóbulo ventral, el cual nos parece insuficiente, como elemento morfológico, para diferenciar subfamilias. Más adelante, se analizará la morfología sutural de los géneros de la figura 15, cuando se proporcione la descripción del género *Pseudoparalegoceras*.

En la descripción de subfamilias de amoniteos del Paleozoico, según el *Treatise*, pt. L, es de hacer notar la forma de referirse al tipo de enrollamiento de la concha, ahí se utiliza a menudo el concepto de "ombigo pequeño"; sin embargo, se observa que los ejemplares ilustrados corresponden en realidad a conchas involutas, por lo menos así se describen las amonitas del Mesozoico.

Hay que mencionar la gran variabilidad de clasificaciones que se han propuesto en un corto tiempo, para designar las categorías sistemáticas de superfamilia, familia y subfamilia; las explicaciones al respecto a menudo son raras. Por ejemplo, la Familia Goniatitidae es dividida en subfamilias en el *Treatise*, pt. L. En cambio, Kullmann (1980) eleva esas unidades a la categoría superior o sea familia (fig. 16).

***Treatise*, pt. L, 1957**

Kullmann, 1980

Superfamilia:

G O N I A T I T A C E A E d e H a a n , 1 8 2 5

Familia:

G O N I A T I T I D A E d e H a a n , 1 8 2 5

Subfamilia: GIRTYOCERATINAE Wedekind, 1918

Familia: GIRTYOCERATIDAE Wedekind, 1918

Subfamilia: PERICYCLINAE Miller y Furnish, 1957

Superfamilia: PERICYCLACEAE Hyatt, 1900

Familia: PERICYCLIDAE Hyatt, 1900

Subfamilia: NEOGLYPHIOCERATINAE Plummer y Scott, 1937

Superfamilia: NEOGLYPHIOCERATAACEAE
Plummer y Scott, 1937

Familia: NEOGLYPHIOCERATIDAE Plummer y
Scott, 1937

Subfamilia: BISATOCERATINAE Miller y Furnish, 1957

Superfamilia: THALASSOCERATAACEAE Hyatt, 1900

Familia: BISATOCERATIDAE Miller y Furnish. 1957

Fig. 16. Cuadro comparativo de subfamilias de goniatites del Carbonífero-Pérmico, según el *Treatise*, pt. L; algunas fueron elevadas a la categoría de familia y superfamilia por Kullmann (1980).

La categoría de subfamilia fue utilizada por Furnish (1966), quien creó algunas de ellas; por ejemplo, la Subfamilia Atsabitinae Furnish (1966) incluye goniatites con costillas y concha evoluta, forma parte de la Familia Paragastrioceratidae Ruzhentsev (1951), por tener línea de sutura con ocho lóbulos.

Según Furnish (*op. cit.*), la Subfamilia Pseudogastrioceratinae Furnish, 1966, agrupa a goniatites pertenecientes a la Familia Paragastrioceratidae del Pérmico; aquella tiene concha subdiscoidal, involuta a semiinvoluta y estriada en estadios juveniles; la línea de sutura posee denticulaciones atenuadas en los lóbulos ventral y laterales, y sillas redondas. En ninguno de esos casos, el

mencionado autor efectúa comparaciones con otras categorías similares, cuando propone nuevas entidades taxonómicas.

Un caso más se tiene en dos subfamilias de la Familia *Medlicottiidae* Karpinsky, 1889, del Pensilvánico-Pérmico, las cuales son diferenciadas según los lóbulos laterales, como se muestra en la figura 17.

Otros ejemplos, sobre caracterización de la categoría sistemática de subfamilia, se verán cuando se describan géneros de goniatites, medlicotinos y ceratites.

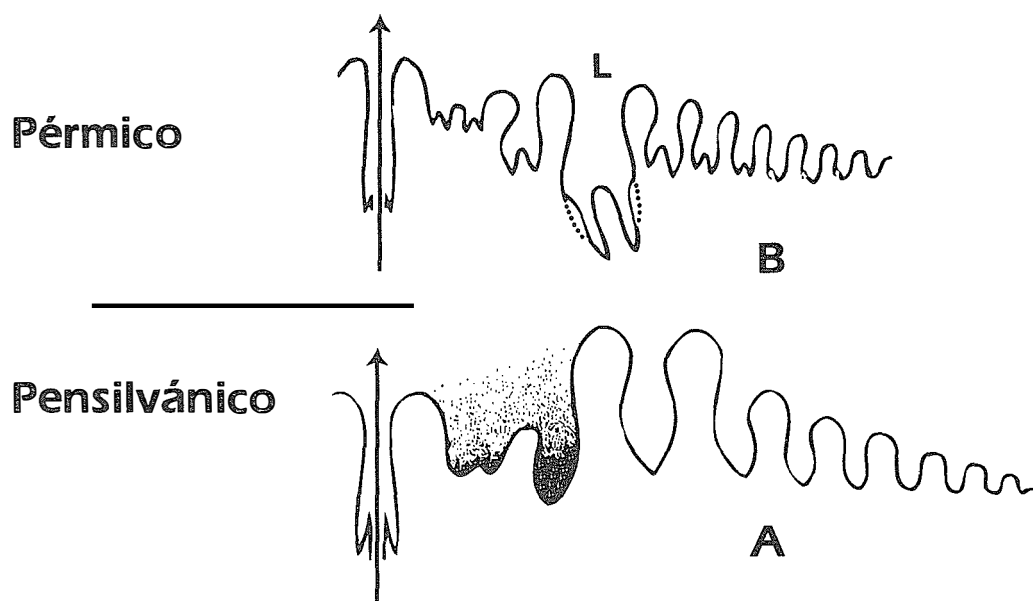


Fig. 17. Ciertos representantes de la Familia *Medlicottiidae*, del Pensilvánico-Pérmico, son agrupados en subfamilias, según el tipo de lóbulos laterales (L), de la línea de sutura:

A **simples**: Subfamilia *Uddenitinae* Miller y Furnish, 1940, del Pensilvánico (*Treatise*, pt. L).

B **bifurcados**: Subfamilia *Sicanitinae* Noetling, 1904, del Pérmico (Glenister y Furnish, 1988).

Obsérvese la relación evolutiva de las dos subfamilias, con las edades geológicas donde se presentan.

20. Género. Los caracteres genéricos de los amonoideos del Paleozoico son definidos por cada paleontólogo, cuando toman en cuenta algunos elementos morfológicos de la línea de sutura o de la concha, como son: forma y número de lóbulos laterales, tipo de concha, sección de vuelta, vientre, ornamentación y presencia o no de constricciones (*cf. Spinosa et al., 1979*). El presente estudio recoge ejemplos de la literatura paleontológica, así como propuestas propias del autor, de los grupos analizados.

Sin embargo, en algunas ocasiones cuando se proponen nuevas unidades genéricas, la diferenciación de las mismas no resulta muy convincente, por ser confusa; toda vez que los especialistas no se refieren a los mismos elementos morfológicos, para hacer resaltar similitudes y diferencias, como en los dos casos siguientes:

a) Nassichuk *et al.* (1965) propusieron como nuevo al género *Syrdenites*, del Pérmico Superior, y lo diferenciaron de *Medlicottia* Waagen, del Pérmico Inferior, según caracteres morfológicos particulares que presentan sus líneas de sutura:

"...In both these examples the ventral series of "lateral" saddles is so prominently subdivided that they appear to be trifid. However, in *Medlicottia* this effect has diminished considerably by the fourth and fifth saddles, whereas in *Syrdenites* the sixth "lateral" saddle is still prominently trifid..."

"...in such forms (*Medlicottia primas*), the complex first "lateral" saddle is composed of a large asymmetric secondary element plus a paired series (three to six) of much smaller additional inflections. In *Syrdenites*, it appears that there is a uniform regression size, and the prominent lower secondary saddles are incipiently trifid..."

La primera silla "lateral" en *Syrdenites* (Fig. 18 B) da la apariencia de ser trifurcada, mientras que en *Medlicottia* no tiene ese tipo de división (Fig. 18 A).

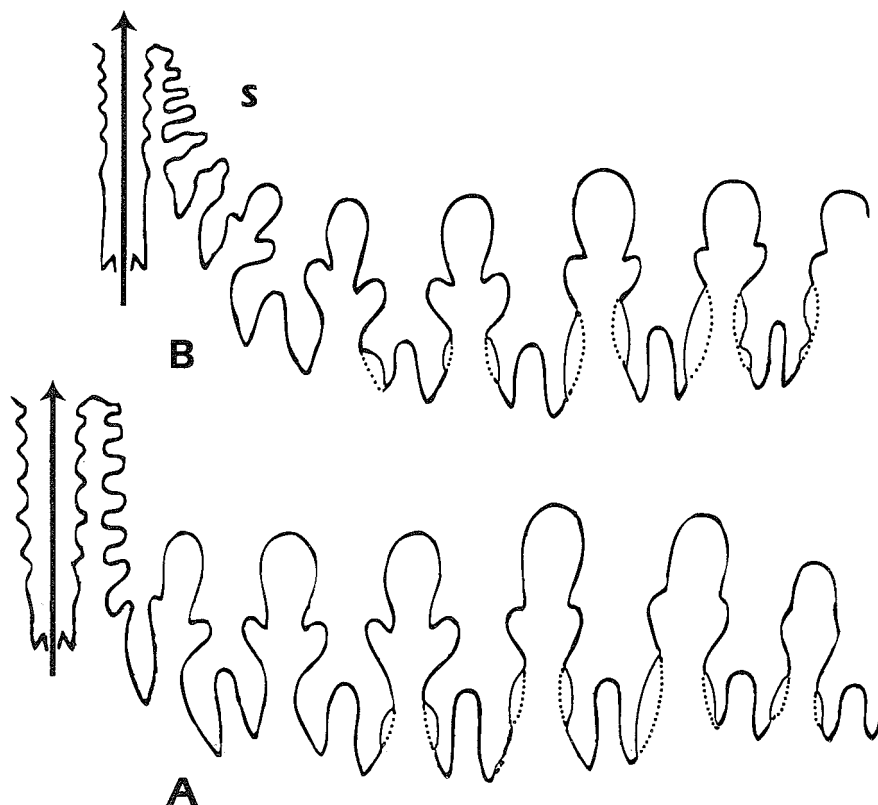


Fig. 18. Líneas de sutura de *Medlicottia* Waagen (A) (x 2.3) y *Syrdenites* Nassichuk et al. (B) (x 2), del Pérmico Inferior y Superior, respectivamente; la primera silla "lateral" (S), aparentemente trifurcada, sólo está presente en el segundo género; según Nassichuk et al. (1965).

b) En el mismo sentido, algunos paleontólogos consideran suficiente la presencia de una comisura extra ("second digit"), en uno de los lados, externo o interno, del lóbulo ventral, para diferenciar entre sí dos géneros, como en el caso de *Properrinites* y *Perrinites*, goniatites del Pérmico Inferior:

- esa comisura puede estar en el lado ventral, antes que aparezca en el lado dorsal (*Properrinites*); o por el contrario,
- si está del lado dorsal, antes que del lado ventral, se refiere a *Perrinites* (Miller, Furnish y Clark, 1957).

Sin embargo, esta última propuesta genérica debería tomarse con reservas, después de confrontar la línea de sutura de ambos géneros, como se observa en las figuras 4 y 5.

Como la subfamilia, los representantes de la categoría sistemática de género también suelen ser incluidos en familias diferentes, sin que haya una explicación al respecto; en la figura 19 se observan las propuestas de dos grupos de paleontólogos, quienes incluyeron ciertos géneros en subfamilias o familias diferentes.

Treatise, pt. L, 1957		Nassichuk, 1977
Familia	M E D L I C O T T I I D A E	Karpinsky, 1889
Subfamilia:		
	MEDLICOTTIINAE Karpinsky, 1889	SCICANITINAE Noestling, 1904
Género:	P R O P I N A C O C E R A S	Gemmellaro, 1887
Familia:		
	XENODISCIDAE Frech, 1902	PARACELTITIDAE Spath, 1930
Género:	P A R A C E L T I T E S	Gemmellaro, 1887

Fig. 19. La pertenencia de un mismo género a familias o subfamilias diferentes, de amonoideos del Paleozoico Superior, varía según los especialistas que se indican.

21. Subgénero. Se trata de una categoría que no es utilizada en la sistemática de los amonoideos del Paleozoico, como sucede con los representantes del Mesozoico; si llegara a usarse resultaría muy útil, en vista de la pulverización que han sufrido ciertos grupos de amonoideos, cuando determinados caracteres morfológicos no son evaluados correctamente, como para proponer categorías subgenéricas nuevas.

22. Especie. Sin haber reglas escritas, los caracteres morfológicos de la especie son propuestos bajo criterios que hay que leer entre líneas, al analizar los textos de las descripciones proporcionadas por los paleontólogos, quienes las acompañan con medidas e ilustraciones, de los ejemplares estudiados (holotipo y paratipos).

La diferenciación de especies estriba en hacer resaltar caracteres morfológicos que apelan a ciertos elementos de la línea de sutura, o a la forma de la concha; asimismo, la distribución estratigráfica, similar o diferente, de especies de un mismo género, es objeto de observación, porque explica sus nexos evolutivos y apoya principios bioestratigráficos. La comparación de ejemplares, por medio de fotografías o moldes de las formas anteriormente descritas, depositadas en colecciones, contribuye a establecer una mejor clasificación del material estudiado.

En el inciso 9 se transcribió la descripción de la especie *Timorites schucherti* Miller y Furnish, donde se subrayaron los caracteres morfológicos más significativos, que pueden permitir al estudiante reconocer ejemplares a nivel específico. Sin embargo, es en la parte denominada "comparaciones", de toda descripción de especies, que el paleontólogo despliega su capacidad para resaltar similitudes o diferencias morfológicas con especies vecinas; donde, además, trata de justificar la clasificación propuesta, del ejemplar estudiado.

A manera de ejemplo, se transcriben y subrayan los caracteres morfológicos de dos casos, sobre confrontación de especies, que mostrarán al estudiante, la forma de diferenciarlas entre sí, según los paleontólogos citados:

1. "...*M. burckhardti* Böse is closely related to *M. whitneyi* Böse, the type specimen of which came from a somewhat older horizon, and only well-preserved representatives of the two can be differentiated. **In adolescent stages of *M. whitneyi* the ventral zones of the conch are nodose, whereas no nodes are present on similar stages of *M. burckhardti*.** Furthermore, a well-preserved testiferous specimen of *M. burckhardti* from the type locality **shows that the ventrolateral keels of that species are denticulate, whereas those of *M. whitneyi* are smooth. These differences indicate that *M. burckhardti* and *M. whitneyi* are not identical**, but nevertheless most of the specimens available for study do not reveal the distinguishing characteristics. Therefore, as a matter of expediency **I am referring the specimens from the zone of Perrinites to *M. whitneyi* and those from the zone of *Waagenoceras* to *M. burckhardti*...**" (Miller in King et al., 1944, p 85).

2. "...The suture of *E. burckhardti* (text-fig. 3) is highly reminiscent of that of typical representatives of the slightly older (Leonardian) *E. whitneyi* (Böse). According to Miller and Furnish (1940) and Miller (1944) only well preserved specimens of these species can be differentiated and even then only on the basis of subtle differences in conch form. One minor difference between *E. burckhardti* and *E. whitneyi* is that the **former has a smooth venter but the latter has umbilical nodes at least during early ontogeny...**" (in Nassichuk, 1977, p 569).

Como puede observarse, en la parte subrayada del párrafo anterior, Nassichuk (*op. cit.*) hace referencia sólo a caracteres morfológicos de una especie, sin señalar cómo se presentan en la especie que sirvió de comparación: la región ventral de una, y las protuberancias umbilicales de la otra. En cambio, Miller (*in King et al.*, 1944) sí indicó los caracteres diferentes de ambas especies.

En la parte de la sistemática de los cefalópodos de México se proporcionan algunos casos que utilizaron los especialistas, para diferenciar especies entre sí, pertenecientes a un mismo género; asimismo, en el presente estudio se hacen algunas propuestas, con objeto de mostrar al estudiante las bases morfológicas que suelen utilizarse para separar especies.

También existen propuestas de algunos especialistas, para definir la categoría de especie, donde se subrayan aspectos biológicos, difíciles de probar en material fosilizado; asimismo, en esas propuestas se incluyen métodos estadísticos, sobre ciertos caracteres morfológicos, repartición geográfica y distribución estratigráfica.

23. Subespecie. La unidad sistemática de subespecie es raramente utilizada en descripciones de cefalópodos del Paleozoico. En el caso de México, Miller (*op. cit.*) diferenció subespecies de goniatites del género *Waagenoceras*, del Pérmico Superior, las cuales fueron posteriormente elevadas a la categoría de especie.

Más adelante, cuando se aborde el capítulo de los goniatites, se mostrarán algunos ejemplos, por demás extraños, tomados del *Treatise*, pt. L, con relación a ciertos agrupamientos que ocurren a nivel de familia, género y especie. En efecto, ciertos géneros, muy diferentes en cuanto a la forma de la concha, son agrupados en esas categorías, porque tienen el mismo tipo de sutura.

Para finalizar este capítulo es pertinente señalar la existencia de dos tipos de descripciones de fósiles, a nivel de género, que deben ser conocidas por el estudiante; aquellas que aparecen en los tratados de Paleontología, que generalmente son muy escuetas, toda vez que los autores han sintetizado al máximo los caracteres morfológicos que deben ser observados en las formas analizadas; y las descripciones que aparecen con sumo detalle en los trabajos de los especialistas.

LISTA DE CEFALOPODOS DEL PALEOZOICO DE MEXICO

En la figura 20 se señalan las localidades fosilíferas estudiadas por los autores que se indican. Por otra parte, la posición sistemática de los cefalópodos del Paleozoico será discutida más adelante, aquí sólo se transcriben como fueron descritos o mencionados.

A) SONORA

Molusco "cefalópodo" descrito e ilustrado por Lochman, in Cooper et al. (1954):

Salterella mexicana Lochman.

Edad: Cámbrico Inferior, Formación Buelna;

Goniatite descrito e ilustrado por Miller, in Cooper et al., (1965):

Waagenoceras dieneri Böse.

Edad: Pérmico Superior (Guadalupeano).

Molusco "cefalópodo" mencionado por Yochelson (1983a y 1983b):

S. mexicana Lochman.

Edad: Cámbrico Inferior.

B) CHIHUAHUA

Cefalópodos mencionados por Bridges (1965):

Formas ortocónicas, del Ordovícico.

Goniatites:

Perrinites hilli (Smith).

Edad: Pérmico.

C) COAHUILA

Cefalópodos descritos e ilustrados por Milner, in King et al. (1944):

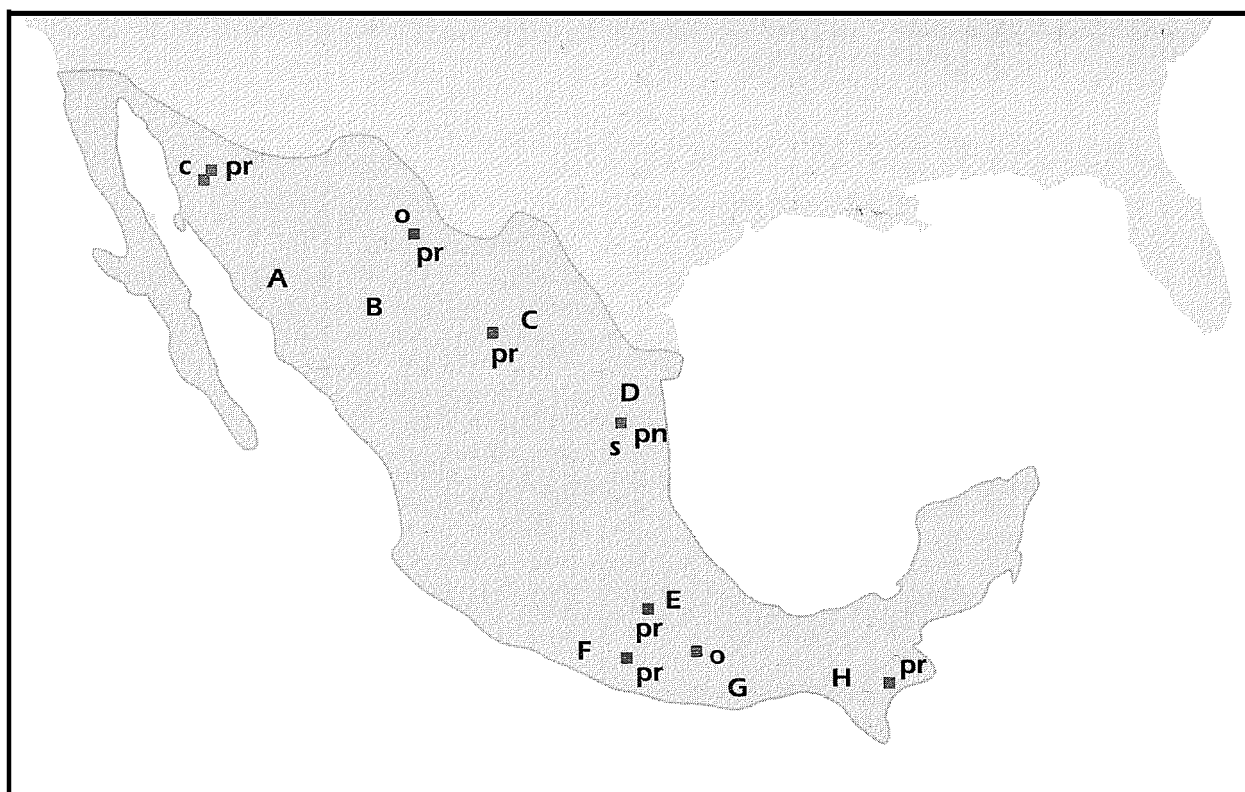


Fig. 20. Distribución de cefalópodos del Paleozoico de México.
c, Cámbrico; o, Ordovícico; s, Silúrico; pn, Pensilvánico; pr, Pérmico.

- A** SONORA: Caborca, volbortélidos del Cámbrico Inf. (c) (Lochman, *in* Cooper *et al.*, 1954) y Antimonio, goniatites del Pérmico Superior (pr) (Miller, *in* Cooper *et al.*, 1953).
- B** CHIHUAHUA: Placer de Guadalupe, cefalópodos ortocónicos del Ordovícico (o) y goniatites del Pérmico (pr) (Bridges, 1965).
- C** COAHUILA: Las Delicias, varios grupos de cefalópodos: nautiloideos, bactrites, goniatites, medicótidos y ceratites del Pérmico (pr) (Glenister y Furnish, 1988; Mapes, 1979; Miller *in* King *et al.*, 1944; Spinosa *et al.*, 1970 y 1975; y Wardlaw *et al.*, 1979).
- D** TAMAULIPAS: Cañón de Peregrina, nautiloideos del Silúrico (s) y goniatites del Pensilvánico (pn) (Carrillo, 1960; y Murray, Furnish y Carrillo, 1960).
- E** PUEBLA: San Salvador Patlanoaya, bactrites, goniatites y medicótidos del Pérmico Inferior (pr) (Villaseñor *et al.*, 1987).
- F** GUERRERO: Olinalá, goniatites y ceratites del Pérmico (pr) (Corona, 1982 ?; Flores de Dios y Buitrón, 1982; y González y Corona, 1984).
- G** OAXACA: Tiñú, nautiloideos del Tremadociano, Ordovícico Inferior (o) (Flower, 1968).
- H** CHIAPAS: Cushú, goniatites del Pérmico Inferior (pr) (Müllerried, Miller y Furnish, 1941).

1 Zona con Perrinites:

Bitauinioceras coahuilense Miller
Bactrites mexicanus Miller
Medlicottia whitneyi Böse
M. costellifera Miller y Furnish
Adrianites newelli Miller y Furnish
Perrinites hilli (Smith)

Edad: Leonardiano (Pérmico Inferior).

2 Zona con Waagenoceras:

Bitauinioceras coahuilense Miller
Titanoceras sp.
Medlicottia burckhardti Böse
M. girtyi Miller y Furnish
M. sp.
Pseudogastrioceras roadense (Böse)
Epithalassoceras ruzencevi Miller y Furnish
Adrianites plummeri Miller
Pseudogathiceras difuntense Miller
P. spinosum Miller
Agathiceras girtyi Böse
Stacheoceras gemmellaroi Miller
Waagenoceras guadalupense guadalupense Girty
W. guadalupense smithi Miller y Furnish
W. dieneri dieneri Böse
W. dieneri girtyi Miller y Furnish
W. dieneri karpinskyi Miller
Paraceltites ornatus Miller y Furnish

Edad: Wordiano (Pérmico Superior).

3 Zona con Timorites:

Bitauinioceras coahuilense Miller
Liroceras ? sp.
Stearoceras sp.
Bactrites mexicanus Miller
Propinacoceras sp.
Pseudogastrioceras roadense (Böse)
P. haacki Miller
Striogoniatites kingi Miller
Adrianites dunbari Miller y Furnish
Stacheoceras toumanskyae Miller y Furnish
? *S. gemmellaroi* Miller
? *Waagenoceras dieneri girtyi* Miller y Furnish
? *Waagenoceras dieneri karpinsky* Miller y Furnish
Timorites schucherti Miller y Furnish
Paraceltites altudensis (Böse)
P. rectangularis Miller
Cibolites mojsisovicsi Miller
Xenodiscites waageni Miller y Furnish

Edad: Capitaniano (Pérmico Superior).

4 Zona con Kingoceras:

Kingoceras kingi Miller

Edad: Amarasiano (Pérmico Superior).

Goniatites ilustrados en el *Treatise*, pt. L, 1957:

El ejemplar ilustrado como *Pseudogathiceras* (L15) es mencionado en la leyenda respectiva, como *Doryceras spinosum* (Miller) (L14),
Stacheoceras toumanskyae Miller y Furnish
Edad: Pérmico Superior.

Goniatites mencionados por Nassichuk, Furnish y Glenister, 1965:

Neogeoceras girtyi (Miller y Furnish)
Edad: Guadalupeano Inferior, Wordiano (Pérmico Superior).

Ceratites descritos e ilustrados por Spinosa, Furnish y Glenister, 1970:

Eoaraxoceras rushencevi Spinosa, Furnish y Glenister
Edad: Amarasiano (Pérmico Superior).

Ceratites descritos e ilustrados por Spinosa, Furnish y Glenister, 1975:

Paraceltites elegans Girty (= *ornatus* Miller y Furnish)
Edad: Wordiano (Pérmico Superior).

P. rectangularis Miller
Cibolites waageni (Miller y Furnish)
Edad: Capitaniano (Pérmico Superior).

Xenodiscus wanneri Spinosa, Furnish y Glenister
Kingoceras kingi Miller
Edad: Amarasiano (Pérmico Superior).

Amonoideos mencionados, algunas líneas de sutura ilustradas por Nassichuk, 1977:

Propinacoceras beyrichi Gemmellaro
Eumedlicottia burckhardti (Böse)
Agathiceras girtyi Böse
Neocrimites plummeri (Miller)
Stacheoceras gemmellaro Miller
Waagenoceras karpinskyi (Miller)
Waagenoceras girtyi Miller y Furnish
Paraceltites rectangularis Miller
Edad: Pérmico Superior.

Lista de amonoideos establecida por Wardlaw, Furnish y Nestell, 1979:

Eumedlicottia whitneyi (Böse)

Medlicottia costellifera Miller y Furnish

Neocrimites newelli (Miller y Furnish)

Perrinites vidriensis Böse

Edad: Leonardiano (Pérmico Inferior)

Capas Las Sardinas.

Agathiceras suessi Gemmellarø

Altudoceras sp.

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado.

Eumedlicottia burckhardti (Böse)

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado-La Difunta.

Neocrimites sp.

Edad: Wordiano-Amarasiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado-La Colorada.

Popanoceras bouwmani (Böse)

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado.

Propinacoceras beyrichi Gemmellarø

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado-La Difunta.

Stacheoceras gemmellarøi Miller

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado-La Difunta.

Waagenoceras dieneri Böse

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado.

Doryceras difuntense (Miller)

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado-La Difunta.

Epithalassoceras ruzhencevi Miller y Furnish

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado.

Mexioceras guadalupense (Girty)

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)

Capas Palo Quemado-La Difunta.

Neogeoceras girtyi (Miller y Furnish)

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas Palo Quemado.

Waagenoceras girtyi Miller y Furnish

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas Palo Quemado-La Difunta.

Paraceltites hoeferi Gemmellaro

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta.

Timorites schucherti Miller y Furnish

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta-La Colorada.

Waagenoceras karpinskyi Miller

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta.

Cibolites waageni (Miller y Furnish)

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta.

Episageceras n. sp.

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta.

Paraceltites rectangularis Miller

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta.

Propinacoceras n. sp.

Edad: Wordiano-Amarasiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta-La Colorada.

Stacheoceras toumanskyae Miller y Furnish

Edad: Wordiano-Amarasiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta-La Colorada.

Strigogoniatites kingi Miller

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta.

Syrdenites n. sp.

Edad: Wordiano (Pérmico Superior)
Capas La Difunta.

Kingoceras kingi Miller

Edad: Amarasiano (Pérmico Superior)
Capas La Colorada.

Xenodiscus wanneri Spinosa, Furnish y Glenister
Edad: Amarasiano (Pérmico Superior)
Capas La Colorada.

Eoaraxoceras ruzhencevi Spinosa, Furnish y Glenister
Edad: Amarasiano (Pérmico Superior)
Capas La Colorada.

Episageceras nodosum Wanner
Edad: Amarasiano (Pérmico Superior)
Capas La Colorada.

Timorites n. sp.
Edad: Amarasiano (Pérmico Superior)
Capas La Colorada.

Cefalópodos descritos e ilustrados por Mapes, 1979:

Bactrites mexicanus Miller
Bactrites sp.
Edad: Pérmico Inferior.

Amonoideos mencionados por Glenister y Furnish, 1987:

Demarezites sp.
Edad: Pérmico Inferior.

Amonoideos ilustrados (línea de sutura) y mencionados por Glenister y Furnish, 1988:

Difuntites hidius (Ruzhentsev, 1976)
Edad: Guadalupeano-Amarasiano (Pérmico Superior).
Propinacoceras beyrichi Gemmellaro, 1887
Edad: Wordiano (Pérmico Superior).

D) TAMAULIPAS

Goniatites descritos e ilustrados por Murray, Furnish y Carrillo, 1960:

Pseudoparalegoceras amotapense (Thomas) y *Eoasianites* sp. (sólo descrito)
Edad: Pensilvánico.

Nautiloideos y goniatites mencionados por Carrillo, 1961:

Dawsonoceras cf. *D. niagarensis* (Hall)
Edad: Silúrico, Formación Cañón de Caballeros.

Pseudoparalegoceras amotapense
Eoasianites sp.
Peritrochia (*Marathonites*) cf. *genti* (Smith)
Edad: Pensilvánico, Formación Del Monte.

Las ilustraciones de fósiles proporcionados por Carrillo (1961), corresponden a ejemplares de los Estados Unidos de Norteamérica, tomados del Index Fossils of North America (*in* Shimer y Shrock, 1944) y del *Treatise*, pt. L, y no a los ejemplares colectados por él en el Cañón de Huizachal-Peregrina, Tamps.

E) PUEBLA

Amonoideos mencionados e ilustrados por Villaseñor, Martínez y Contreras, 1987:

Properrinites sp.

Medlicottia sp.

Bactrites sp.

Perrinites hilli (Smith)

Edad: Pérmico Inferior, Formación Patlanoaya.

F) GUERRERO

Goniatites mencionados por Corona, 1982 ?

Stacheoceras

Agathiceras

Edad: Pérmico, Formación Los Arcos.

Goniatites ilustrados y mencionados por Flores de Dios y Buitrón, 1982:

Stacheoceras rothi

Waagenoceras

Agathiceras freschi

Edad: Pérmico, Formación Los Arcos.

Amonoideos mencionados por González y Corona, 1984:

Agathiceras

Stacheoceras rothi

Waagenoceras sp.

Paraceltites elegans Girty

Stacheoceras toumanskyae Miller y Furnish

Pseudogastrioceras altudense (Böse)

Edad: Pérmico, Formación Los Arcos.

En las tres listas anteriores de amonoideos se observa que en algunos de ellos no fueron incluidos los nombres de los paleontólogos que describieron esas especies, como suele hacerse cuando se mencionan.

G) OAXACA

Cefalópodos descritos e ilustrados por Flower, 1968:

Rioceras minore Flower

R. oaxacaense Flower

Rioceras sp.

Edad: Tremadociano (Ordovícico Inferior).

H) CHIAPAS

Goniatites descritos e ilustrados por Müllerried, Miller y Furnish, 1941:

Perrinites hilli (Smith)

Peritrochia mullerriedi Miller y Furnish

Edad: Pérmico Inferior.

COLECCIONES DE FOSILES

Desde 1944 se han colectado, descrito e ilustrado un gran número de cefalópodos del Paleozoico, de diferentes regiones de México, por especialistas extranjeros, en particular norteamericanos; esos fósiles sirvieron de base para la realización del presente estudio, según las ilustraciones originales proporcionadas por esos autores.

En casi todos los casos, esos fósiles dieron origen a la nominación de especies nuevas, de las cuales no se tienen representantes en colecciones mexicanas, como otras anteriormente descritas; sólo en el estudio del Pérmico de Chiapas se consignó el depósito, en el Instituto de Geología de la UNAM, de las dos especies de goniatites descritas de esa localidad.

Un dato a observar es el que aparece en el estudio de Spinosa, Furnish y Glenister (1970, p 735), sobre *Eoaraxoceras* de Coahuila, donde se asienta la colecta de 350 ejemplares, depositados en las Universidades de Iowa y Yale, de los Estados Unidos de Norteamérica. Por su parte, Glenister y Furnish (1988) mencionan haber colectado 75 ejemplares del género *Difuntites*, de Las Delicias, Coahuila, depositados en museos y universidades norteamericanos; nuestro país no posee en sus instituciones, ejemplares de referencia de esos fósiles.

A estas fechas, los centros de estudios superiores de México no pueden aún preparar paleontólogos especialistas en estos grupos fósiles, por carecer de una política adecuada de enseñanza; asimismo, las autoridades implicadas en estudios geológicos valoran poco la importancia de la Paleontología Sistemática y Estratigráfica, quienes sólo consideran suficiente, para el trabajo de operación geológica, el auxilio que les aporta a sus estudios, la simple determinación del fósil y su edad. El resto, la memoria científica de un país no queda consignada, lamentablemente, en los anales de la investigación geológica nacional, en particular la del subsuelo.

Antes de abordar la parte sistemática, es necesario hacer notar que no hay un lugar en México, donde puedan observarse colecciones de cefalópodos del Paleozoico de nuestro país, así como otros grupos fósiles y de otras edades. Muy a menudo se confunde el almacenaje indiscriminado de fósiles, como colecciones de los mismos; los cuales, por supuesto, no están clasificados y menos descritos, en memorias o publicaciones apropiadas; a lo sumo, esos fósiles han quedado sólo en la fase de repertoriarlos geográficamente.

PALEONTOLOGIA SISTEMATICA

Los géneros de cefalópodos del Paleozoico de México, descritos por especialistas, entran en otros tantos sistemas de clasificación, que aquí se incluirán en su momento, aún si hoy han sido rebasados por nuevos estudios. Se hace así, con el fin de mostrar al estudiante, las diferentes clasificaciones como se observan en los compendios de Paleontología; se trata de propuestas sistemáticas que en su momento hicieron época y forman parte del acervo científico mundial, conocerlas permite apoyar los estudios de este tema.

Es necesario que el estudiante tome en cuenta la posibilidad de evaluar la gama de adquisición de conocimientos acumulados, sobre los amonoides del Paleozoico. Restringir los estudios sistemáticos y bioestratigráficos a la última aportación que aparece en una publicación determinada, es caer en el dogmatismo.

El estudio de los cefalópodos del Paleozoico de México es relativamente reciente; algunos de esos estudios, como el de Miller (*in King et al.*, 1944), representan aportaciones imprescindibles en investigaciones similares, que se efectúan en otras partes del mundo; desafortunadamente, esos estudios paleontológicos se desconocen en México.

Hasta donde es posible, aquí se explican las diferentes propuestas sistemáticas utilizadas por los especialistas; con ello se pretende mostrar sus observaciones sobre caracteres morfológicos de los fósiles, que hicieron resaltar, al clasificar y datar el material paleontológico, en las descripciones de los mismos. A menudo, esos temas no se enseñan por desconocerlos, en una clase de Paleontología o Estratigrafía.

Los diferentes grupos fósiles, a nivel de género y especie, que se analizarán en la parte sistemática, serán incluidos en las clasificaciones reconocidas por diferentes paleontólogos; en algunos casos, en el presente estudio se harán propuestas, por considerar que el caso lo amerita.

La siguiente clasificación incluye géneros de nautiloides de Oaxaca y Coahuila, del Ordovícico Inferior y Pérmico, respectivamente; se ha tomado como referencia la clasificación de Basse de Menorval, *in* Piveteau (1952) (fig. 21), así como la que consigna el *Treatise*, parte K (1964).

Orden VOLBORTHELLIDA Kobayashi, 1937

Concha pequeña, ortocónica, o sea recta, sección tangencial circular; tabulada, por estar dividida por tabiques o septos. Edad: Cámbrico Inferior-Medio.

Los volbortélidos representan un grupo fósil de dudosa posición sistemática, en el *Treatise* son descritos en la parte K, Mollusca 3 (1964), sin considerarlos por lo tanto como pertenecientes a los nautiloideos.

Familia **SALTERELLIDAE** Poulsen, 1932. Concha alargada y recta; tabiques ligeramente sinuosos y cónicos. Edad: Cámbrico Inferior.

SUBCLASE:	Orden:	Superfamilia:	Familia:	Subfamilia:	Género:
?	Volborthellida Kobayashi, 1937.				
			Salterellidae Poulsen 1932.		<i>Salterella</i> Billings, 1861.
NAUTILOIDEA Agassiz, 1847.	Ellesmeroceratida Flower, in Flower y Kummel, 1950.		Ellesmeroceratidae Kobayashi, 1934.		<i>Rioceras</i> Flower, 1964.
	Orthocerida Kuhn, 1940.		Orthocerataceae M'Coy, 1844.		
			Orthoceratidae M'Coy, 1844.		
			Michelinoceratinae Flower, 1945.		<i>Bitaunioceras</i> Shimizu y Obata, 1936 .
	Nautilida Agassiz, 1847.		Trigonocerataceae Hyatt, 1884.		
			Grypoceratidae Hyatt in Zittel, 1900.		<i>Stearoceras</i> Hyatt, 1893.
					<i>Titanoceras</i> Hyatt, 1884.
		Clydonautilaceae Hyatt in Zittel, 1900.			
			Liroceratidae Miller y Youngquist, 1949.		<i>Liroceras</i> Teichert, 1940.

Fig. 21. Sistemática de la Subclase Nautiloidea, según Base de Menorval (*in* Piveteau, 1952) y el *Treatise*, pt. K (1964); los géneros señalados son del Paleozoico de México. Se anexa el género *Salterella*, sin conocer su posición sistemática exacta.

Género *Salterella* Billings, 1861. Mismos caracteres que la familia. Edad: Cámbrico Inferior.

Lámina I, figs. 1, 3 y 5, *Salterella mexicana* Lochman. Edad: Cámbrico Inferior. Caborca, Sonora.

Lámina I, fig. 4, *S. rugosa* Miller, de Groenlandia y fig. 5, *S. conulata* Clark (*in Treatise*, pt. K, 1964); ejemplares de comparación.

Según Yochelson (1983a), *S. mexicana* Lochman tiene similitud con formas de Escocia, como sería *S. maccullochi* (Murchison). Ese autor considera al género *Salterella* Billings, 1861, como sinónimo de *Volberthella* Schmidt, 1888 (in Yochelson, 1983b) y además señala la distribución de ese fósil, en la parte superior del Cámbrico Inferior de Norteamérica, Groenlandia, Escocia, Spitzbergen y en el archipiélago de Noruega. Obsérvese, por lo tanto, la distribución paleobiogeográfica restringida de ese fósil, en el Hemisferio Norte, donde Sonora sería la localidad más meridional de esa área de distribución.

Clase CEPHALOPODA Cuvier, 1797

Descripción basada en formas vivientes; para los fósiles se considera sólo la concha: cónico-tubular, recta, incurvada o enrollada dorsalmente, septada regular y transversalmente, lo que origina una línea de sutura externa; aquella es recorrida longitudinalmente por un tubo o sifón interno. Edad: Cámbrico Superior-Reciente.

Los cefalópodos y gasterópodos enrollados se diferencian entre sí, porque estos últimos no tienen tabiques, que segmenten transversalmente el tubo que caracteriza a la concha; además, el enrollamiento ventral de los gasterópodos en un eje, origina una columna central.

Subclase NAUTILOIDEA Agassiz, 1847

Concha recta, incurvada o enrollada (involuta o evoluta). Tabiques o septos incurvados hacia la abertura, sifón con cuellos septales dirigidos hacia atrás. Línea de sutura recta en los ortocónicos, a veces presenta débiles ondulaciones hacia la abertura, denominadas sillas, una interna y una lateral; o dirigidas hacia la parte inicial de la concha, llamados lóbulos; sólo tiene uno ventral, mal individualizado.

El sifón, de diámetro variable, ocupa diversas posiciones en el plano de simetría; se caracteriza por los diferentes tipos de cuellos septales: rectos o incurvados, cortos o tan largos como una cámara, siempre están dirigidos hacia atrás (retrosifonados). Poseen anillos de conexión. Edad: Cámbrico Superior-Reciente.

Orden ELLESMEROCERATIDA Flower, in Flower y Kummel, 1950

Concha pequeña y comprimida, recta o incurvada, con sifón marginal. Tabiques con cuellos septales cortos y anillos de conexión gruesos. Diafragma irregular. Edad: Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior.

Familia ELLESMEROCERATIDAE Kobayashi, 1934. Los anillos de conexión están diferenciados en dos zonas, la interna es finamente granulosa. Edad: Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior.

Género *Rioceras* Flower, 1964. Concha lisa y recta, deprimida o subcircular en sección; con línea de sutura transversal y recta; sifón ventral formado por segmentos ligeramente cóncavos o sinuosos, consistentes en cuellos cortos y capas de anillos gruesos. Edad: Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior.

Lámina II, figs. 6, 11 y 12, *Rioceras oaxacaense* Flower.

Lámina II, figs. 7, 8 y 10, *Rioceras minore* Flower. Edad: Tremadociano (Ordovícico Inferior). Tiñú, Oaxaca (*in* Flower, 1968).

Según este último autor, el género *Rioceras* corresponde al miembro más antiguo de la Familia Baltoceratidae Kobayashi, 1935, por la forma muy simple de la concha; sin embargo, sugiere que si la concha tiene diafragma en el sifón, debe ser asignada a la Familia Ellesmeroceratidae Kobayashi, 1934, del Canadiense Inferior.

Según Flower (1968), las especies de *Rioceras* se diferencian entre sí por la relación tamaño-sección transversal de la concha, caracteres particulares del sifón y espaciamiento de los septos. Las dos especies de *Rioceras*, ilustradas originalmente por ese autor, proceden de la región de Oaxaca, Sur de México; se diferencian entre sí, porque *R. oaxacaense* tiene una concha delgada y pequeña, cuyas partes anteriores del fragmocono muestran cámaras que aumentan levemente en tamaño. La sección de la concha es más alta que ancha y el sifón es más largo que aquel de *R. minore*, cuyo contacto con el vientre es ancho.

Ambas especies fueron encontradas asociadas con trilobitas de los géneros *Parabolinella*, *Asaphellus* y *Geragnostus*, en concreciones calcáreas de una secuencia arcillosa; esos fósiles indican el Tremadociano (fig. 22 y 23).

POSICION ESTRATIGRAFICA DEL PISO TREMADOCIANO

A menudo la delimitación de dos sistemas geológicos presenta dificultades para establecerla, sobre todo cuando intervienen conceptos bioestratigráficos, relativos a la isocronía propuestos para regiones muy alejadas, como las que pueden presentarse entre dos continentes.

El límite Cámbrico-Ordovícico ofrece el mismo grado de dificultad que el de otros sistemas; en este caso, los argumentos esgrimidos han sido de orden paleogeográfico y bioestratigráfico, y afectan al piso Tremadociano, por estar en el límite de esas dos unidades cronoestratigráficas.

Cuando se describieron las trilobitas de la Formación Tiñú, también se hizo lo mismo con el cefalópodo *Rioceras*; en ese entonces, Robison y Pantoja (1968) mostraron la posición, aparentemente irreconciliable, del piso Tremadociano, según estratigrafos de dos países; es decir, para los británicos forma parte de la base del Ordovícico, en cambio para los norteamericanos, ese piso es ya la cima del Cámbrico. Por otra parte, es de señalar que la fauna de trilobitas de Tiñú ofrece mucha similitud con la de Gran Bretaña, Este de Canadá, Escandinavia y Argentina.

La presencia del trilobita *Saukia* en Tiñú, representaría la parte más alta del Cámbrico de Norteamérica y sugiere que en esa parte de Oaxaca está presente el Tremadociano Inferior, según conceptos de varios autores (*in* Robison y Pantoja, *op. cit.*). Hubo una propuesta de correlación de dos provincias paleobiogeográficas alejadas, la norteamericana y la europea, a partir de la posición

del piso Tremadociano (Termier y Termier, 1964). Hay otra propuesta, aparecida en un trabajo reciente, que hicieron suya Stitt y Miller (1987): incluir el Tremadociano en el Ordovícico; a continuación se confrontan esas propuestas (fig. 22).

Termier y Termier (1964)				Stitt y Miller (1987)
AMERICA DEL NORTE (1)	EUROPA (2)	(1)	(2)	
ORDOVICICO				O R D O V I C I C O
TREMADOCIANO	zona con: Ozarkiano <i>Clonograptus tenellus</i>	CAMB. SUP.	ORDOV. INF.	
	Trempealiano <i>Dictyonema flabelliforme</i> var. <i>sociale</i>			
CAMBRICO		CAMBRICO		

Fig. 22. Correlación estratigráfica del Tremadociano de Norteamérica y Europa, según Termier y Termier (1964), y Still y Miller (1987).

Según Termier y Termier (*op. cit.*), para los norteamericanos el ciclo del Cámbrico Superior se continúa con el Tremadociano, cuyo límite entre ambos se coloca con la invasión brusca de los asáfidos.

Sin embargo, estos trilobitas, autóctonos de Escandinavia, sólo se desarrollan en aquella provincia nórdica en el Tremadociano Superior, toda vez que aparecen ahí antes, donde se mantuvieron estables; en cambio en Norteamérica, para fines de una propuesta sobre un límite bioestratigráfico neto, ese grupo de trilobitas es interesante porque aparece súbitamente.

Otro argumento que maneja Henningsmoen (1957, *in* Termier y Termier, *op. cit.*), es la presencia de *Dictyonema flabelliforme*, en ambas cuencas sedimentarias, que equivaldría a la zona con *Saukia* de Norteamérica; es decir, el Tremadociano representa el fin del Cámbrico Superior, para los norteamericanos.

Al datar los fósiles de Tiñú en el Tremadociano, se observan dos conceptos estratigráficos aparentemente opuestos:

- sedimentológico, representa el inicio de un ciclo sedimentario (cf. Cantú, 1987),
- bioestratigráfico, la presencia de *Saukia* y *Dictyonema flabelliforme* indicaría la cima del Cámbrico, si se considera la cronoestratigrafía norteamericana.

Por lo tanto, la datación de la serie sedimentaria de Tiñú, en el Sur de México, resulta paradójica: sería la cima del Cámbrico, por corresponder al final del ciclo sedimentario norteamericano clásico, y el inicio simultáneo de un ciclo sedimentario en Oaxaca, en la cima de ese sistema (fig. 23).

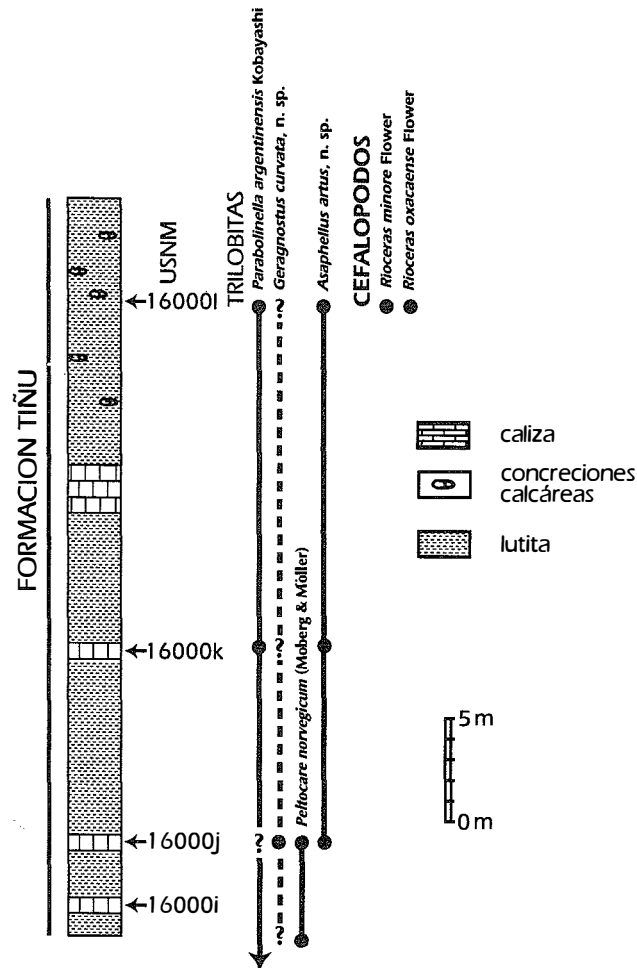


Fig. 23. Sección de la parte superior de la Formación Tiñú, del Tremadociano (Ordovícico Inferior), sólo la muestra 160001 contenía la asociación de trilobitas y cefalópodos nautiloideos; región de Nochixtlán, Oaxaca (in Robison y Pantoja, 1968).

Sin embargo, existe la propuesta del Grupo de Trabajo Internacional sobre el límite Cámbrico-Ordovícico (The International Working Group on the Cambrian-Ordovician Boundary; IWGCOB), una subdivisión del International Commission on Stratigraphy, constituida en Birmingham, Inglaterra, en 1974; quien votó establecer ese límite en o cerca de la base de la Serie Tremadociana; la cual ha sido definida por la primera aparición del graptolito *Dictyonema flabelliforme*. Por lo tanto, la Formación Tiñú, que contiene ese graptolito (Sour y Buitrón, 1987), sería del Ordovícico Inferior, si se siguiera esta última propuesta.

Orden ORTHOCERIDA Kuhn, 1940

Concha recta a ligeramente incurvada, sifón central, tabiques con cuellos septales ortocónicos, cortos y angulosos, anillos de conexión delgados, estructuras intrasifonales, con depósitos de tipo anulosisifonales. Edad: Ordovícico-Triásico.

Superfamilia ORTHOCERATACEAE M'Coy, 1844. Concha lisa u ornamentada, sección transversal circular. Edad: Ordovícico-Triásico.

Familia ORTHOCERATIDAE Teichert y Miller, 1936. Sifón central o excéntrico, con depósitos endosifonales. Edad: Ordovícico-Triásico.

Subfamilia MICHELINOCERATINAE Flower, 1945. Concha con ornamentación indiferenciada, sifón con depósitos bien desarrollados. Edad: Ordovícico-Triásico.

Género *Bitauinioceras* Shimizu y Obata, 1936. Concha ortocónica, larga y angosta, sección de vuelta circular; superficie de la concha con estrías transversales, de tamaño irregular, constricciones poco profundas, con engrosamientos transversales, de tamaños desiguales; septos moderadamente convexos hacia la abertura, línea de sutura recta, sifón casi central, pequeño y ortocónico, es decir posee cuellos septales y anillos de conexión rectos, cortos y cilíndricos. Edad: Pérmico.

Lámina II, figs. 1-5, 9 y 13, *Bitauinioceras coahuilense* Miller (Miller, in King et al., 1944). Edad: Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila.

Orden NAUTILIDA Agassiz, 1847

Concha incurvada a enrollada, sifón central o dorsal, línea de sutura recta o sinuosa. Edad: Devónico-Reciente.

Superfamilia TRIGONOCERATACEAE Hyatt, 1884. Concha recta, giro a nautilocono, sifón central y vientre angosto; éste último es agudo, ancho, cóncavo o redondo. Ornamentación en espiral. Edad: Devónico-Triásico.

En ciertas descripciones de formas de concha de amonoideos del Paleozoico, es común utilizar los términos de ortocónicos u ortoconos (rectos), cirtocónicos (ligeramente incurvados), breviconos (cortos), longiconos (largos), giroconos (desenrollados), nautiloconos (enrollados, involutos o evolutos), etc.; en algunos casos se utilizará esa terminología, en las descripciones siguientes.

Familia GRYPoceratidae Hyatt, in Zittel, 1900. Concha evoluta a involuta, comprimida, sección de vuelta rectangular, de lados subparalelos y vientre aplanado, a veces posee quilla y nódulos. La línea de sutura tiene un lóbulo ventral, uno lateral y otro dorsal. El sifón es de posición variable. Edad: Carbonífero-Triásico.

Género *Stearoceras* Hyatt, 1893. Concha involuta, de crecimiento muy rápido, sección de vuelta semitrapezoidal, deprimidos lateralmente. Línea de sutura con lóbulos ventral, lateral y dorsal poco definidos. Edad: Pensilvánico-Pérmico.

Lámina III, figs. 4 y 7, *Stearoceras* sp. Edad: Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila.

Género *Titanoceras* Hyatt, 1884. Concha evoluta, ombligo ancho y perforado, sección de vuelta semirectangular, más alta que ancha, vientre cóncavo a semianguloso, posee tubérculos alargados longitudinalmente. Línea de sutura ligeramente sinuosa en los lados y fuertemente incurvada hacia atrás, en la parte ventral. Edad: Pensilvánico a Pérmico.

Lámina III, fig. 5, *Titanoceras* sp. Edad: Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila.

Lámina III, figs. 6 y 8, *T. ponderosum* (Meek), Nebraska, USA; ejemplares de comparación. Nótese que los dos géneros anteriores, pertenecientes a la misma Familia Grypoceratidae, tienen formas de concha muy diferentes, que merecerían ser estudiados para reubicarlos sistemáticamente.

Superfamilia CLYDONAUTILACEAE Hyatt, *in* Zittel, 1900. Concha globulosa e involuta, línea de sutura simple, con silla ventral y lóbulo lateral. Edad: Devónico Superior ? Carbonífero-Triásico.

Familia LIROCERATIDAE Miller y Youngquist 1949. Concha lisa, sección de vuelta deprimida. Edad: Devónico Superior ? Misisípico-Triásico.

Género *Liroceras* Teichert, 1940. Línea de sutura casi recta. Edad: Misisípico-Pérmico.

Lámina III, figs. 1 y 2, *Liroceras liratum* (Girty). Edad: Pensilvánico; Oklahoma, USA; ejemplar de comparación. Fig. 3, *Liroceras* ? sp. Edad: Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila. Los tres géneros anteriores fueron descritos por Miller (*in* King *et al.*, 1944). De Olinalá, Guerrero, sólo se ilustró un nautiloideo, estaba asociado con goniatites del Pérmico (Flores de Dios *et al.*, 1982, p 16); ese fósil merece ser estudiado sistemáticamente.

Subclase BACTRITOIDEA Shimansky, 1951

Concha longicónica a brevicónica, ortocónica a cirtocónica; cuellos septales ortocónicos a cirtocónicos, sin depósitos en las cámaras; sifón marginal o submarginal, protoconcha subesférica, posiblemente cónica; ángulo apical variable. Edad: Silúrico ? Devónico Inferior-Triásico.

Se trata de un grupo fósil de concha recta, cuya posición sistemática ha sido muy discutida; el Suborden Bacritina es incluido en el Orden Ammonoidea, en el *Treatise*, pt. L; Teichert *et al.* (1964) elevan el Suborden Bacritina al rango de Subclase Bactritoidea. Erben (*in* *Treatise*, pt. K, 1964) considera dos familias, Bacritidae Hyatt, 1884, del Ordovícico-Pérmico, y Parabacritidae Shimansky, 1951, del Carbonífero-Pérmico.

Asimismo, Teichert (1967) propone la Subclase Bactritoidea, con el sólo Orden Bacritida e implícitamente señala dos familias: Bacritidae y Parabacritidae (fig. 24). Mapes (1979) considera a ese grupo fósil como perteneciente a la Subclase Bactritoidea, con dos órdenes: Bacritida y Annulobacritida.

Ultimamente, Glenister y Furnish (1980) consideran a esos fósiles como un suborden del Orden Anarcestida. Según Wiedmann y Kullmann (1980), los bactrites son cefalópodos con línea de sutura muy simple, un lóbulo estrecho, situado en posición adyacente al sifón.

Miller y Furnish, 1954

Orden AMMONOIDEA Zittel, 1984
Suborden BACTRITINA Miller y Furnish, 1954

Teichert *et al.*, 1964

Subclase BACTRITOIDEA Shimansky, 1951

Teichert, 1967

Subclase BACTRITOIDEA Shimansky, 1951
Orden BACTRITIDA Shimansky, 1951
(sin descripción)
Familia BACTRITIDAE Hyatt, 1884
Familia PARABACTRITIDAE Shimansky, 1951

Mapes, 1979

Subclase BACTRITOIDEA Shimansky, 1951
Orden BACTRITIDA Shimansky, 1951
Orden ANNULOBACTRITIDA Mapes, 1979
(con descripción)

Glenister y Furnish, 1980

Subclase AMMONOIDEA
Orden ANARCESTIDA
Suborden BACTRITINA
(sin descripción)

Wiedmann y Kullmann, 1980

Orden BACTRITIDA
(sin descripción)

Fig. 24. Clasificaciones sistemáticas de bactrites, según los autores que se indican; en algunas de ellas no se proporcionaron descripciones. Obsérvese que Miller y Furnish (1954) propusieron el Orden Ammonoidea, cuyo sufijo corresponde a la categoría de subclase, *idem* en el *Treatise*, pt. L

Mapes. (*op. cit.*) realizó una monografía muy completa de los bactrites del Carbonífero-Pérmico de Norteamérica; tomó en cuenta ciertos caracteres morfológicos para clasificar este grupo, como son: tipo de sección del fragmocono, ángulo apical, ornamentación, morfología de la protoconcha, depósitos internos, cuellos septales y posición del sifón, entre otros. Por lo mismo, algunos de esos caracteres tienen diferente valor, en la taxonomía del grupo, a saber:

- el ángulo apical se revela importante a nivel de género o especie y corresponde a la relación que conserva la expansión del diámetro de la concha, con su longitud; por ejemplo, un milímetro de aquel contra 10 mm de ésta, da la relación 1:10.
- los cuellos septales caracterizan familias:
 - incurvados (Parabactritidae, Sinuobactritidae y Annulobactritidae), o
 - rectos (Bactritidae y Lobobactritidae)
- la forma de la protoconcha y el espaciamento septal intervienen en la clasificación de familias e incluso de orden.

La clasificación de los bactrites, propuesta por Mapes (*op. cit.*), pasa de la categoría de orden a familia; ese autor no utiliza las categorías intermedias de suborden y superfamilia.

Orden BACTRITIDA Shimansky, 1951

Protoconcha subesférica a globulosa, raramente tiene depósitos en las cámaras; concha ortocónica (cónico-alargada y recta), a cirtocónica, o sea cónico-incurvada; sifón generalmente marginal. Edad: Silúrico ? Devónico Inferior-Triásico Superior.

La sola presencia de una protoconcha, probablemente cónica, en formas orto o cirtocónicas, del Pensilvánico Medio de Norteamérica, permitió a Mapes (1979) crear el Orden Annulobactritida Mapes, con origen filogenético incierto; lo incluyó en los bactritoideos por la posición marginal del sifón.

Familia BACTRITIDAE Hyatt, 1884. La caracterización del tipo de concha para la familia es igual que en la categoría de orden; otros caracteres particulares serían los cuellos septales ortocónicos y la ausencia de depósitos en las cámaras. La familia tiene el mismo rango estratigráfico que el orden.

Teichert (1967) caracteriza a la Familia Bactritidae porque tiene cámara de habitación alargada, mientras que la Familia Parabactritidae sólo señala que tiene el fragmocono de tamaño reducido. Por su parte, Mapes (*op. cit.*) subdivide el Orden Bactritida en tres familias, según el tipo de protoconcha: Bactritidae Hyatt, 1884; Parabactritidae Shimansky, 1951; y Sinuobactritidae Mapes, 1979; del Devónico al Pérmico.

Género *Bactrites* Sandberger, 1843. Concha alargada y delgada, lisa o con estrías transversales o longitudinales; sección de vuelta circular o ligeramente elíptica, línea de sutura simple a sinuosa, a veces con lóbulo lateral bajo o profundo; silla y lóbulo dorsales y silla ventral; tabiques transversales, a veces inclinados. Abertura marcada por líneas de crecimiento sobre el lado sifonal. Constricciones en las primeras fases del desarrollo, sifón ventral y marginal. Edad: Devónico Medio-Pérmico.

Lámina IV, figs. 1 a 4 y 7, *Bactrites mexicanus* Miller. Según Mapes (*op. cit.*), ese ejemplar sería *B. cf. B. mexicanus*; asimismo, ese autor ilustró *B. mexicanus* Miller con otros ejemplares (Mapes, *op. cit.*, lám. 17, fig. 7; lám. 31, figs. 1-3; lám. 36, figs. 1, 2, 5 y 6), colectados en la misma localidad de Coahuila, estudiada por Miller (*in King et al.* 1944).

El género *Bactrites* tiene especies con ornamentación en la concha; sin embargo, como caracteres genéricos distintivos se han tomado la presencia de surcos longitudinales o costillas transversales, que lo diferencia de otros géneros (*in Mapes, op. cit.*).

La presencia de una quilla dorsal en *B. mexicanus* lo asemeja a las especies *B. peyotensis* Mapes y *B. finisensis* Mapes (*in Mapes, op. cit.*); sin embargo, *peyotensis* Mapes tiene ornamentación longitudinal, que no tiene *mexicanus*. Asimismo, esta última especie se diferencia de esas dos especies, por la presencia de una silla dorsal alta.

Los ejemplares de la lámina IV (figs. 5, 6 y 8) representan a *Bactrites subconicus*, del Devónico de Alemania (*in Treatise, pt. K, 1964*). Se trata del ejemplar considerado como el generotipo, aquí se ilustra para comparación de ese género.

De San Salvador Patlanoaya, Puebla, en el Centro de México, se ha mencionado e ilustrado el fragmento de un ejemplar, aparentemente longicono, con una separación septal irregular, que se adjudicó al género *Bactrites* sp. (Villaseñor *et al.*, 1987, lám. 4, fig. 5); sin embargo, se desconocen otros elementos morfológicos, que los proporcionados en la ilustración mencionada.

El fósil de Puebla fue obtenido de una unidad de areniscas y limolitas, que subyace a un potente horizonte de lutitas con capas de areniscas, con posibles *Medlicottia* y *Perrinites hilli* (Smith), y a su vez sobreyace a una secuencia de limolitas, con flora fósil (*Pecopteris cyathea*), esta última adjudicada al Pensilvánico Superior, por los autores arriba mencionados.

Por lo tanto, la posición estratigráfica del ejemplar de *Bactrites*, procedente de Puebla, podría ser la base del Pérmico, si los fragmentos de amonoideos clasificados como *Medlicottia* sp., por los mismos autores (Villaseñor, *et al.*, *op. cit.*, lám. 4, figs. 2 y 3), correspondiesen efectivamente a ese género, lo cual es dudoso: la ornamentación latero-ventral de estos dos últimos fragmentos, adjudicados a esa unidad, no permite afirmarlo. Otros caracteres suturales sobre *Medlicottia* y formas vecinas, como se verá más adelante, no presenta el ejemplar de Puebla, como tampoco los muestra el supuesto *Perrinites*; ambos estarían suprayaciendo al ejemplar de *Bactrites* ahí encontrado.

POSICION SISTEMATICA DE LOS BACTRITES

Varios autores han discutido la posición sistemática de los *Bactrites*, dentro de los cefalópodos, que ha oscilado entre nautiloideos y amonoideos. Spath (1933 y 1936) lo considera como un *Orthoceras*, con sifón marginal, igual que las formas que han sido referidas a ese género, por lo que pertenecería a un nautiloideo; en cambio, para ese paleontólogo, *Lobobactrites* sería un goniatite desenrollado del Devónico.

Por su parte, Schindewolf (1933 y 1934) considera a *Bactrites* s. st., *Eobactrites* y *Lobobactrites*, como amonoideos primitivos. Miller y Furnish (1954) incluyen al Suborden Bactritina en los amonoideos (*in* Glenister y Furnish, 1980). Para Teichert (1967), los bactritoideos representan el origen de las subclases Ammonoidea y Coloidea, sin ser incluidos en los amonoideos.

Según Mapes (1979), la Subclase Bactritoidea probablemente tendría su origen en nautiloideos longicónicos, con sifón excéntrico, protoconcha bulbosa y cuellos septales ortocoaníticos, del Devónico Inferior.

Orden GONIATITIDA Hyatt, 1884

Resulta difícil explicar y convencer al estudiante sobre la unidad y variabilidad morfológica, del importante grupo de amonoideos que representan los goniatites; en el caso de México, esos fósiles se revelan particularmente abundantes, en géneros que predominan en el Pérmico.

En efecto, teóricamente los goniatites, como los nautiloideos, poseen una línea de sutura aparentemente muy simple, en formas primitivas, como fue señalado líneas arriba. Sin embargo, esa estructura se complica más tarde, debido a la adquisición de una gran cantidad de comisuras, que

le dan un aspecto amonítico, en géneros del Pérmico; donde, además, se encuentran simultáneamente, representantes que continúan teniendo líneas de sutura simple.

Asimismo, ciertas familias, como son ilustradas en el *Treatise*, pt. L (1957), agrupan géneros cuyas conchas son de formas muy diferentes; por supuesto, todo eso hace sospechoso delimitar unidades sistemáticas, de la categoría de familia y género, sobre bases rigurosas, fincadas en la observación de caracteres morfológicos. Si el estudio de este grupo se extiende a nivel de suprafamilia, su análisis implicaría llevarlo a otro tipo de consideraciones, que propiciarían una serie de reflexiones sobre las bases sistemáticas, que fueron esgrimidas en su momento, para clasificarlos como tales, según lo conciben algunos especialistas (cf. fig. 14).

Es notable el número de clasificaciones sistemáticas de amonoideos, propuestas por los paleontólogos en los últimos años; las cuales, en la mayor parte de los casos, contienen justificaciones insuficientes, como para tener una mejor comprensión del caso analizado.

En todo curso de Paleontología Sistemática es interesante analizar los caracteres morfológicos de los cefalópodos del Paleozoico, que sirvieron de base para establecer nuevas clasificaciones; en algunos casos, se agregan datos confusos. Por esa razón aquí se confrontan las bases objetivas de la sistemática que utilizaron diferentes especialistas, para clasificar los goniatites.

1. Una de esas clasificaciones de goniatites es la de Basse de Menorval (1952), quien tomó ciertos elementos importantes para caracterizar a ese grupo, como son el tipo de concha retrosifonada (cuellos septales dirigidos hacia atrás), la protoconcha sillada o latisillada (sin silla o con silla muy ancha) y la ornamentación espiral. Esos caracteres separan a los goniatites de otros amonoideos (ceratites y amonitas), que tienen concha prosifonada (cuellos septales dirigidos hacia adelante), línea de sutura recortada, protoconcha angustisillada (silla ventral alta y angosta), regresión y desaparición de la ornamentación espiral, más bien radial, y peristoma complicado.

2. Por su parte, Schindewolf (1954) sólo tomó en consideración el desarrollo ontogenético de la línea de sutura, en las clasificaciones que propuso; en general, se trata de la forma metodológica de estudiar estos fósiles, predominantemente por el grupo de paleontólogos alemanes. Un elemento importante en las clasificaciones propuestas por ese autor, es el lóbulo lateral que permanece cubierto por el reborde umbilical, toda la complejidad de la línea de sutura derivaría de las subdivisiones de la silla lateral (S).

En efecto, Schindewolf (1954) compara la ontogenia de las líneas de sutura de los goniatites y los prolecanites, ambos derivarían de un modelo de sutura primaria común, donde las estructuras que delimitan el lóbulo umbilical (U) originarían diferentes tipos de líneas de sutura, que caracterizarían a esos grupos de cefalópodos (fig. 25). Si la silla externa, delimitada por el lóbulo externo o ventral (E) y el umbilical, se divide primero, da origen a un goniatite. En cambio, si es la silla interna la que se divide primero, situada entre el lóbulo umbilical y el lóbulo interno o dorsal (I), entonces dará origen a un prolecanite. Sin embargo, al final ambas líneas de sutura son similares, en una etapa de su desarrollo (fig. 25).

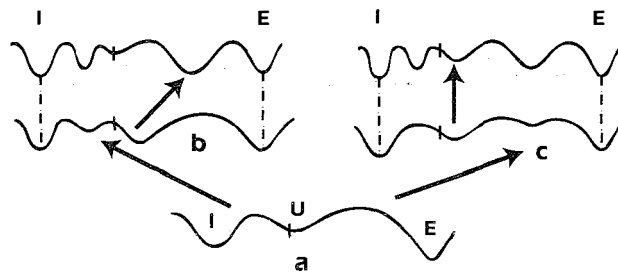


Fig. 25. Comparación ontogenética de líneas de sutura de prolecanites y goniatites, ambos procederían de una forma común (a); sólo la etapa de su desarrollo los diferencia, al producir primero una estructura lobular interna (prolecanites, b), o externa (goniatites, c); al final, el resultado es idéntico (según Schindewolf, 1954; in Teichert, 1967).

3. Para los autores del *Treatise*, pt. L, el Suborden Goniatitina se caracteriza por ser formas con línea de sutura básica de ocho lóbulos y con distribución estratigráfica del Devónico Medio al Pérmico. En cambio, al describir la Superfamilia Goniatitina se hace referencia a la forma de la concha (involuta, subdiscoidal a globulosa o semievoluta) y a caracteres particulares de la línea de sutura goniatítica (sillas redondas y lóbulos puntiagudos, en forma de V).

4. Existen otras clasificaciones, basadas en el modelo de Schindewolf (1954), en las cuales sólo se hace referencia a la evolución onto y filogenética de la línea de sutura trilobada, característica de los amonoideos paleozoicos; la cual está formada por los tres lóbulos antes mencionados, externo (E), interno (I) y lateral (L). Este último dá origen a lóbulos adicionales o adventicios (A).

Cuando esas estructuras están entre E y L, corresponden a amonoideos paleozoicos (Orden Goniatitida); si los lóbulos adventicios son formados entre L e I, serán lóbulos umbilicales (U), típicos del Orden Prolecanitida del Paleozoico y amonoideos del Mesozoico (Wiedmann y Kullmann, 1980).

La morfología de la concha y otros caracteres ornamentales no son tomados en cuenta por estos dos últimos autores, quienes definen el Orden Goniatitida por la aparición de un primer lóbulo adventicio, previo a la formación de un lóbulo umbilical; el lóbulo lateral queda en el área umbilical. En el Suborden Goniatitina, el lóbulo externo (E) tiene una silla media; a su vez recortada por un pequeño lóbulo, que se traduce en la fórmula (E₁EmE₁) ALUI; esta última parte de la fórmula corresponde a los lóbulos adventicios (A), lateral (L), umbilical (U) e interno (I) o dorsal (Wiedmann y Kullmann, 1980).

5. Estos últimos autores señalan algunos caracteres para diferenciar ciertas superfamilias, como Shumarditaceae, Cyclolobaceae y Popanocerataceae, del Orden Goniatitida; se trata de la tendencia a la división trifurcada de algunos lóbulos. En este tipo de línea de sutura incluyen a la Familia Agathiceratidae, perteneciente a la Superfamilia Goniatitaceae.

Asimismo, para representantes del Orden Goniatitida, los autores antes mencionados proponen diferenciar superfamilias, en los casos siguientes:

- Cyclolobaceae se caracteriza por la trifurcación de todos los lóbulos, excepto E. Edad: Pérmico.
- Adrianitaceae aumenta sus lóbulos por formación de lóbulos umbilicales adicionales. Edad: Pensilvánico Superior-Pérmico.
- Thalassocerataceae no tiene lóbulos adicionales, pero las incisiones y digitaciones de sus lóbulos aumentan; a partir de formas con línea de sutura goniatítica pasa a ceratítica y termina en amonítica. Edad: Pensilvánico-Pérmico pt.

Cada uno de estos casos será analizado más tarde, cuando se describan las unidades sistemáticas respectivas.

6. Glenister y Furnish (1980) sólo describieron superfamilias y señalaron algunos caracteres morfológicos con valor genérico, basados en la ontogenia de la línea de sutura, posición del sifón, longitud y orientación de los cuellos septales, forma del peristoma, sección de vuelta, tipo de enrollamiento y ornamentación. Según estos autores, todas las superfamilias son incluidas en el Suborden Goniatitida.

7. Una aportación al conocimiento de la evolución de los goniatites del Carbonífero la hicieron Ramsbottom y Saunders (1985), quienes mostraron 12 eventos evolutivos, manifestados en la línea de sutura, que permiten subdividir en series, el Misisípico y el Pensilvánico, al confrontarlos con series equivalentes de Europa (fig. 26).

De ese estudio se infiere lo siguiente: sólo hasta la cima del Pensilvánico se inicia un proceso evolutivo de adquisición de denticulaciones en los lóbulos, el cual va a ser de gran significación en los goniatites del Pérmico, donde convivieron tres grupos de ellos, muy bien definidos por el tipo de línea de sutura, en estadios adultos (cf. fig. 9).

Según Ramsbottom y Saunders (1995), el gran desarrollo filogenético de la línea de sutura de los goniatites es simple, con pocos elementos, en formas del Devónico Superior al Pensilvánico. En cambio, en el Pérmico, los géneros de algunas familias alcanzan a tener más de 30 lóbulos laterales en total, en estadios adultos, como en el caso de los adrianítidos; en otros representantes de goniatites, la línea de sutura adquiere muchas comisuras o denticulaciones, desde la base hasta la cima de los lóbulos.

Ciertas formas, con marcadas diferencias en la línea de sutura, han sido incluidos hasta ahora en el sólo Suborden Goniatitina, lo cual nos parece extraño; algunos de sus representantes, con estructura sutural muy variada, están presentes en las mismas capas del Pérmico de Coahuila, como en localidades de otros países, siempre de esa edad.

Aunque la distribución estratigráfica de los goniatites es del Devónico Medio al Pérmico, es en este último sistema donde confluyen representantes con la forma típica de línea de sutura goniatítica: lóbulos simples y lados divergentes; y otros, que adquieren muchos elementos denticulados, a los lados o en la base de la estructura lobular, que le dan un aspecto amonítico o ceratítico, en estadios adultos (figs. 9C y 11).

Por nuestra parte consideramos que las formas con línea de sutura evolucionada, es decir con muchas comisuras o denticulaciones, deben ser separadas de las simples; toda vez que esa estructura sutural representa diferentes estadios filogenéticos y responde, con variada morfología, a una distribución estratigráfica precisa. Por tales razones, la proliferación de elementos de la línea de sutura, en estadios adultos, justifica la subdivisión de los goniatites en la forma siguiente (cf. fig. 9):

- pocos elementos suturales radiales, tipo goniatítico: sillas redondas y lóbulos puntiagudos, en forma de V; lo contrario puede presentarse: lóbulos espatulados en la base; ambos casos definen al Suborden GONIATITINA Hyatt, 1884, del Devónico Superior al Pérmico.
- línea de sutura radial o incurvada, con sillas y lóbulos de lados paralelos o divergentes; ese conjunto de goniatites debe ser separado en dos grupos, con:
 - lóbulos de lados lisos, bi a tetrafurcados en la base y sillas espatuladas, caracterizan al Suborden POPANOCERATINA subord. nov., del Pensilvánico Superior al Pérmico.
 - lóbulos con muchas denticulaciones laterales, que afectan a las sillas, por lo que la línea de sutura adquiere un aspecto amonitoide; identifican al Suborden CYCLOLOBITINA subord. nov., del Pérmico.

Los tres grupos de goniatites antes señalados, presentes en el Pérmico de Coahuila, tienen variedad de formas de concha, predominan las globulosas e involutas; los géneros de esa localidad mexicana quedan distribuidos en la forma siguiente:

- Suborden GONIATITINA Hyatt: *Pseudoparalegoceras*, *Pseudogastrioceras*, *Strigogoniatites*, *Agathiceras*, *Millerites* gen. nov. y *Doryceras*.

- Suborden POPANOCERATINA subord. nov.: *Peritrochia*, *Stacheoceras* y *Furnishites* gen. nov.
- Suborden CYCLOLOBITINA subord. nov.: *Perrinites*, *Coahuiloceras* gen. nov., *Waagenoceras* y *Epithalassoceras*.

Misísipico										Pensilvánico										SUBSIS.	
KINDER.		OSAGIANO		MER.		CHESTERIANO		NAMURIANO		MORROW/ANO		WESTPHALIANO		DESM.		MISSO.		VIRGIL.		U.S.A.	
TOURNAISIANO				TOURNAISIANO				SERP.		BASHKIRIANO		MOSCOVIANO				STEPHANIANO		U.S.S.R.		EVENTO	

Fig. 26. Doce eventos evolutivos manifestados en la línea de sutura de goniatites, la adquisición de elementos suturales permite establecer límites cronoestratigráficos, en el Misísipico y Pensilvánico. Algunos representantes prolecanitinos contribuyen también a caracterizar la propuesta de Ramsbottom y Saunders (1985).

Suborden GONIATITINA Hyatt, 1884

La posición sistemática de los representantes de este suborden ha variado en los últimos años, por lo que se harán algunas observaciones al respecto; en México se conocen ciertos géneros del Pensilvánico y del Pérmico. Para efectos de definición, la descripción del suborden ha sido dada anteriormente.

Superfamilia SCHISTOCERATACEAE Schmidt, 1929. Según Kullmann (1980), se trata de un grupo polimorfo, en algunas familias hay géneros con enrollamiento triangular en las vueltas internas, que luego se transforma en enrollamiento circular; prevalecen formas con sólo este último tipo de enrollamiento. Lóbulo ventral ancho, con una silla alta, porción umbilical de la línea de sutura expandida, a veces con elementos adicionales; trifurcación de lóbulos. El tamaño de la silla ventral y el ancho del lóbulo ventral son elementos suturales que permiten diferenciar entre sí, a familias de la Superfamilia Schistocerataceae (*in* Kullmann, 1980).

Familia PSEUDOPARALEGOCERATIDAE Librovich, 1957. Lóbulo ventral con silla media muy alta, un lóbulo lateral de lados muy divergentes. Edad: Pensilvánico (Morroviario Superior-Desmoinesiano).

Género *Pseudoparalegoceras* Miller, 1934. Concha subglobulosa y semiinvoluta, sección de vuelta arredondeada, tan alta como ancha; línea de sutura con lóbulo ventral ancho, de lados divergentes y dividido por una silla ventral alta; además, un lóbulo lateral puntiagudo en la base y uno umbilical ancho de lados divergentes; dos sillas laterales espatuladas y una umbilical con terminación asimétrica y de base ancha. Edad: Pensilvánico Inferior.

Lámina V, figs. 2 y 3, *Pseudoparalegoceras amotapense* (Thomas), del Pensilvánico de Tamaulipas (*in* Murray *et al.*, 1960).

Figura 28 B, *P. williamsi* Miller y Downs, Pensilvánico Inferior de Arkansas (*in* Treatise, pt. L, 1957), ejemplar de comparación.

Según McCaleb (1963, p 874-875), la especie *P. williamsi* es sinónimo de *P. keslerense* (Mather, 1915); este paleontólogo diferencia especies del género *Pseudoparalegoceras*, según la relación de los diámetros de la concha-ombigo y posición del lóbulo umbilical, localizado en el flanco de la concha o en la pared umbilical.

<i>Treatise, pt. L (1957)</i>	<i>Kullmann (1980)</i>
Superfamilia:	
GONIATITACEAE de Haan, 1825	SCHISTOCERATACEAE Schmidt, 1929
Familia:	
NEOICOCERATIDAE Hyatt, 1900	PSEUDOPARALEGOCERATIDAE Librovich, 1957
Género:	
<i>P S E U D O P A R A L E G O C E R A S</i> M i l l e r , 1 9 3 4	

Fig. 27. Dos propuestas sistemáticas supragenéricas del género *Pseudoparalegoceras* Miller, 1934; según los autores que se indican.

La posición sistemática del género *Pseudoparalegoceras* ha variado, el cuadro sinóptico (fig. 27) muestra las clasificaciones supragenéricas propuestas en los últimos años, donde se incluye dicho género; aquí se adopta la de Kullmann (1980).

A manera de comparación, obsérvese en la figura 15 la línea de sutura goniatítica, casi semejante, de los géneros *Pseudoparalegoceras* (Familia Pseudoparalegoceratidae), *Diaboloceras*, *Paralegoceras* y *Schistoceras* (Familia Schistoceratidae), como los ilustra el *Treatise*, pt. L (1957, fig. 94).

El lóbulo ventral dividido por una silla alargada, angosta y bifurcada en su extremo superior, los primeros lóbulos laterales en forma de V, las sillas simples y espatuladas, y uno o dos lóbulos adventicios umbilico-dorsales, son caracteres morfológicos de los cuatro géneros antes señalados; para algunos paleontólogos, los denominados lóbulos laterales proceden de subdivisiones del lóbulo umbilical (Miller y Furnish, 1958).

Los cuatro géneros arriba mencionados muestran diferencias morfológicas (fig. 15), que se presentan en:

- a)** el número de lóbulos laterales externos:
 - tres en *Schistoceras*,
 - dos en *Paralegoceras*, *Diaboloceras* y *Pseudoparalegoceras*.
- b)** la forma de la silla umbilical:
 - doble y dividida por un pequeño lóbulo medio-umbilical (*Schistoceras*),
 - roma y ancha (*Paralegoceras*),
 - dividida desigualmente (*Diaboloceras*),
 - ancha y oblicua (*Pseudoparalegoceras*).
- c)** otras diferencias se aprecian en la silla ventral:
 - angosta en *Schistoceras*,
 - un poco ancha en los tres últimos géneros.
- d)** el lóbulo umbilico-dorsal:
 - doble en *Schistoceras*,
 - simple en los otros tres géneros.

Los cuatro géneros no muestran diferencias notables en la forma de la concha, como los ilustró el *Treatise*; son semiglobulosos y casi involutos. Sin embargo, *Paralegoceras* y *Diaboloceras*, como otros géneros de la Subfamilia Schistoceratinae, poseen un enrollamiento inicial triangular, que les da un aspecto de irregularidad; algunos paleontólogos no se pronunciaron sobre esa heteromorfia incipiente (Miller y Furnish, 1959, p 255).

Con relación al género *Pseudoparalegoceras*, todo apunta a considerar que hay más variedad de formas de concha, que lo antes indicado; McCaleb (1963) ilustró varias especies de ese género, de la Serie Morrowiana de Arkansas, que poseen una concha semievoluta.

Superfamilia NEOICOCERATAEAE Hyatt, 1900. Según Glenister y Furnish (1980), los neococerataceos del Pensilvánico-Pérmico pt. poseen una línea de sutura simple, con ocho lóbulos: ventral subdividido (V1V1), lateral y umbilical (L y U), e interno y dorsal (I y D); por lo que proponen subdivisiones a nivel de familias y subfamilias, según los caracteres morfológicos siguientes:

- trifurcación de lóbulos umbilicales hasta producir 12 a 16 lóbulos: Familia Metalegoceratidae,

- simplificación de la línea de sutura a ocho lóbulos en total: familias Paragastrioceratidae y Neoicoceratidae.

Según Glenister y Furnish (*op. cit.*) las familias de la Superfamilia Neoicocerataceae pueden dividirse a su vez en subfamilias, al tomar en cuenta algunos caracteres morfológicos, a saber:

- forma de la concha:
 - discoidal, Subfamilia Eothinoceratinae Ruzhentsev, 1956,
 - lenticular, Subfamilia Clinolobinae Miller y Furnish, 1957.
- presencia de estructuras salientes ventrales, en las líneas de crecimiento, Subfamilia Paragastrioceratinae Ruzhentsev, 1951.
- presencia de un surco ventral, Subfamilia Pseudogastrioceratinae Furnish, 1966.

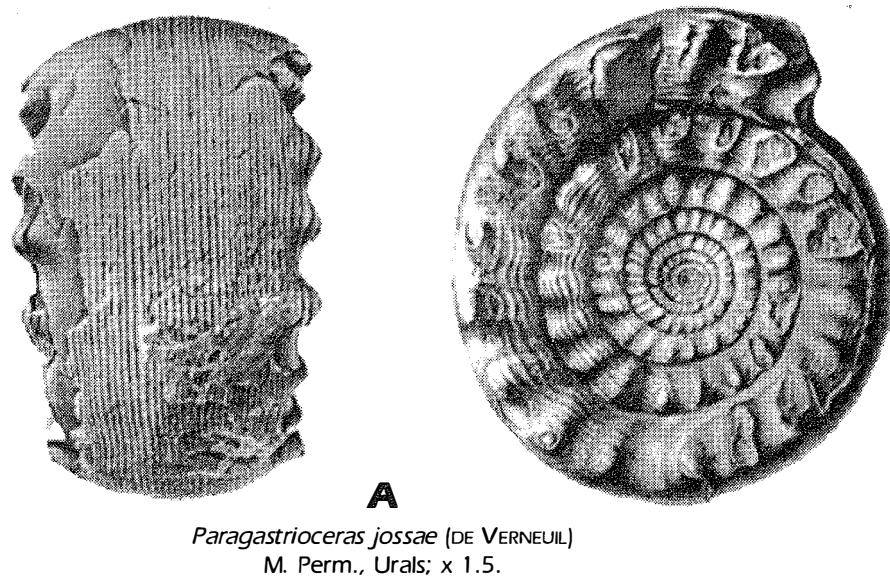
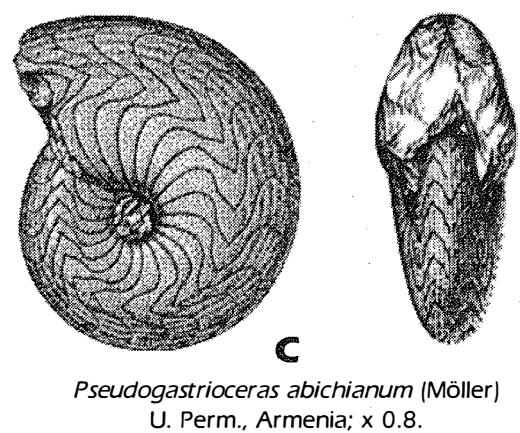
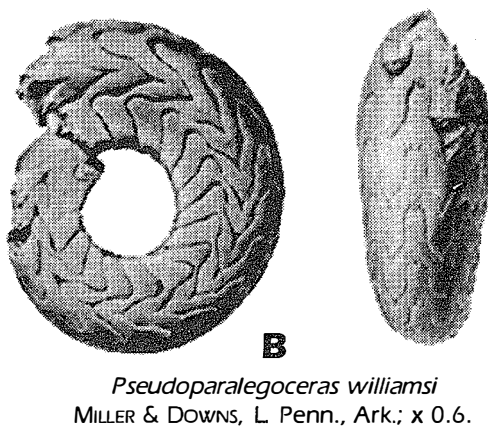


Fig. 28. Géneros evolutos e involutos de la Familia Paragastrioceratidae, según el *Treatise*, pt. L, y Glenister y Furnish (1980). Las formas tan diferentes de las conchas de *Paragastrioceras* (A), *Pseudoparalegoceras* (B) y *Pseudogastrioceras* (C), hace sospechosa su integración sistemática en aquella unidad. Se incluyó la leyenda original del *Treatise*, para darle veracidad a nuestro cuestionamiento.

Obsérvese que esas diferencias morfológicas señaladas no son muy significativas; otros caracteres serían:

- comisuras o incisiones peristomales (= sinus),
Subfamilia Pseudogastrioceratinae Furnish, 1966.

La clasificación propuesta por Glenister y Furnish (1980) quedaría en la forma siguiente:

Superfamilia: Neoicocerataceae Hyatt, 1900
Familia: Metalegoceratidae Plummer y Scott, 1937 (con cuatro subfamilias),
Neoicoceratidae Hyatt, 1900, y Paragastrioceratidae Ruzhentsev, 1951 (con tres subfamilias).

Familia PARAGASTRIO CERATIDAE Ruzhentsev, 1951. Concha con estrías o costillas longitudinales, los géneros del Pérmico Inferior tienen concha con ombligo ancho, estrías finas, nódulos umbilicales y un reborde ventral en el peristoma; los del Pérmico Superior son casi involutos y con estrías fuertes; las líneas de crecimiento longitudinales forman surcos ventrolaterales; según descripción de Nassichuk *et al.* (1965).

La Familia Paragastrioceratidae es subdividida en tres subfamilias, Paragastrioceratinae, Pseudogastrioceratinae y Atsabitinae, por Glenister y Furnish (1980); sin embargo, los géneros tienen formas muy diferentes de concha: muy evoluta (*Paragastrioceras*), e involuta (*Pseudoparalegoceras* y *Pseudogastrioceras*), como para integrarse en una misma unidad sistemática (fig. 28) (*in Treatise*, pt. L, 1957, p L62). No sucede así con la línea de sutura, relativamente uniforme, las diferencias leves, junto con la forma variable de la concha, han permitido a los especialistas proponer varios géneros.

En efecto, el enrollamiento de la concha y la sección de vuelta muestran grandes diferencias entre los generotipos de *Paragastrioceras* y *Pseudogastrioceras* (fig. 28), de las dos primeras subfamilias, Paragastrioceratinae y Pseudogastrioceratinae, y el género vecino, *Strigogoniatites* (fig. 29).

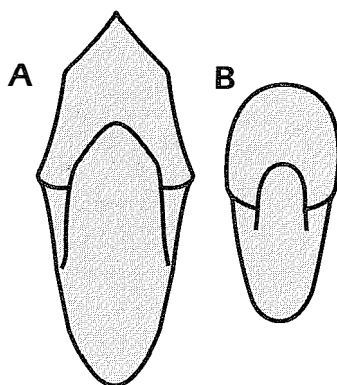


Fig. 29. Secciones de vuelta de dos géneros de la Subfamilia Pseudogastrioceratinae: con **vientre anguloso**, *Strigogoniatites* (A), y **arredondeado**, *Pseudogastrioceras* (B); ambos del Pérmico (x 0.5) (*in Treatise*, pt.L).

Asimismo, los géneros varían mucho morfológicamente y para separarlos, los paleontólogos se basan en caracteres como los siguientes:

- relativamente discoidales: *Uraloceras* Ruzhentsev, 1936,
- lenticulares: *Synuraloceras* Ruzhentsev, 1952,
- globulosos: *Tumaroceras* Ruzhentsev, 1961,
- evolutos: *Paragastrioceras*, *Atsabites* Haniel, 1915, *Epiglyphioceras* Spath, 1930, y *Chekiangoceras* Ruzhentsev, 1974,
- semievolutos: *Altudoceras* Ruzhentsev, 1940, y *Daubichites* Popow, 1963,
- involutos: *Pseudogastrioceras* Spath, 1930,
- las constricciones y rebordes ventrales laminares forman elevaciones en esa región de la concha, en *Paragastrioceras*; mientras que en *Pseudogastrioceras* esas estructuras son biconvexas y forman comisuras redondas.

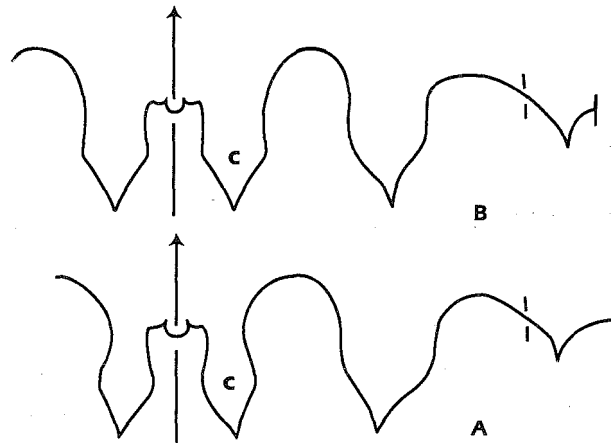


Fig. 30. Confrontación de caracteres suturales de los géneros *Paragastrioceras* (A) y *Pseudogastrioceras* (B), según la supuesta proporción de las comisuras (c) laterobasales del lóbulo ventral, como lo señalan Nassichuk et al. (1965).

Para diferenciar *Paragastrioceras* de *Pseudogastrioceras*, Nassichuk et al. (1965) hacen resaltar caracteres de la línea de sutura y de la ornamentación umbilical, que no son muy evidentes. En efecto, las comisuras laterobasales del lóbulo ventral varían (fig. 30):

- más pequeñas que los lóbulos laterales, en *Paragastrioceras* (fig. 30A), o
- casi del mismo tamaño que los lóbulos laterales, en *Pseudogastrioceras* (fig. 30B).

Asimismo, los nódulos umbilicales son más prominentes en *Paragastrioceras*, que en *Pseudogastrioceras*; en éste, están atenuados en estadios adultos (Nassichuk, et al., 1965). Nótese que los ejemplares tipo de esos géneros, no presentan estos elementos morfológicos umbilicales (in *Treatise*, pt. I) (ver también fig. 28 B y C)

Subfamilia PSEUDOGASTRIOCERATINAE Furnish, 1966. Concha subdiscoidal e involuta, línea de sutura lateral redonda y lóbulo lateral en forma de V; las líneas de crecimiento longitudinales se atenúan en las formas adultas. Edad: Pérmico Superior.

Género *Pseudogastrioceras* Spath, 1930. Concha con vientre redondo, involuta a muy ligeramente semiinvoluta, estrías longitudinales, región umbilical nodulosa en los primeros estadios; esas estructuras a veces persisten hasta la forma adulta, pared umbilical vertical y constricciones sinuosas. Línea de sutura simple, lóbulo ventral bifurcado, de lados divergentes, silla ventral de base ancha y cima ligeramente angosta, con una comisura apical; lóbulo umbilical bajo y de lados abiertos; silla lateroumbilical asimétrica, de base ancha, más baja que la primera silla. Edad: Pérmico.

Lámina V, figs. 1, 4, 6 y 9, *Pseudogastrioceras roadense* (Böse).

Lámina V, figs. 5, 7 y 8, *P. haacki* Miller; ambas de la zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila.

Fig. 28C, *P. abichianum* (Möller), Pérmico Superior de Armenia; ejemplar de comparación.

Hay una controversia sobre la posición genérica de la especie *roadense*: Nassichuk *et al.* (1965) la incluyen en el género *Pseudogastrioceras* Spath (1930); en cambio, para Zhao y Zheng (1977) forma parte del género *Altudoceras* Ruzhentsev (1940, 1951 y 1974). Este último género no ha sido aceptado por algunos paleontólogos (Furnish, 1966), en cambio otros sí lo consideran válido (Nassichuk, 1977).

La forma de las dos comisuras laterobasales, del lóbulo ventral, ha propiciado comentarios para determinar el género al cual pertenece la especie *roadense*, así como otras más:

- lados paralelos: *Altudoceras* Ruzhentsev, 1940,
- lados divergentes y anchos hacia la cima: *Pseudogastrioceras* Spath (1930); (cf. Furnish, 1966, y Ruzhentsev, 1974).

Las comisuras latero-basales del lóbulo ventral, de las especies *roadense* Böse y *haacki* Miller, de Coahuila, tienen lados divergentes (fig. 31), por lo que consideramos que deben continuar perteneciendo al género *Pseudogastrioceras* Spath (cf. fig. 30B; Miller *in* King *et al.*, 1944).

Algunas especies de *Altudoceras* de China tienen concha semievoluta, con protuberancias tuberculiformes en el reborde umbilical y los lóbulos no son tan angulosos como en *Pseudogastrioceras* (fig. 31) (*in* Zhao y Zheng, 1977). En cambio, ciertas especies de *Daubichites* poseen una línea de sutura goniática muy semejante a *Pseudogastrioceras*, que ha provocado el cuestionamiento sobre la validez de aquella categoría genérica (Nassichuk *et al.*, 1965).

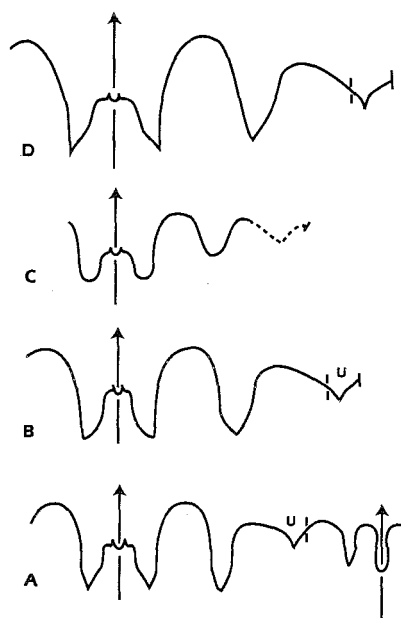


Fig. 31. Líneas de sutura de *Pseudogastrioceras roadense* (Böse) (A) y *P. haacki* Miller (B), y comparación con *Altudoceras lijiaense* Zhao y Zheng (C); la forma de las comisuras laterobasales del lóbulo ventral separa a los dos géneros: divergentes (A y B) o paralelos (C). La línea de sutura de *Strigogoniatis kingi* Miller (D) difiere poco de A y B, por la forma de la silla y del lóbulo laterales. Pérmico Superior de Coahuila (A, B y D) y China (C); (Miller, *in* King *et al.*, 1944; y Zhao y Zheng, 1977). Obsérvese el lóbulo umbilical (U) de las dos especies de *Pseudogastrioceras*: externo en A, e interno en B.

Estos últimos autores consideran que hay diferencias sustanciales en el tamaño y relación de las comisuras laterobasales del lóbulo ventral y lóbulos laterales de *Paragastrioceras* y *Pseudogastrioceras*, como para separarlos en dos entidades genéricas; sin embargo, al confrontarlas resultan casi semejantes (fig. 30).

Género *Strigogoniatites* Spath, 1934. Concha semiinvoluta, vientre anguloso en estadios adultos, sin llegar a formar quilla, a veces redondo; sección de vuelta subglobulosa, estrías o costillas longitudinales, en la parte externa de los flancos. Ombligo angosto, con pared umbilical vertical y abrupta. Línea de sutura con lóbulo ventral bifurcado por una silla ventral baja, la cual a su vez está bifurcada en la cima; primera silla lateral espatulada, lóbulo lateral profundo y puntiagudo, de lados divergentes, segunda silla lateral irregularmente arredondeada, un lóbulo umbilical bajo y ancho. Edad: Pérmico Superior.

Lámina VI, figs. 1 a 3, *Strigogoniatites kingi* Miller, zona con *schucherti*, del Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller in King et al., 1944).

Lámina VI, figs. 4 a 6, *S. angulatus* (Haniel), del Pérmico de Timor, se incluye como ejemplar de comparación debido a su vientre anguloso.

Miller (*op. cit.*) diferenció *Strigogoniatites* de *Pseudogastrioceras* según la forma del vientre, en estadios adultos: anguloso en el primero y redondo en el segundo (fig. 29 A y B). En esta ilustración se comparan las secciones de vuelta de ambos géneros, porque son muy diferentes; también varían la forma y proporción de la silla y lóbulos laterales de esos dos géneros (fig. 31 A y D).

Superfamilia AGATHICERATACEAE Arthaber, 1911. Concha globulosa, involuta, ornamentada, línea de sutura goniática, con un lóbulo ventral bifurcado y tres lóbulos laterales. Edad: Pensilvánico-Pérmico.

Dos tipos de conceptos sistemáticos prevalecen en la subdivisión de los goniatites, el del *Treatise*, pt. L, donde se describe esa categoría supragenérica, que engloba al género *Agathiceras* Gemmellaro, a partir de la ontogenia de la línea de sutura y la forma de la concha; y el de Glenister y Furnish (1980), quienes toman en consideración solamente el primer elemento; como en otros casos, raramente se refieren a la morfología de la concha. En líneas anteriores se anotó que Wiedmann y Kullmann (1980) consideran la división trifurcada de algunos lóbulos, como característico de esta superfamilia.

En particular, el *Treatise*, pt. L considera que la línea de sutura de los representantes de la Superfamilia Agathicerataceae es goniática, pero evolucionada: el lóbulo lateral (L) se trifurca durante su ontogenia y da origen a lóbulos laterales independientes, de forma idéntica a L original, en estadios adultos (fig. 32). En ese estudio, la Superfamilia Agathicerataceae incluye a tres familias, Agathiceratidae, Shumarditidae y Perrinitidae.

Glenister y Furnish (1980) y Kullmann (1980) no consideran la categoría sistemática de Superfamilia Agathicerataceae, en su lugar estaría la Superfamilia Goniaticaceae, donde se integra la Familia Agathiceratidae del Pérmico. Para estos autores, esta última unidad se relaciona filogenéticamente con los goniaticaceos carboníferos, por la trifurcación particular del lóbulo lateral externo, que produce hasta 12 lóbulos en estadios adultos, concepto avanzado anteriormente en el *Treatise*, pt. L (fig. 32).

Según aquellos autores, la adquisición ontogenética de nuevos lóbulos laterales, a partir del lóbulo lateral primario, como en el género *Agathiceras*, no representa un corte natural en la sistemática; persisten en incluirlo en la Superfamilia Goniaticaceae, suprimir la Superfamilia Agathicerataceae y ponerla en sinonimia con aquella, no obstante las evidencias: formas con línea de sutura muy diferente, en estadios adultos, y edades por supuesto distintas.

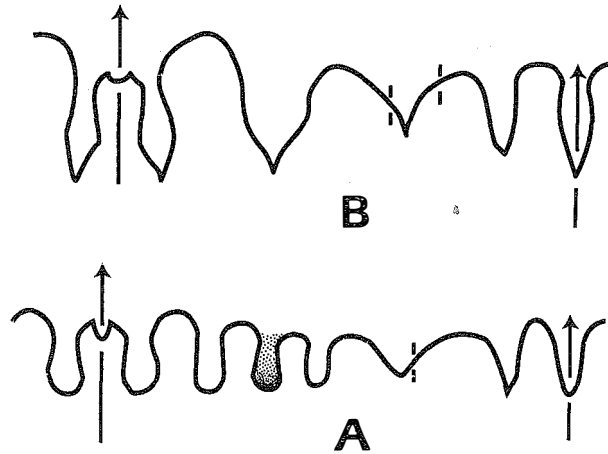


Fig. 32. La línea de sutura de géneros de la Superfamilia Agathicerataceae (A, *Agathiceras*), caracterizada por varios lóbulos laterales espatulados, sirve para separarlos de los típicos goniatites, los cuales sólo tienen un lóbulo lateral anguloso (B, *Gastrioceras*) (*in Treatise*, pt. L).

Kullmann (1980) considera que la Superfamilia Goniatitaceae está constituida por tres familias, de las cuales Agathiceratidae se diferencia de Goniatitidae por la línea de sutura: relativamente simple en ésta última y muy evolucionada en aquella, lo cual resulta contradictorio.

En cambio, para nosotros es precisamente el número mayor de lóbulos laterales, adquiridos en estadios adultos, lo que diferencia los agathicerataceos de los goniatitaceos; toda vez que éstos últimos sólo tienen un lóbulo lateral anguloso, en estadios semejantes (fig. 32), por lo cual deben pertenecer a unidades supragenéricas diferentes, al apoyarse en etapas evolutivas que sirven para establecer las bases de la sistemática.

Con objeto de que el estudiante se de cuenta del estado actual de la posición sistemática, de las unidades supragenéricas que incluyen al género *Agathiceras*, descrito a continuación, aquí se reúnen dos propuestas de clasificaciones sistemáticas sobre ese género (fig. 33).

Familia AGATHICERATIDAE Arthaber, 1911. Concha globulosa, involuta, ombligo pequeño y finas estrías longitudinales; línea de sutura goniatítica, con varios lóbulos laterales. Edad: Pensilvánico-Pérmico.

	<i>Treatise</i> , pt. L (1957) y Cantú (presente estudio)	Glenister y Furnish (1980) y Kullmann (1980)
Suborden:	G O N I A T I T I N A	Hyatt, 1884
Superfamilia:	AGATHICERATACEAE Arthaber, 1911	GONIATITACEAE de Haan, 1825
Familia:	A G A T H I C E R A T I D A E	Arthaber, 1911

Fig. 33. Diferentes clasificaciones suprafamiliares de la Familia Agathiceratidae, según los autores que se indican.

Género *Agathiceras* Gemmellaro, 1887. Concha estriada longitudinalmente. La línea de sutura goniática tiene un lóbulo ventral fuertemente bifurcado por una gran silla ventral, a su vez bifurcada en la cima y estrangulada en la base; tiene tres lóbulos laterales espatulados, a veces con la base angulosa, y sillas simples y arredondeadas. Edad: Guadalupeano Inferior (Wordiano), Pérmico Superior.

Lámina VII, figs. 4, 5, 8 y 9, *Agathiceras girtyi* Böse, de la zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (*in* Miller, *op. cit.*).

Lámina VII, figs. 11 y 12, *A. suessi* Gemmellaro, del Pérmico de Sicilia (*in* Treatise, pt. L, fig. 57), ejemplar de comparación.

Nassichuk (1977) diferencia la especie *A. girtyi* de la especie tipo, *A. suessi*, porque ésta tiene una concha proporcionalmente más angosta (la relación vuelta-diámetro es de 50%) y lóbulos externos más inflados y puntiagudos. Sin embargo, al confrontar las líneas de sutura de esas dos especies, como lo hace Nassichuk (*op. cit.*), las diferencias no son tan evidentes, por no corresponder a diámetros iguales, *A. girtyi* tiene el doble de tamaño que *A. suessi*, por lo que, si hay diferencias morfológicas deben buscarse en otros caracteres (fig. 34).

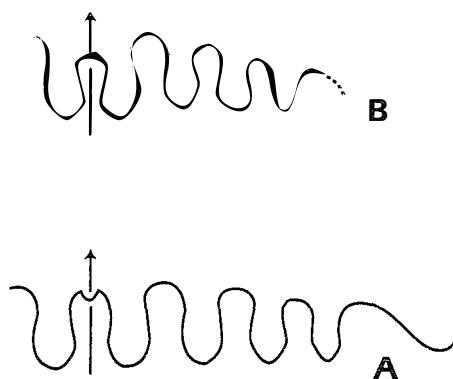


Fig. 34. Líneas de sutura muy semejantes de dos especies, *Agathiceras girtyi* Böse (A) y *A. suessi* Gemmellaro (B); *in* Nassichuk (1977); sólo el tamaño de la silla ventral los diferencia, menor en la segunda.

Superfamilia ADRIANITACEAE Schindewolf, 1931. Concha globulosa, involuta a semiinvoluta, con constricciones y estrías longitudinales; línea de sutura goniática con numerosos lóbulos laterales e internos, de 10 a 30; lóbulo ventral bifurcado. Edad: Pensilvánico Superior-Pérmico *pt.*

Como se señaló anteriormente, Wiedmann y Kullman (1980) toman en consideración un carácter ontogenético para caracterizar esta superfamilia: aumento del número de lóbulos a partir de lóbulos umbilicales adicionales.

Familia ADRIANITIDAE Schindewolf, 1931. Mismos caracteres que la superfamilia. Edad: Pensilvánico Superior-Pérmico Superior *pt.*

En la clasificación que proponen Glenister y Furnish (1980) para los goniatites, se observa que la Superfamilia Adrianitaceae posee la sola Familia Adrianitidae; la cual, según la forma de la concha, es dividida en tres subfamilias de edades diferentes:

- evoluta, discoidal y lisa: Dunbaritinae (Pensilvánico) y Hofmanniinae (Pérmico Superior, Wordiano), ésta última tiene además fuertes costillas y línea de sutura compleja, e
- involuta, subdiscoidal a subglobulosa, con estrías longitudinales: Adrianitinae (Pérmico Superior *pt.*).

Subfamilia ADRIANITINAE Schindewolf, 1931. Los mismos caracteres morfológicos antes señalados. Edad: Pérmico Superior.

Género *Millerites* gen. nov. Concha involuta, subdiscoidal a subglobulosa, sección de vuelta deprimida, con constricciones y estrías longitudinales; línea de sutura radial, lóbulo ventral bifurcado, 20 a 30 lóbulos en total, simples y puntiagudos, sillitas también simples y redondas. Edad: Pérmico.

Lámina VIII, figs. 1, 4, 6 y 7, *Millerites newelli* (Miller y Furnish), de la zona con *Perrinites* (Pérmico Inferior).

Lámina VIII, figs. 2, 3 y 11, *M. dunbari* (Miller y Furnish), de la zona con *schucherti*, del Pérmico Superior.

Lámina VIII, figs. 5 y 8, *M. plummeri* (Miller in King et al., 1944), de la zona con *Waagenoceras*, del Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (in Miller op. cit.).

Las figuras 9 y 10 de la lámina VIII corresponden a *Adrianites elegans* Gemmellaro, del Pérmico de Sicilia, especie tipo del género *Adrianites* Gemmellaro, 1887, como es ilustrado en el *Treatise*, pt. L (1957, L67, fig. 101).

Algunas especies incluidas en el género *Adrianites* Gemmellaro, 1887, muestran en la línea de sutura, dos tipos de tendencia (fig. 35):

- incurvada, en *elegans* (A), con seis lóbulos laterales, y
- radial, en *defordi* (B), *newelli* (C), *plummeri* (D) y *dunbari* (E), con cuatro a cinco lóbulos laterales.

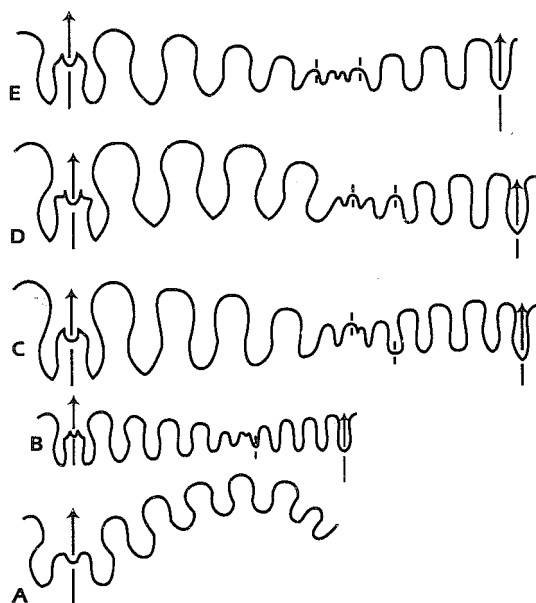


Fig. 35. Tendencias de las líneas de sutura de cinco especies de los géneros *Adrianites* (A) y *Millerites* gen. nov. (B, C, D y E), del Pérmico:

- **incurvada** en *A. elegans* (A),
- **radial** en *M. defordi* (B), *M. newelli* (C), *M. plummeri* (D) y *M. dunbari* (E).

La variación tan notable que manifiesta la dirección de la línea de sutura, incurvada o radial, en especies incluidas en el género *Adrianites*, nos hace reconsiderar la posición sistemática de sus

representantes; para el segundo grupo, de línea de sutura radial, presentes en México y Estados Unidos de América, proponemos denominarlo **Millerites gen. nov.**, en honor de A. K. Miller, quien realizó el estudio de los amonoideos del Pérmico de México.

Millerites gen. nov. incluye a las cuatro especies antes mencionadas, la especie tipo es *A. newelli* (Miller y Furnish, 1940, p 117, lám. 25, figs. 1-3). Por lo tanto, el género *Adrianites* Gemmellaro debe quedar restringido sólo a formas con línea de sutura incurvada, como la especie *A. elegans* de Sicilia.

La distribución estratigráfica de las especies de *Millerites* gen. nov. en México, es como sigue:

Pérmico Superior:

- *M. dunbari*, zona con *schucherti*,
- *M. plummeri*, zona con *Waagenoceras*.

Pérmico Inferior:

- *M. newelli*, zona con *Perrinites*.

Género *Doryceras* Gemmellaro, 1887. (= *Pseudogathiceras* Schindewolf, 1931). Concha semiinvoluta, subglobulosa, subdiscoidal, con estrias longitudinales; ciertas formas poseen dos hileras de prominentes espinas ventrolaterales, en la mitad adapical de la cámara de habitación, y débiles costillas radiales sobre los flancos; en los moldes internos aparecen constricciones sinuosas. Línea de sutura con 16 a 18 lóbulos en total. El lóbulo ventral es bifurcado, los lóbulos laterales y el dorsal son lanceolados, las sillas son redondas. Edad: Pérmico Superior.

Miller (*in* King *et al.*, 1944) describió varias especies de Coahuila bajo el nombre genérico de *Pseudogathiceras*; en el *Treatise*, pt. L, donde ese autor dirigió la parte de los amonoideos paleozoicos, ese género fue considerado como sinónimo de *Doryceras*; aquí se adopta esta nomenclatura. Asimismo, en el *Treatise* se observa en la leyenda de la figura 2 (p L14), que se nombra a este último género como *Doryceras*, mientras que en la correspondiente ilustración de la página siguiente (L15, fig. 6), se denomina al mismo fósil con el nombre de *Pseudogathiceras*, el cual representa a la forma de Coahuila (cf. lámina IX, fig. 9, del presente estudio).

Lámina IX, figs. 1, 4, 5 y 7, *Doryceras difuntense* (Miller).

Lámina IX, figs. 8 y 9, *D. spinosum* (Miller). Ambas especies son de la zona con *Waagenoceras*, del Pérmico Superior de Coahuila (*in* Miller, *op. cit.*); este último autor (*op. cit.*, p 103) señala que la línea de sutura de *D. spinosum* posee un par de lóbulos más que la de *D. difuntense* (fig. 36).

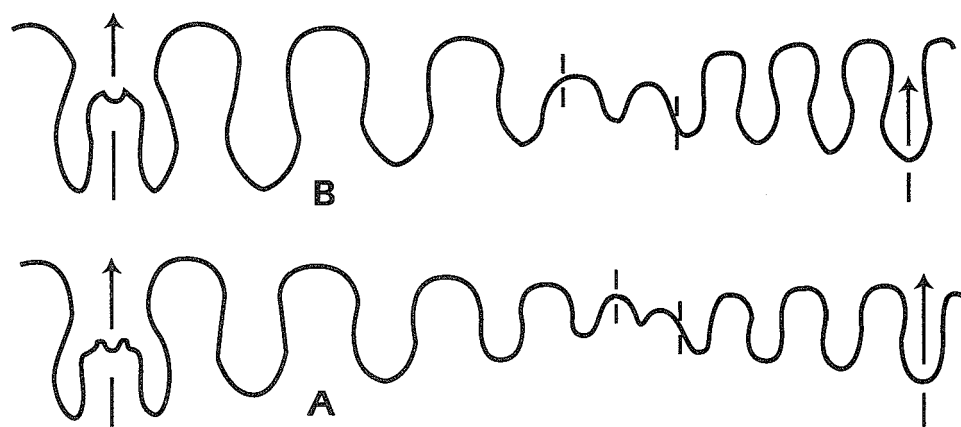


Fig. 36. Líneas de sutura de *Doryceras spinosum* (Miller), (A, x 12) y *D. difuntense* (Miller), (B, x 6), del Pérmico de Las Delicias, Coahuila; *spinosum* tiene un lóbulo lateral más que *difuntense*, previo a la región umbilical; obsérvese la relación de escala de esas estructuras, no son iguales (Miller, *in* King *et al.*, 1944).

Suborden POPANOCERATINA subord. nov.

Las marcadas diferencias morfológicas en la línea de sutura, de algunos representantes de goniatites del Pérmico de Coahuila y de otras partes del mundo, manifestadas en las subdivisiones o comisuras basales de los lóbulos laterales, nos indujo a confrontarlos con los típicos goniatites, cuya estructura sutural es simple, por lo que puede establecerse una subdivisión entre ambos grupos; el primero de ellos, con sutura preceratítica, merece un estatuto sistemático aparte.

En efecto, ese grupo de amonoideos con lóbulos laterales subdivididos en la base representa formas evolucionadas, en correspondencia con una distribución estratigráfica específica, que seguramente derivó de los típicos goniatites devónico-carboníferos.

Esas formas, con línea de sutura evolucionada, preceratítica, deben ser separadas de las que tienen sólo elementos simples, o goniatíticos; por lo que aquellos representan una subdivisión natural que aquí proponemos denominarlos como Suborden **Popanoceratina subord. nov.**, y cuya definición es como sigue: formas con línea de sutura radial o incurvada, con pocos o abundantes lóbulos y sillas, aquellos son lisos lateralmente y bi a tetrafurcados en la base, las sillas son espatuladas. Edad: Pensilvánico Superior-Pérmico. Este nuevo suborden incluye en México a los géneros *Stacheoceras*, *Peritrochia* y *Furnishites* gen. nov.

Muchos han sido los avatares de la sistemática de los goniatites del Pensilvánico Superior y Pérmico, a nivel de superfamilia, según las diferentes estructuras suturales. A continuación se resumirán algunas de las propuestas sistemáticas más significativas, a fin de incluir a los representantes genéricos mexicanos, en la categoría de superfamilia.

Miller (*in King et al.*, 1944, p 104) propuso la Superfamilia Popanocerataceae, para incluir formas con numerosos lóbulos laterales y variada digitación, como son los géneros que refirió a las familias Popanoceratidae, Cyclolobidae y Perrinitidae, confinados principalmente al Pérmico. Extrañamente esa unidad no es incluida en el *Treatise*, pt. L, que dirigió el autor mencionado; en cambio, algunos géneros de las familias indicadas anteriormente por él (Miller, *op. cit.*), en ese tratado, son agregadas ahí en la Superfamilia Cyclolobaceae Zittel, 1985; tanto aquellos con línea de sutura ceratítica (*Popanoceras*), como otros, con esa estructura amonítica (*Cyclolobus*).

Por nuestra parte, consideramos que la Superfamilia Cyclolobaceae Zittel, 1895, como la concibe el *Treatise*, pt. L, no debe incluir formas con línea de sutura ceratítica, es decir lóbulos laterales bi a tetrafurcados en la base; más bien esa superfamilia debe adaptarse al género que la originó, *Cyclolobus*, que posee una estructura sutural con muchas denticulaciones en los lóbulos y sillas, que le dan un aspecto amonítico. Por lo mismo, esta última unidad debe separarse de la Superfamilia Popanocerataceae, la cual sólo debe incluir formas con estructura lobular ceratítica, al tomar como elemento distintivo al género *Popanoceras*.

Glenister y Furnish (1980) adjudicaron la paternidad de la Superfamilia Popanocerataceae a Hyatt (1900), según nombre derivado de una categoría sistemática inferior, la cual redefinen en la forma siguiente: "... narrowly discoidal involute conchs... Lobes total from 22 to 38 and display strong denticulation at the base, especially in advanced forms...".

A ese respecto, es pertinente recordar que Miller (*op. cit.*) propuso formalmente la Superfamilia Popanocerataceae como tal, al concebirla como una unidad de rango superior. Para nosotros tiene prioridad y validez la propuesta original de Miller (*op. cit.*), no obstante que la concepción de la definición fue amplia, y no la propuesta posterior de Glenister y Furnish (*op. cit.*).

Superfamilia POPANOCERATACEAE Miller, 1944, *emend.* Concha involuta, línea de sutura con lóbulos bi a tetrafurcados en la base, sillas redondas. Edad: Pensilvánico Superior-Pérmico.

La posición sistemática de los dos géneros mexicanos que a continuación se describen, *Peritrochia* y *Stacheoceras*, resulta incierta al confrontarlos con diferentes propuestas sistemáticas. En efecto, los géneros con denticulaciones basales o laterales en los lóbulos han sido incluidos indistintamente en unidades supragenéricas diferentes:

a) en el *Treatise*, pt. L, la Familia Popanoceratidae Hyatt, 1900, formas con línea de sutura ceratítica y amonítica, es subdividida en tres subfamilias, según la división basal de los lóbulos:

- tetrafurcados, Popanoceratinae Hyatt, 1884; Pérmico,
- trifurcados, Marathonitinae Ruzhentsev, 1938; Pensilvánico Medio-Pérmico. Aquí incluyeron a los géneros *Peritrochia* y *Stacheoceras*, el género *Marathonites* fue puesto en sinonimia con *Peritrochia*,
- con estructura sutural amonítica, Hyattoceratinae Miller y Furnish, 1957.

b) Nassichuk (1977) inserta en la Familia Vidrioceratidae, a géneros con diferente número de lóbulos ceratíticos:

- *Martoceras*, con cuatro, y
- *Stacheoceras*, con más de siete lóbulos.

c) Glenister y Furnish (1980 y 1987) propusieron la Superfamilia Marathonitaceae Ruzhentsev, 1938, denominación derivada de la Subfamilia Marathonitinae Ruzhentsev, 1938, y cuya aclaración es proporcionada sólo en el segundo estudio de aquellos autores. Hacemos alusión a esta superfamilia porque incluye géneros que aquí ubicamos en la Superfamilia Popanocerataceae; ésta última tiene prioridad sobre la propuesta de Glenister y Furnish (*op. cit.*), o Superfamilia Marathonitaceae, que resulta ser un sinónimo de aquella.

Esos autores sólo distinguen dos familias de su Superfamilia Marathonitaceae, para géneros que tienen cuatro lóbulos laterales:

- denticulados en la base (Marathonitidae), y
- con comisuras en toda la estructura sutural (Hyattoceratidae).

No obstante, es de aclarar que al estudiar su Superfamilia Marathonitaceae, Glenister y Furnish (1987) propusieron líneas filogenéticas de dos familias del Pérmico, que se inician con el género *Almites*, de lóbulos con incisiones en la base, seguido del género *Suakites*, de la Familia Marathonitidae. Según estos autores, éste último género evolucionaría a *Eohyattoceras*, con lóbulos fuertemente divididos en la base y con tendencia a recortar sus flancos, pero perteneciente ya a la Familia Hyattoceratidae; esta última familia concluye su línea filogenética con el género *Hyattoceras*, que tiene línea de sutura amonítica; es decir, proliferación de incisiones laterales en lóbulos y sillas (fig. 37).

Al analizar la propuesta filogenética sobre goniatites maratónitaceos, de Glenister y Furnish (1987) (fig. 37), salta a la vista que es en el género *Hyattoceras*, del Wordiano (base del Pérmico Superior), donde aparece la adquisición de la línea de sutura amonítica de esos fósiles; lo cual representa una etapa evolutiva de gran significación, para caracterizar el grupo en cuestión, en una unidad sistemática particular. De esta manera, consideramos que la Familia Hyattoceratidae no puede

incluir géneros con líneas de sutura tan diferentes, ceratítica y amonítica, como lo proponen estos paleontólogos; sólo los tres primeros géneros, con lóbulos laterales denticulados en la base, pertenecen a la Familia Marathoniidae.

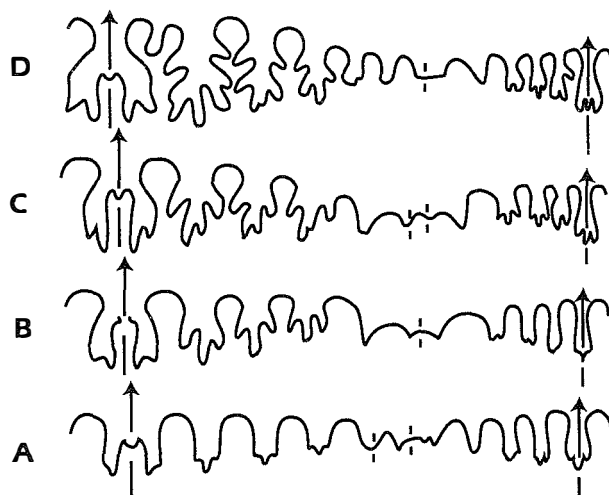


Fig. 37. Géneros de la Superfamilia Marathoniaceae; Glenister y Furnish (1987) proponen líneas filogenéticas de dos familias del Pérmico:

- *Almites* (A) y *Suakites* (B), con lóbulos divididos en la base (Familia Marathoniidae)
- *Eohyattoceras* (C), lóbulos con tendencia a recortar sus flancos, y
- *Hyattoceras* (D), forma amonítica, con incisiones laterales en los lóbulos y sillas (Familia Hyattoceratidae).

El último género, *Hyattoceras*, del Wordiano (base del Pérmico Superior), adquiere la línea de sutura amonítica, comisuras en toda la estructura sutural, por lo que debe pertenecer a otra unidad supragenérica (Familia Hyattoceratidae), del Suborden Cyclolobitina subord. nov. En cambio, *Almites*, *Suakites* y *Eohyattoceras* deben ser asimilados al Suborden Popanoceratina subord. nov., por tener estructura sutural ceratitoide.

En cuanto a la sistemática de la Superfamilia Popanocerataceae que nos concierne y que incluye géneros con denticulaciones sólo en la base de los lóbulos, tipo ceratítico, aquí proponemos la subdivisión siguiente:

- pocos lóbulos, predominan cuatro laterales, Familia Vidrioceratidae Plummer y Scott, 1937; varios géneros: *Peritrochia*, *Vidrioceras*, *Almites* y *Suakites*.
- muchos lóbulos, Familia Popanoceratidae Hyatt, 1900:
 - bi y trifurcados, concha globulosa, *Stacheoceras*,
 - tetrafurcados, concha discoidal, *Popanoceras*.

Familia VIDRIOCERATIDAE Plummer y Scott, 1937. Pocos lóbulos laterales ceratíticos. Edad: Pensilvánico Superior-Pérmico.

Es necesario señalar que esta familia debe referirse al género *Vidrioceras* que la caracteriza, el cual sólo tiene cuatro lóbulos laterales y no como lo propone Bogoslovskaya (1978, p 59), quien incluye en ella a géneros con 22 lóbulos en total.

Género *Peritrochia* Girty, 1908. Concha globulosa, involuta y lisa; sección de vuelta arredondeada. Línea de sutura con tres a cinco lóbulos laterales. Edad: Pensilvánico Superior-Pérmico Inferior.

El ejemplar de la figura 38 representa a *Peritrochia mullerriedi* Miller y Furnish, del Pérmico Inferior de Cushú, en el sur de Chiapas, según Miller y Furnish (*in Müllerried et al.*, 1941); el cual no muestra constricciones en la concha, como la especie tipo (*P. ganti* Smith), que ilustra el *Treatise*, pt. L (1957, fig. 63), del Pensilvánico Superior de Texas.

La línea de sutura de la especie de Chiapas tiene dos primeros lóbulos laterales trifurcados y uno más bifurcado; el lóbulo ventral está bifurcado por una silla delgada, a su vez bifurcada; las dos comisuras laterobasales del lóbulo ventral (= "prongs") son ligeramente bifurcadas; las sillas laterales son espatuladas, su edad es Pérmico Inferior, Leonardiano, según Miller y Furnish (*in Müllerried et al.*, 1941) (fig. 38).

Miller y Furnish (*in Müllerried et al.*, *op. cit.*), compararon el ejemplar de Chiapas con una especie de los Urales, *P. typica* (Ruzhentsev); ambas especies muestran líneas de sutura muy semejantes en el tipo de lóbulos: ventral bifurcado, tres laterales bi y trifurcados, umbilical trifurcado, tres internos y uno dorsal; las sillas son espatuladas (fig. 38).

Otra especie más, *P. darae* (Gemmellaro), de Tunisia (*in* Miller y Furnish, 1957a), tiene seis lóbulos laterales, de los cuales los cinco primeros son trifurcados asimétricamente; esta especie ha sido incluida en el género *Martoceras* Toumanskaya, 1938 (*in* Nassichuk, 1977, p 577). Sin embargo, el número elevado de lóbulos laterales lo aleja de este último género; más bien, su posición sistemática debería buscarse en la Subfamilia Popanoceratinae Hyatt, 1900.

Las diferencias entre *Peritrochia* y *Stacheoceras* se concretan al número de lóbulos laterales: cuatro en el primero, contra cinco a diez en el segundo. Además, *Peritrochia* aparece desde el Pensilvánico Superior hasta el Pérmico Inferior; en cambio, *Stacheoceras* es más reciente, prevalece en el Pérmico Superior, Wordiano.

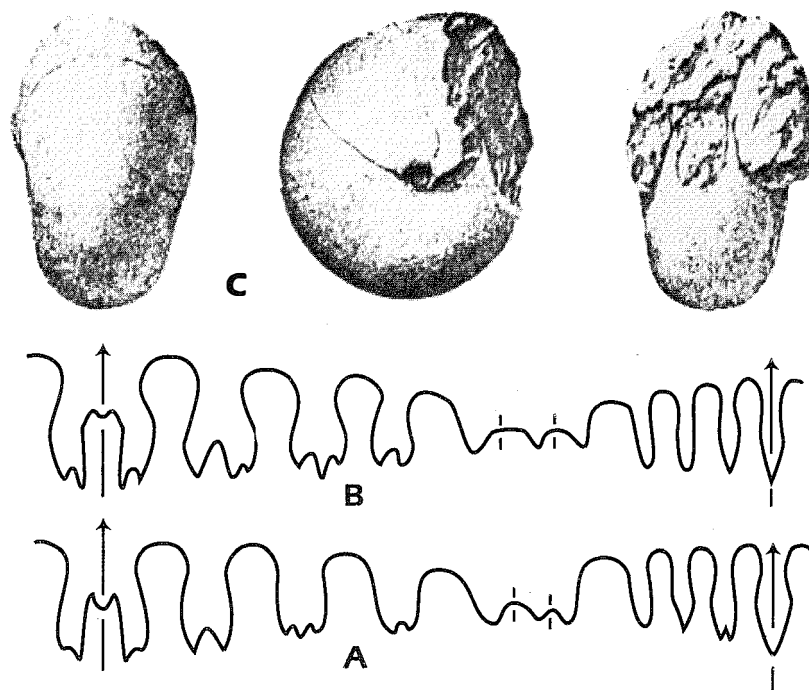


Fig. 38. Líneas de sutura de *Peritrochia typica* Ruzhentsev (A. x 4), de los Urales, y de *P. mullerriedi* Miller y Furnish (B, x 5), de Cushú, sur de Chiapas; ambos del Pérmico Inferior. Holotipo de *P. mullerriedi* Miller y Furnish (C, x 2.5). Según Miller y Furnish, *in Müllerried et al.* (1941).

Familia POPANOCERATIDAE Hyatt, 1900. Concha lisa, involuta, discoidal a globulosa, con constricciones; muchos lóbulos laterales bi a tetrafurcados. Edad: Pérmico.

Género *Stacheoceras* Gemmellaro, 1887. Concha involuta, subglobulosa y estriada, a veces con constricciones; sección de vuelta redonda, más ancha que alta. Línea de sutura con cinco a diez lóbulos laterales, bi y trifurcados en la base; lóbulo ventral bifurcado y lóbulo dorsal trifurcado. Edad: Pérmico Superior, principalmente Wordiano.

Lámina X, figs. 1, 4, 6-11, *Stacheoceras toumanskyae* Miller y Furnish, de la zona con *schucherti*.

Lámina X, figs. 2, 3 y 5, *S. gemmellaro* Miller, de la zona con *Waagenoceras*. Ambas especies del Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (según Miller, in King et al., 1944).

El ejemplar de la figura 9 y 10, de la lámina X, sirvió para ilustrar el género tipo, *Stacheoceras toumanskyae* Miller y Furnish, en el *Treatise*, pt. L (L 54, fig. 64).

Miller (*op. cit.*) considera a *Stacheoceras* y a los géneros que tienen cinco lóbulos laterales o más, como elementos que evolucionaron a partir de formas con un gran lóbulo lateral ancho (*cf.* fig. 17, de Miller *op. cit.*). Para este autor, *Stacheoceras* difiere de *Popanoceras* por el tipo de su concha, relativamente ancha y casi más globulosa que la de este último género; asimismo, el lóbulo ventral de aquel es más ancho que el de *Popanoceras*.

También Miller (*op. cit.*) hace notar la tendencia a regularizar a tres, el número de subdivisiones de los lóbulos laterales en *Stacheoceras*; mientras que en *Popanoceras*, las subdivisiones de esos lóbulos generalmente son cuatro (fig. 39).



Fig. 39. Líneas de sutura de los géneros *Popanoceras* (A) y *Stacheoceras* (B) (x4). Obsérvese:

- el ancho del lóbulo ventral, mayor en A que en B,
- la división del primer lóbulo lateral: tetrafurcado (A) o trifurcado (B),
- dirección de la línea de sutura: radial (A), o ligeramente incurvada (B),
- silla umbilical muy ancha en B. Modificado de Miller y Furnish (1957).

El mismo autor hace algunas consideraciones de tipo estratigráfico y morfológico, sobre las diferencias que separan a las dos especies de *Stacheoceras*, provenientes de Las Delicias, Coahuila (*S. toumanskyae* y *S. gemmellaro*):

- *toumanskyae* está en la zona con *schucherti* y suprayace a *gemmellaro*, de la zona con *Waagenoceras*,
- *toumanskyae* posee más elementos en su línea de sutura que *gemmellaro*.

Asimismo, es de señalar los elementos morfológicos que sirvieron a Nassichuk (1977), para diferenciar especies del género *Stacheoceras*, según la proporción de la concha: más ancha en *mediterraneum* que en *gemmellaro*. Además, este autor propuso separar dos grupos de especies de *Stacheoceras*, según el tipo de división del primer lóbulo lateral (fig. 40):

- bifurcado, *S. mediterraneum* Gemmellaro, y *S. rothi* Miller y Furnish,
- trifurcado, generalmente asimétrico, *S. gemmellaro* Miller, *S. toumanskyae* Miller y Furnish, y *S. mongei* Nassichuk.

A esta lista habría que agregar otra diferencia morfológica: dirección de la línea de sutura; en efecto, los dos grupos anteriores muestran esa estructura radial, mientras que la especie *S. normani* Miller y Furnish, propuesta por estos dos últimos autores (1957b, p 1955, lám. 133, figs. 1 y 2, y fig. 1 C), de la Formación Word de Texas, tiene una tendencia a incurvarse hacia adelante, que lo aleja de los dos grupos anteriores.

Es de considerar que las especies con bifurcación del primer lóbulo lateral deben ser separadas, de las que tienen ese elemento trifurcado (*Stacheoceras*), para lo cual proponemos denominar a las primeras, como **Furnishites gen. nov.**, en honor del Dr. William M. Furnish, de la Universidad de Iowa, USA, que tanto ha contribuido al estudio de los amonoideos del Paleozoico. En ese género se incluyen las especies *mediterraneum* (Gemmellaro) (*in* Nassichuk, 1977), y *rothi* (Miller y Furnish) (*in* Miller y Furnish, 1957b) (fig. 40).



Fig. 40. Líneas de sutura con el primer lóbulo (L) lateral bifurcado: (A), *Furnishites rothi* (Miller y Furnish) (x 2.5); o trifurcado (B), *Stacheoceras gemmellaro* Miller (x 5) (Miller *in* King *et al.*, 1944; y Miller y Furnish, 1957b).

Es de aclarar que en el estudio de ciertas especies del género *Stacheoceras*, como *S. normani* Miller y Furnish, ha habido dudas para diferenciarlo de *Waagenoceras dieneri* Böse (*in* Miller y Furnish, 1957b, p 1055); proporciones, forma de la concha, tipo de línea de sutura y número de digitaciones, en ambas especies, les parecieron idénticas a los autores mencionados; quienes sólo consideraron que la diferencia podría estar en las subdivisiones secundarias de los lóbulos:

- presentes en la base (*S. normani*), o
- en la base y los flancos del mismo (*W. dieneri*).

En principio, estas diferencias morfológicas en la línea de sutura son fundamentales para separar dos grandes subórdenes de goniatites, que aquí se proponen.

Para Nassichuk (1977, p 575), el género *Stacheoceras* pertenece a la Familia Vidrioceratidae Plummer y Scott (1937) y es del Guadalupeano Inferior (Wordiano), Pérmico Superior (fig. 41). Por nuestra parte, en párrafos anteriores hemos hecho un análisis sobre la forma de diferenciar los goniatites, con lóbulos ceratíticos, al restringirlos a formas con muchos o pocos lóbulos, donde hemos incluido a *Stacheoceras*, en el primer grupo. Por lo mismo, la categoría sistemática de Familia Vidrioceratidae, que aquí redefinimos, debe caracterizar a formas que se asemejen al género que le dió origen: *Vidrioceras*, que posee pocos elementos suturales, lo cual no es el caso de *Stacheoceras*.

<i>Treatise, pt L (1957)</i>	<i>Fumish (1966)</i>	<i>Nassichuk (1977)</i>	<i>Cantú (presente estudio)</i>
Superfamilia:			
CYCLOLOBACEAE Zittel, 1895	—	—	POPANOCERATACEAE Miller, 1944
Familia:			
POPANOCERATIDAE Hyatt, 1900	MARATHONITIDAE Ruzhentsev, 1938	VIDRIOCERATIDAE Plummer y Scott, 1937	POPANOCERATIDAE Hyatt, 1900
Subfamilia:			
MARATHONITINAE Ruzhentsev, 1938	—	—	—
Género:			
S T A C H E O C E R A S Gemmellaro, 1887			

Fig. 41. La diferente posición sistemática del género *Stacheoceras* ha variado casi cada 10 años, según los autores que se indican.

El cuadro sinóptico de la figura 41 muestra la posición sistemática supragenérica variable, que conserva el género *Stacheoceras*, según varios autores, donde ha habido modificaciones sobre su pertenencia a una determinada familia y han faltado explicaciones al respecto; aquí incluimos nuestra propuesta, relativa al caso antes descrito.

En el sur de México, Flores de Dios y Buitrón (1982) señalan la presencia de *Stacheoceras rothi*, en rocas del Pérmico de Olinalá, Guerrero; sin embargo, la ilustración del ejemplar globuloso, involuto y pequeño, que proporcionaron esos autores, no permite corroborar esa determinación; faltó mostrar la línea de sutura que ayudaría a verificar tanto al género, como a la especie *rothi*, que se pretendió determinar.

Suborden CYCLOLOBITINA subord. nov.

En el Pérmico aparece un grupo numeroso de géneros de goniatites, con línea de sutura radial o incurvada, abundantes sillas y lóbulos de lados paralelos o divergentes; muchas denticulaciones laterales recortan las sillas, por lo que la línea de sutura adquiere un aspecto amonitoide.

Para este grupo, cuya fuerte denticulación de las estructuras suturales representa el estadio evolutivo más avanzado de los goniatites, de finales del Paleozoico, proponemos la denominación de Suborden **Cyclolobitina subord. nov.** La forma de la concha globulosa e involuta de sus representantes no varía mucho de los otros dos subórdenes, Goniatitina y Popanoceratina. Ese grupo homogéneo de cyclolobitinos difiere del resto de los goniatites, por haber adquirido el carácter morfológico sutural amonitoide.

En México, el Suborden Cyclolobitina subord. nov. está representado por los géneros *Perrinites*, *Coahuiloceras* gen. nov. *Waagenoceras* y *Epithalassoceras*. Por supuesto, el género *Cyclolobus* forma parte de este gran grupo, así como ciertos géneros asiáticos, que más adelante serán mencionados.

Por otra parte, en el Suborden Cyclolobitina subord. nov. está la Superfamilia Shumarditaceae Plummer y Scott (1937), categoría sistemática reconocida por Kullmann (1980) y Glenister y Furnish (1980), quienes consideran la trifurcación de los lóbulos lateral-externo, interno y dorsal, como característica de esta unidad, por lo que proponen la subdivisión de la misma en dos familias, según tengan:

- pocas subdivisiones, sólo en los lóbulos: Familia Shumarditidae, del Pensilvánico Superior,
- muchas subdivisiones denticulares en todos los elementos de la línea de sutura: Familia Perrinitidae, del Pérmico Inferior.

Sin embargo, si se comparan las estructuras suturales de *Shumardites* y *Perrinites* (fig. 42), géneros tipos de esas dos familias, y aún sin tener la posibilidad de señalar que corresponden a estadios de crecimiento similares, se observan diferencias más significativas que aquellas proporcionadas por Glenister y Furnish (*op. cit.*), en efecto:

a) En *Shumardites*:

- los lóbulos lisos son de base ancha y cima estrecha,
- sólo el segundo lóbulo lateral es anguloso en su base,
- el lóbulo ventral está bifurcado irregularmente en su base (*in Treatise*, pt. L),
- las sillas son espatuladas y estranguladas en la base.

b) En *Perrinites*:

- los lóbulos laterales son de lados denticulados y divergentes,
- el lóbulo ventral tiene ramificaciones en sus lados,
- las sillas son de base ancha, afectada por denticulaciones lobulares.

La tendencia de la línea de sutura de *Perrinites* y *Shumardites* es diferente: claramente decreciente en el primero, tanto en su dirección radial como en el tamaño de las sillas y lóbulos; lo que no presenta *Shumardites* y géneros afines del Pensilvánico (fig. 42). El origen de *Perrinites* hay que buscarlo en otra línea filogenética; por lo mismo, su pertenencia a la Superfamilia Shumarditaceae es aquí cuestionada, como lo puede ser también el hecho de incluirlo en la Superfamilia Agathicerataceae (*in Treatise, pt. L*), con la cual nada tiene en común.

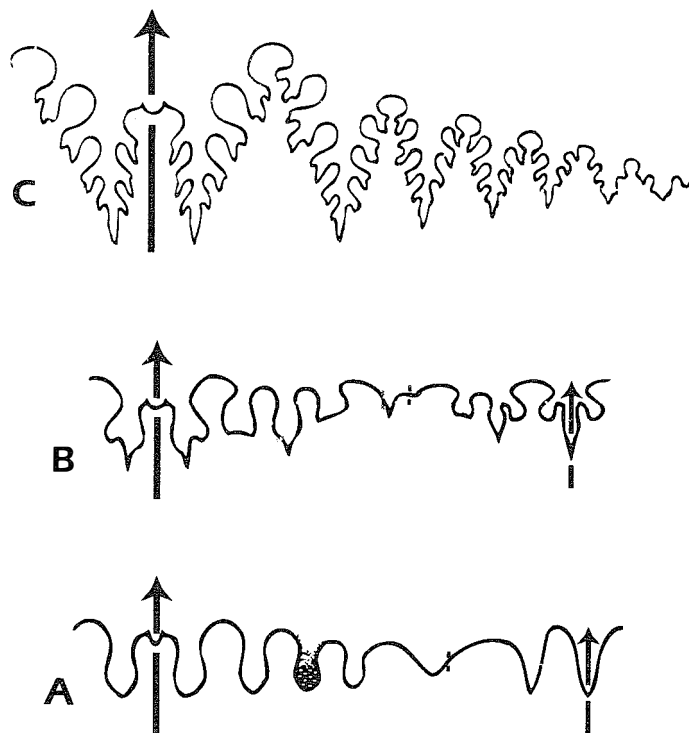


Fig. 42. Comparación de líneas de sutura de los géneros *Agathiceras* (A), *Shumardites* (B) y *Perrinites* (C); fueron incluidos en las mismas unidades sistemáticas en el *Treatise, pt. L*, no obstante sus diferencias, aquí son separados en los subórdenes Goniatitina (A), Popanoceratina (B) y Cyclolobitina (C).

En efecto, al comparar la línea de sutura de los géneros *Agathiceras* y *Perrinites* se observan grandes diferencias (fig. 42), como para persistir en incluir a este último género, dentro de lo que fueron los agathicerataceos:

- *Agathiceras*, género tipo de la Subfamilia Agathiceratinae, tiene línea de sutura típicamente goniatítica, sin denticulaciones: lóbulos simples, espatulados en la base y estrechos en la cima; lo mismo sucede con las sillas, pero con estructuras invertidas; pertenece al Suborden Goniatitina Hyatt, 1884.
- *Perrinites* tiene lóbulos muy recortados, de aspecto amonítico; si no fuera por la divergencia tan pronunciada de los lados de los lóbulos, podría pensarse que se trata de una amonita mesozoica; ese género pertenece al Suborden Ciclolobitina subord. nov.; sus caracteres suturales particulares justifican proponer la unidad nueva siguiente.

Superfamilia PERRINITACEAE superfam. nov.

Caracteriza a ejemplares con concha globulosa e involuta, línea de sutura radial, con muchas denticulaciones en toda su estructura. Edad: Pérmico Inferior.

En esta superfamilia se destaca la Familia Perrinitidae, que a su vez comprende el género *Perrinites*, de distribución mundial en el Pérmico Inferior, al cual lo caracteriza la línea de sutura muy ramificada, radial, regularmente decreciente en sus estructuras de lóbulos y sillas, aquellos de lados fuertemente divergentes y éstas de cima estrecha y base ancha.

Estos caracteres suturales merecen ser considerados como elementos que justifiquen una entidad sistemática especial, para la cual proponemos la Superfamilia Perrinitaceae superfam. nov.; toda vez que no tiene similitud con Agathicerataceae, ni con Shumarditaceae, por las razones antes indicadas.

Por su parte, la Familia Perrinitidae ha sufrido modificaciones en cuanto a su pertenencia a diferentes categorías suprafamiliares, como se observa en el cuadro siguiente, donde está nuestra propuesta (fig. 43).

	<i>Treatise</i> , pt. L (1957)	Glenister y Furnish (1980)	Cantú (presente estudio)
Familia:	S	u	p
	e	r	f
	a	m	i
	i	l	i
	a	:	:
PERRINITIDAE	AGATHICERATACEAE	SHUMARDITACEAE	PERRINITACEAE

Fig. 43. Posición sistemática de la Familia Perrinitidae, según los autores que se indican.

Familia PERRINITIDAE Miller y Furnish, 1940. Línea de sutura amonítica, radial; los lóbulos y sillas laterales decrecen en tamaño hacia el ombligo. Edad: Pérmico Inferior.

Género *Perrinites* Böse, 1919. Concha involuta, semiglobulosa, con una o dos constricciones; sillas con terminaciones espatuladas, cinco lóbulos laterales denticulados, en forma de V. Edad: Pérmico Inferior.

Lámina VII, figs. 1 a 3, 6, 7, 10 13 y 14, *Perrinites hilli* (Smith); el ejemplar de las figuras 13 y 14 corresponde al holotipo figurado en el *Treatise*, pt. L; el resto de los ejemplares procede de la zona con *Perrinites*, Pérmico Inferior. Las Delicias, Coahuila; según Miller (*in King et al.*, 1944).

P. hilli ha sido encontrado tanto en la Formación Road Canyon, de Texas, USA, donde representa la cima de la Serie Leonardiana (Ross, 1986, p 548), como en las lutitas Macal, de la misma edad, en Belice (*in Kling*, 1960). Asimismo, ciertos representantes de este género han sido mencionados de Olinalá, Guerrero, en el Sur de México (Flores de Dios y Buitrón, 1982), se desconoce la ilustración de ese fósil.

Los ejemplares de San Salvador Patlanoaya, Puebla, en el Centro de México, referidos a la especie *P. hilli* (Smith), presentan ilustraciones deficientes, por lo que no es posible confiar en esas

determinaciones (Villaseñor *et al.*, 1987). Lo mismo puede señalarse del género *Properrinites*, de la misma localidad, propuesto incluso, por los autores citados, para designar una unidad bioestratigráfica, en esa región de Puebla.

Uno de los ejemplares de *Properrinites* de Puebla fue sólo ilustrado y no proporciona los elementos morfológicos indispensables, para adjudicarlo a tal entidad genérica, como sería el desarrollo ontogenético del lóbulo ventral, que contribuye a diferenciarlo de *Perrinites*; se trata de la propuesta para separar esos dos géneros, según el tipo de denticulaciones laterales del lóbulo ventral, como se vio líneas arriba (*cf.* Miller *et al.*, 1957c).

A ese respecto, aquí se emite otra opinión, sobre la supuesta diferenciación de los géneros *Perrinites* y *Properrinites*, según la confrontación de líneas de sutura, como se observa en la figura 44, donde se incluyen:

- un ejemplar de Chiapas, *Perrinites hilli* (Smith), *in* Müllerried *et al.*, 1941;
- dos de Coahuila, *idem* (Miller, *in* King *et al.*, 1944, fig. 27), y
- uno de Texas, *Properrinites* (*in* Treatise, pt. L, fig. 61).

La línea de sutura de *P. hilli*, del ejemplar de Coahuila, fue ilustrada según tres ejemplares diferentes, donde Miller (*op. cit.*, fig. 27) quiso mostrar el desarrollo ontogenético de este fósil; aquí se vuelve a ilustrar en las figuras 4 y 5. El material original ilustrado por Miller (*op. cit.*) fue tomado más tarde como ejemplo de desarrollo ontogenético de *P. hilli*, en el *Treatise*, pt. L (1957, fig. 8, L 21).

Por nuestra parte, aquí confrontamos cuatro ilustraciones de líneas de sutura, de diferentes ejemplares de *Perrinites* y *Properrinites*, con la finalidad de mostrar la supuesta relación morfológica y filogenética de esos dos géneros, de acuerdo a sus tamaños; por supuesto esa comparación debe considerar escalas similares (fig. 44):

a) *Perrinites*:

- de Coahuila se tiene una línea de sutura de un ejemplar de 0.65 cm (x 8, fig. 44 A) (según Miller *op. cit.*, fig. 27 A),
- de la misma localidad hay otro fósil de 9.0 cm (x 1, fig. 44 D) (según Miller *op. cit.*, fig. 27 C),
- de Chiapas es un ejemplar de 0.65 cm (x 12, fig. 44 B) (según Müllerried *et al.*, 1941, fig. 2),

b) *Properrinites*:

- de Texas es el fósil con 0.7 cm (x 10, fig. 44 C) (según *Treatise*, pt. L, fig. 61).

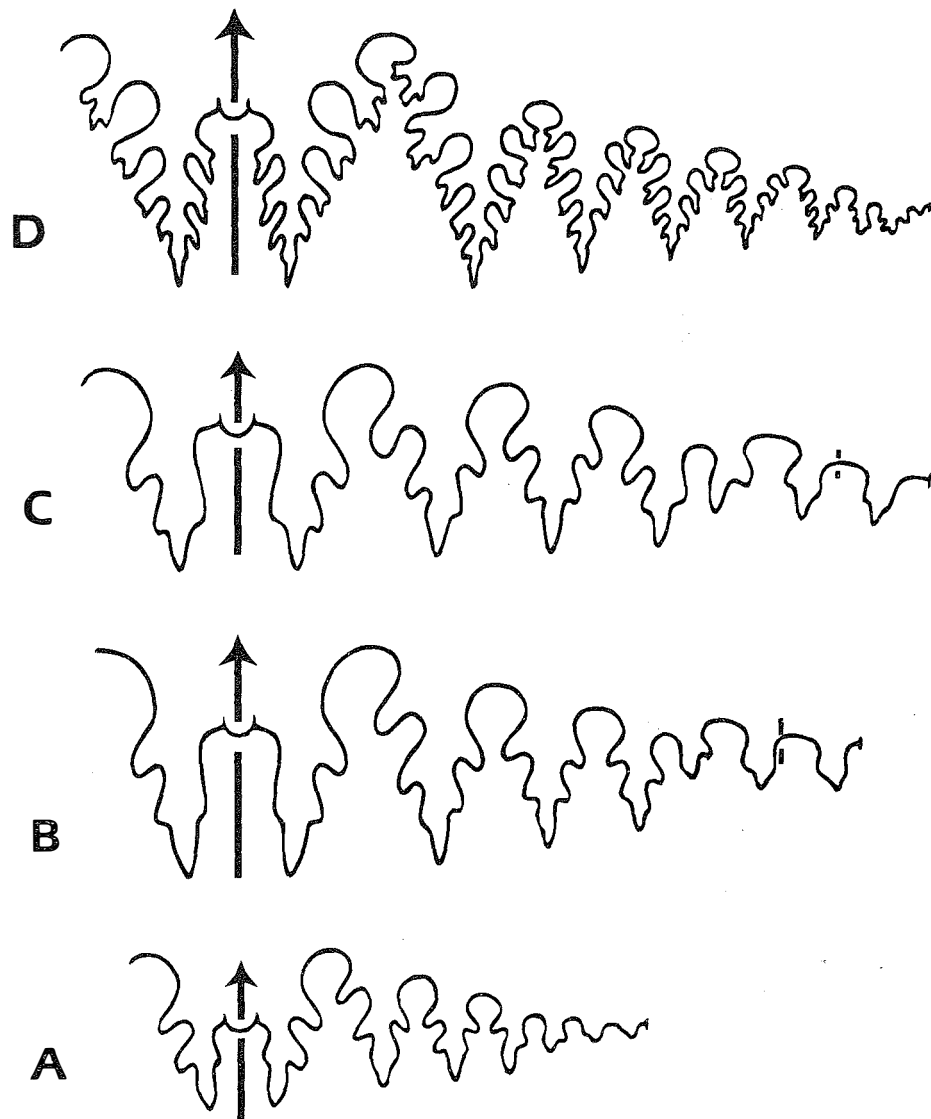


Fig. 44. Confrontación de líneas de sutura de los géneros *Perrinites* de Coahuila (A, x 8, y D. x 1), Chiapas (B, x 12) y *Properrinites* de Texas (C, x 10).

Las líneas de sutura muestran que uno de los ejemplares de Coahuila, los de Chiapas y el de Texas (fig. 44 A, B y C) corresponden a fósiles de tamaños sensiblemente similares, de alrededor de 0.65 cm, por lo que son casi idénticos en número de elementos suturales. Sólo la presencia de la 5a. silla lateral abultada, previa al reborde umbilical, en los ejemplares de Chiapas (fig. 44 B) y de Texas (fig. 44 C), lo separa del ejemplar de Coahuila (fig. 44 A); este elemento sutural equivaldría a una división del 3er. lóbulo lateral, que tanto ha motivado a los investigadores para separar esos géneros.

A partir de esa confrontación de ejemplares, casi similares en tamaños, podemos cuestionar si efectivamente el ejemplar de Texas corresponde a un género diferente (*Properrinites*), no obstante tener el mismo tipo de denticulaciones suturales que los ejemplares de *Perrinites*, con los que se comparó; es decir, esas estructuras son menos pronunciadas en los lóbulos, o se trata más bien de un mismo género, ilustrado en estadios juveniles.

Los tres ejemplares mencionados (fig. 44 A, B y C) son diferentes del ejemplar grande de Coahuila (fig. 44 D), que tiene una línea de sutura con muchas denticulaciones laterales en los lóbulos. De lo anterior se puede cuestionar si en realidad este último ejemplar representa el estadio ontogenético avanzado de la misma especie, *Perrinites hilli* (Smith), cuyas formas juveniles serían los ejemplares de la figura 44 A, B y C. Por nuestra parte consideramos que no hay tal separación genérica, si se persiste en comparar formas de tamaños diferentes.

Wardlaw *et al.* (1979) señalan la presencia de *Perrinites vidriensis* Böse, en la parte superior de las Capas Las Sardinas, en Las Delicias, Coahuila; ellos no mencionan ejemplares de *P. hilli*, en esa localidad mexicana. Aquella especie ha sido puesta en sinonimia con esta última, por Miller *in* King *et al.* (1944).

Es necesario incluir en la presente discusión, los estudios publicados casi simultáneamente por Leonova (1983) y Tharalson (1984), sobre la sistemática de los perrinitidos, basada en la morfología sutural. Leonova (*op. cit.*) sólo reconoció la Familia Perrinitidae, con varios géneros, entre otros: *Properrinites*, *Perrinites* y *Metaperrinites*, y estableció sus diferencias según el tipo de lóbulos de la línea de sutura y la división del 3er. lóbulo lateral. No tomó en cuenta tamaños similares, cuando comparó esas estructuras entre sí.

Por su parte, Tharalson (*op. cit.*) subdividió la Familia Perrinitidae, en dos subfamilias, Perrinitinae y Paraperrinitinae, según caracteres morfológicos no muy claros, presentes también en la división del 3er. lóbulo lateral. Además:

- confrontó géneros de subfamilias diferentes, lo que no procede, y no consideró relaciones similares de tamaños,
- para el caso de México, Tharalson (*op. cit.*) sólo reconoció la especie *Perrinites vidriensis* Böse, de Las Delicias, Coahuila, y *P. hilli* Smith, en Chiapas,
- para diferenciar esas dos especies se basó, una vez más, en el desarrollo del 3er. lóbulo lateral, que resulta imperceptible, y en las digitaciones de las dos comisuras laterobasales del lóbulo ventral; todo ello no es suficiente para separar esas dos especies.

Para nosotros sólo cuenta *P. hilli*, desde que Böse (1919) propuso a *P. vidriensis* como especie diferente de aquella, donde entonces no mostró los caracteres morfológicos suficientes, para separarlas en entidades específicas particulares; toda vez que se basó en tipos de involución de la concha y relaciones de tamaños de sillas y lóbulos, que resultan insuficientes para separarlos en otras tantas especies (*cf.* Miller, *in* King *et al.*).

Nótese que Leonova (*op. cit.*) incluye varias especies en el género *Metaperrinites*, las cuales, a su vez, son consideradas como pertenecientes a los géneros *Properrinites* y *Paraperrinites*, por Tharalson (*op. cit.*). Todo lo anterior representa un problema de taxonomía, que amerita estudios a nivel genérico.

Superfamilia CYCLOLOBACEAE Zittel, 1895. Concha discoidal a globulosa, involuta, con constricciones; línea de sutura subamonítica, tiene lóbulos auxiliares. Edad: Pérmico.

Familia CYCLOLOBIDAE Zittel, 1895. Concha semidiscoidal, globulosa a subglobulosa, involuta a semiinvoluta, con costillas abundantes y muy finas; dos a tres constricciones. Línea de sutura arqueada o radial; numerosos lóbulos, de cuatro a 14, de lados semiparalelos. Edad: Pérmico Inferior *pt.* -Superior.

Según Zhao (1980), el número de lóbulos y la complejidad de la línea de sutura son elementos morfológicos importantes, para caracterizar a la Familia Cyclolobidae; esos caracteres permiten subdividirla en dos subfamilias (fig. 45):

- Kufengoceratinae Zhao, 1980, cuyos representantes tienen de tres a cinco lóbulos laterales externos; el lóbulo ventral angosto tiene pocas denticulaciones; la subfamilia comprende seis géneros, entre otros está *Mexioceras* Ruzhentsev, 1955, con representantes en Coahuila; son del Pérmico Inferior (Roadiano) al Superior (Capitaniano).
- Cyclolobinae Zittel, 1903 (*in* Zhao, 1980), sus géneros poseen seis o más lóbulos laterales externos, de tipo subamónico; el lóbulo ventral ancho posee muchas comisuras; se tienen representantes en México (*Timorites*, *Waagenoceras* y *Demarezites*), que caracterizan el Pérmico Superior (Wordiano al Dzhulfiano).

Hay que agregar otras observaciones a aquellas señaladas por Zhao (1980), como es la dirección de la línea de sutura, que es definitiva para diferenciar a las dos subfamilias; la cual puede ser:

- radial, en Kufengoceratinae, o
- incurvada, en Cyclolobinae (fig. 45).

Sin embargo, en esta última subfamilia hay dos géneros que merecen ser separados de ella: *Changhsingoceras* Zhao y Liang (1965), y *Newellites* Furnish y Glenister (1969), por tener línea de sutura radial, para los cuales proponemos incluirlos en la unidad siguiente.

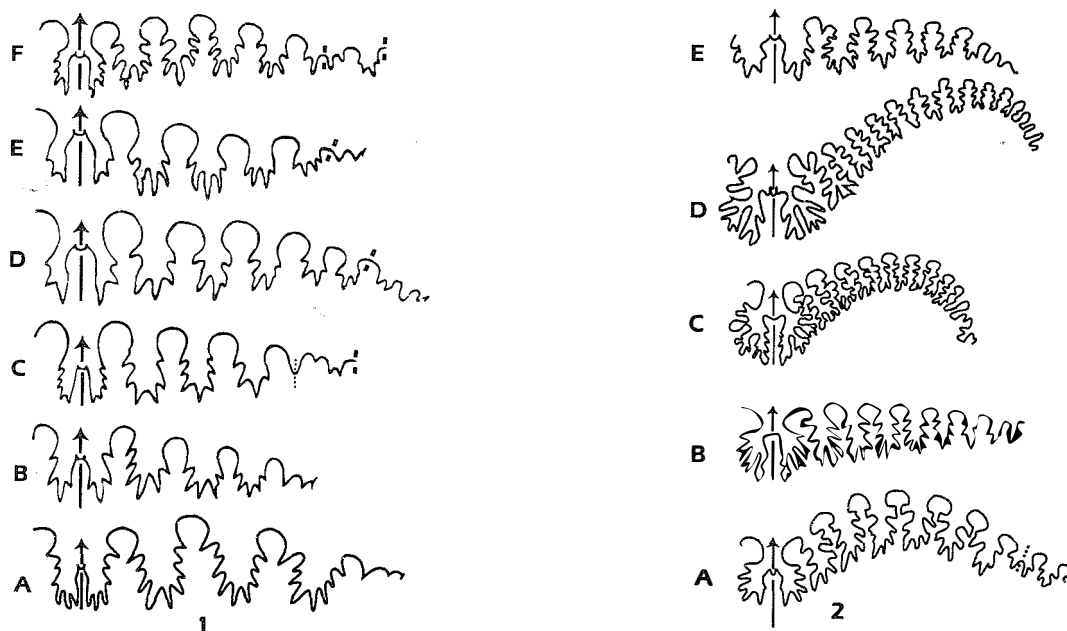


Fig. 45. Diferente estructura sutural, en géneros de cyclolóbidos, según Zhao (1980) y el presente autor:

1, pocos lóbulos, línea de sutura radial: Subfamilia Kufengoceratinae Zhao, 1980:

A) *Shengoceras*, B) *Liuzhouceras*, C) *Kufengoceras*, D) *Tongluceras*, E) *Paratongluceras*, y F) *Mexioceras*.

2, más de seis lóbulos, línea de sutura:

incurvada. Subfamilia Cyclolobinae Zittel, 1903: A) *Waagenoceras*, C) *Timorites*, y D) *Cyclolobus*. o

radial. Subfamilia Changhsingoceratinae subfam. nov.: B) *Newellites*, y E) *Changhsingoceras*.

Subfamilia **CHANGHSINGOCERATINAE** subfam. nov.

Línea de sutura radial, más de seis lóbulos laterales ramificados, amonitoides. Edad Pérmico Superior. Un género es del Wordiano (*Newellites*) y otro (*Changhsingoceras*) predomina en el equivalente a la cima de la Serie Ochoana (Pérmico Superior) (*in* Zhao, 1980).

Zhao (*op. cit.*) señala diferencias morfológicas entre vidriocerátidos y cyclolóbidos, a menudo confundidos en lo que concierne al tipo de subdivisión de los lóbulos laterales:

- en *Vidrioceras*, género tipo de la Familia Vidrioceratidae, donde los lóbulos laterales lisos, de lados cóncavos y paralelos, son bifurcados en la base,
- en los cyclolóbidos, los lóbulos laterales, trifurcados en formas juveniles y adultas, son de lados paralelos. De hecho debe considerarse a los vidriocerátidos como los ancestros de los cyclolóbidos.

Es de recordar que en líneas anteriores propusimos separar el género *Vidrioceras*, de los cyclolóbidos, para incluirlo en el Suborden Popanoceratina subord. nov., en vista de la particularidad de los lóbulos laterales bifurcados, de tipo ceratítico.

Subfamilia CYCLOLOBINAE Zittel, 1903 (*in* Zhao, 1980, y Glenister y Furnish, 1987). Incluye géneros con línea de sutura incurvada adoralmente, con seis a 12 lóbulos laterales subamoníticos, sus denticulaciones llegan hasta la cresta de las sillas; lóbulo ventral ancho y profundamente ramificado, desde el par de comisuras laterobasales ("prongs"). Edad: Pérmico Superior.

Glenister y Furnish (1987) han agregado a la Subfamilia Cyclobinae, el género *Demarezzites* Ruzhentsev (1955), con representantes aún no descritos de Coahuila.

Género *Coahuiloceras* gen. nov. Concha semidiscoidal y semiinvoluta, con costillas y constricciones retroversas, sección de vuelta deprimida dorsoventralmente; línea de sutura incurvada adoralmente, con ocho a diez lóbulos laterales muy denticulados, trifurcados en la base; sillas laterales delgadas, alargadas, paralelas y recortadas en estadios adultos, con terminaciones espatuladas y estranguladas. Edad: Pérmico Superior.

Lámina XI, figs. 7 y 18, y lám. XII, figs. 6 y 7, *Coahuiloceras schucherti* (Miller y Furnish). Las Delicias, Coahuila (Miller *in* King *et al.*, 1944). Se trata de una forma subdiscoidal, posee vueltas deprimidas dorsoventralmente, ombligo relativamente ancho, costillas sinuosas y bifurcadas en forma irregular, fuertemente retroversas, ligeramente debilitadas sobre la línea sifonal; tiene dos o tres constricciones sinuosas por vuelta.

El ejemplar de la lámina XI, figs. 17-19, representa a *Timorites curvicostatus* Haniel, del Pérmico de Timor, según el *Treatise*, pt. L (1957), especie tipo del género *Timorites*. Las diferencias de este género con *Coahuiloceras* gen. nov. serán discutidas en los párrafos siguientes.

El ejemplar de la lámina XII (figs. 1-5) corresponde a *Timorites curvicostatus* Haniel (*in* Miller, *op. cit.*, lám. 35, figs. 3-7).

Los ejemplares mexicanos descritos originalmente bajo el nombre de *Timorites schucherti* Miller y Furnish (*in* Miller, *op. cit.*), e ilustrados en el presente trabajo en las láminas XI (figs. 7 y 18) y XII (figs. 6 y 7), no tienen los mismos caracteres morfológicos que la especie tipo del género *Timorites* Haniel, ilustrada en el *Treatise*, pt. L, como *T. curvicostatus* Haniel (lám. XI, figs. 17 y 19). El fósil de México es semiinvoluto, con costillas arqueadas, retroversas y subdivididas irregularmente en los flancos; tiene dos constricciones profundas, sinuosas y la sección de vuelta es semirectangular.

T. curvicostatus Haniel es casi involuto, de sección de vuelta comprimida lateralmente, con tendencia a ser ojival; no tiene constricciones, carece de costillas y en su lugar sólo muestra estrías muy finas. Sin embargo, es difícil establecer la comparación entre la forma mexicana de la lámina XI (figs. 7 y 18) y aquella de Timor, como lo ilustró el *Treatise*, pt. L; toda vez que se desconoce el tamaño del ejemplar de Coahuila que aquí se figura, las medidas no fueron incluidas en la descripción original.

El ejemplar de Coahuila de la lámina XII (figs. 6 y 7), denominado originalmente *Timorites schucherti* (Miller y Furnish), acusa fuertes diferencias morfológicas con el género tipo de Timor (lám. XI, figs. 17 y 19), como puede observarse al confrontar la forma de sección de vuelta, el tipo de enrollamiento y la ornamentación.

Asimismo, Miller (*op. cit.*) ilustró algunos ejemplares inmaduros de *T. curvicostatus* de Timor (lám. XII, figs. 1-5), que muestran grandes diferencias con la especie de Coahuila aquí ilustrada, *schucherti* (Miller y Furnish) (lám. XI, figs. 7 y 18; lám. XII, figs. 6 y 7).

En efecto, el enrollamiento muy evolutivo, las cuatro constricciones por vuelta y las costillas incurvadas hacia adelante, en los dos tercios internos de las vueltas, las cuales se dirigen hacia atrás en el tercio externo y en la región ventral que cruzan, son elementos morfológicos que se observan en la especie *curvicostatus* de Indonesia (lám. XII, figs. 1-5). Eso hace que, al confrontar esas morfologías, esta especie contraste fuertemente con los ejemplares mexicanos (*schucherti*), incluidos originalmente en el mismo género *Timorites*.

Un elemento más, para diferenciar las dos especies antes mencionadas, está en la escala de tamaños de los ejemplares que ilustró Miller (*op. cit.*), las cuales no son iguales; todas representan, seguramente, unidades genéricas que merecen ser separadas. En efecto, no es posible incluir en el mismo género formas con caracteres morfológicos tan diferentes, como son aquellas que tienen:

- sección de vuelta deprimida lateralmente, región ventral angosta, estrías, lóbulos laterales muy denticulados en sus bases, con varias incisiones superficiales y sillares filiformes (retorcidas); las cuales deben persistir en el género *Timorites* Haniel (*cf.*, presente estudio, lám. XI, figs. 17 y 19), o
- sección de vuelta deprimida dorsoventralmente, región ventral ancha, con costillas y constricciones dirigidas hacia atrás; lóbulos laterales trifurcados en la base y sillares rectos y denticulados; estas formas deben ser reagrupadas en el género ***Coahuiloceras* gen. nov.**, cuya especie tipo es *Timorites schucherti* (Miller y Furnish) (*in* Miller, *op. cit.*, p 115, lám. 36, figs. 1 y 2) (*cf.* en el presente estudio, lám. XI, figs. 7 y 18, y lám. XII, figs. 6 y 7).

Las formas evolutas, con costillas dirigidas hacia adelante en el tercio externo, incurvadas hacia atrás, en la región ventral, y con constricciones, procedentes de Timor e ilustradas por Miller (*op. cit.*, lám. 35, figs. 3 a 7), merecen ser reagrupadas en otra unidad diferente.

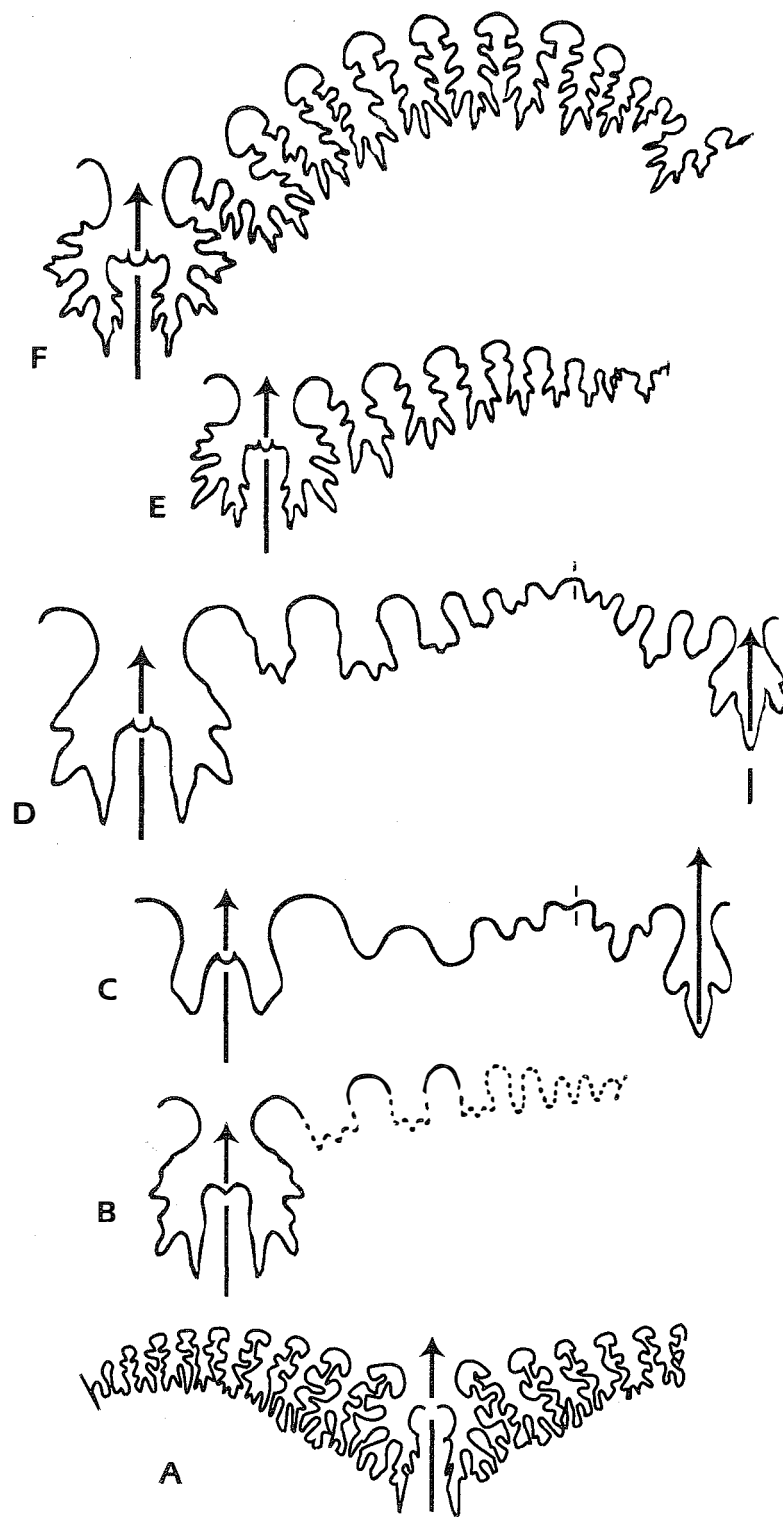


Fig. 46. Líneas de sutura de *Timorites curvicostatus* Haniel (A), *T. striatus* Haniel (B) y *Coahuiloceras schucherti* (Miller y Furnish); este último se ilustra con dos ejemplares juveniles (C, x 14; y D, x 9), y dos adultos (E, x 3.5; y F, x 1.3). Confróntese la gran variabilidad que muestra esa estructura sutural, según los estadios ontogenéticos, como son el tipo de división basal de los lóbulos ventral y laterales, y la forma de las sillaz laterales; A y B sin escala. Según Miller in King et al., 1944; y *Treatise*, pt. L.

Las especies del género *Timorites* tienen una línea de sutura muy variable ontogenéticamente, según Miller (*op. cit.*); con pocas estructuras lobulares y sillas simples, en estadios juveniles, cambia a formas con muchos elementos amonitoides, en estadios adultos, donde predominan nueve a diez lóbulos laterales muy recortados en la base.

En la figura 46 se ilustran líneas de sutura de las especies *curvicostatus*, *striatus* y *Coahuiloceras schucherti*, de ejemplares juveniles y adultos, con objeto de mostrar la variabilidad de esa estructura: de una forma goniatítica pasa a una amonítica (*in* Miller, *op. cit.*). De lo anterior se infiere que las diferencias morfológicas suturales arriba señaladas, son tan evidentes que permiten separar a *Coahuiloceras* gen. nov. de *Timorites*.

Es de recordar que Furnish (1966, p 284) hizo notar que la designación de la especie tipo de ese género, *T. curvicostatus* Haniel, está basada en una concha inmadura; asimismo, considera difícil separar los ejemplares grandes de *Timorites*, del género *Waagenoceras*, sólo la complejidad de la línea de sutura, el mayor número de lóbulos y quizás el pronunciado curso parabólico de esa estructura sutural, como se presenta en el género *Timorites*, permite diferenciarlo del otro género cyclolóbido, *Waagenoceras*.

Al modificar la posición sistemática genérica de la especie *schucherti*, procedente de Coahuila, esa unidad específica debe ser el elemento bioestratigráfico que defina la zona respectiva, en esta parte de América, y no el género *Timorites*, como originalmente lo propuso Miller (*in* King *et al.*, 1944).

Género *Waagenoceras* Gemmellaro, 1887. Concha involuta y globulosa, con dos o tres constricciones. Línea de sutura con siete a ocho lóbulos laterales; este género es el fósil índice del Guadalupeano Inferior, piso Wordiano (*in* Furnish, 1966), o base del Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila; Caborca, Sonora; y Olinalá (?), Guerrero.

Lámina XI, figs. 1 a 3, *Waagenoceras dieneri karpinskyi* Miller.

Lámina XI, figs. 5 y 6, *W. dieneri girtyi* Miller y Furnish, ambas de Las Delicias, Coahuila, según Miller (*op. cit.*).

Lámina XI, figs. 8, 10 y 16, *W. dieneri* Böse, de Caborca, Sonora (Miller *in* Cooper *et al.*, 1965).

Por su parte, Miller (*in* King *et al.*, 1944) señala la forma de distinguir especies de éste y otros géneros de Coahuila y Texas, ahora incluidas en entidades genéricas diferentes; como en el caso de *Waagenoceras* (= *Mexioceras*) *guadalupense*, la cual la separa de la especie *dieneri*; para lo cual toma como carácter morfológico primordial la línea de sutura: la primera tiene menos elementos que la segunda. Asimismo, indica que ambas especies se encuentran juntas, en la Montaña Guadalupe, al oeste de Texas.

Al describir esas dos especies, Miller (*op. cit.*, p 109 y 112) hizo notar algunas diferencias menores, en la ornamentación y forma de la concha, que le permitieron proponer subespecies nuevas:

- *W. dieneri karpinskyi* se caracteriza por la superficie reticulada de la concha, compuesta de estrias transversales y longitudinales, y por la presencia de dos o tres constricciones sinuosas por vuelta.
- *W. dieneri girtyi*, de México, tiene además un lóbulo lateral externo, en fósiles de igual tamaño, como los de la Formación Word de Texas; según Miller (*op. cit.*) ese carácter morfológico es suficiente para proponer una subespecie diferente.
- *W. guadalupense thompsoni* tiene concha fuertemente comprimida.

Como puede observarse, esta última especie fue incluida por Miller (*op. cit.*) en el género *Waagenoceras*, asimismo no explicó cómo reconocer la subespecie *guadalupense guadalupense* y diferenciarla de otras subespecies. Aquella que denominó entonces *W. guadalupense smithi*, corresponde a un ejemplar de concha “obesa y subfusiforme”, con reborde umbilical noduloso; la pertenencia al género *Waagenoceras*, de esas especies, será analizada en los párrafos siguientes.

Por su parte, Nassichuk (1977) sólo considera ciertas especies del género *Waagenoceras*; de ellas, *girtyi* Miller y Furnish sería sinónimo de *dieneri girtyi* (Miller *in* King *et al.*, 1944). Además, ese autor hace algunas propuestas sobre la forma de diferenciar ciertas especies:

- *W. dieneri* tiene concha más angosta y menos involuta que *girtyi*.
- *W. dieneri* tiene seis lóbulos laterales, fuera de la región umbilical, mientras que *girtyi* tiene además un lóbulo lateral extra en esa región.

El mismo autor proporciona otro tipo de consideraciones para diferenciar la especie *girtyi* de *dieneri*, al basarse en subdivisiones laterales de los lóbulos, que son difíciles de reconocer; sin embargo, pasa por alto la fuerte subdivisión basal de las comisuras laterales del lóbulo ventral, que muestra *girtyi*, superior en número de denticulaciones a las de *dieneri*.

Para Nassichuk (*op. cit.*), la posición sistemática del género *Waagenoceras*, como la de *Stacheoceras*, difiere de la del *Treatise*, pt. L; según el mismo autor, ambos géneros globulosos e involutos pertenecen a la Familia Vidrioceratidae Plummer y Scott, 1937. Como se señaló en líneas anteriores, consideramos que esos géneros pueden diferenciarse por la dirección y forma de la línea de sutura (fig. 47):

- recta y con lóbulos denticulados sólo en la base, *Stacheoceras*, y
- recta o incurvada y con lóbulos muy denticulados, *Waagenoceras*.

Además, Nassichuk (*op. cit.*) separa tres especies, de esta última unidad, según la línea de sutura:

- incurvada (*W. dieneri*, *W. girtyi* y *W. mojsisovicsi* Gemmellaro (*in* Miller y Furnish, 1957b), o
- recta (*W. canadensis*).

Por lo tanto, se infiere que el género *Stacheoceras* corresponde al Suborden Popanoceratina nov. subord., como se propuso anteriormente, según la estructura sutural ceratitoide; eso lo aleja de la unidad sistemática a la que pertenece el género *Waagenoceras*, dadas sus marcadas diferencias suturales de tipo amonitoide, como puede observarse en la figura 47.

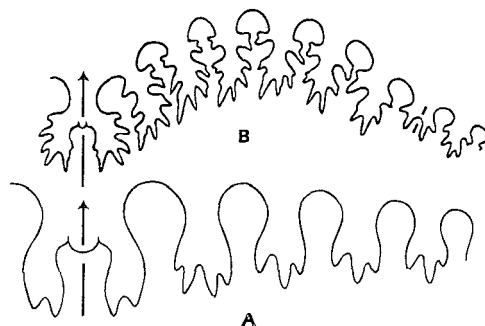


Fig. 47. Líneas de sutura de *Stacheoceras* (A) y *Waagenoceras* (B); obsérvese la dirección radial (A) o incurvada (B), y las pocas (A) o muchas (B) denticulaciones de ambos géneros, que pertenecen a subórdenes diferentes: Popanoceratina subord. nov. y Cyclolobitina subord. nov., respectivamente.

La especie *W. canadensis* ha sido puesta en duda por Glenister y Furnish (1987), quienes sugieren incluirla en el género *Demarezites* Ruzhentsev (1955); esos autores también proponen incluir en este mismo género, a ciertas formas procedentes de la parte inferior de las Capas Palo Quemado, al norte de Cerro Prieto, en Coahuila, referidas anteriormente a *W. dieneri*.

Esos ejemplares, aún no descritos en el género *Demarezites*, del Roadiano (cima del Pérmico Inferior), poseen una línea de sutura más simple que las especies de *Waagenoceras*, del Wordiano, quizá de tipo ceratitoide; así, su posición sistemática, a nivel de suborden, deberá rectificarse.

La separación de esos dos géneros (*Waagenoceras* y *Demarezites*), según Glenister y Furnish (1987), estaría basada en la diferenciación morfológica sutural: número, grado de aislamiento y tipo de subdivisiones terciarias de los lóbulos externos; así como en la distribución estratigráfica: *Demarezites* sería más antiguo que ciertas especies de *Waagenoceras*. Este último género tiene siete u ocho lóbulos que llegan hasta el reborde umbilical y son más denticulados que los que posee *Demarezites* (in Glenister y Furnish, *op. cit.*).

El género *Waagenoceras* ha sufrido también la misma suerte que *Stacheoceras*, en cuanto a su posición sistemática, aquel ha sido incluido en diferentes familias, como puede verse en el cuadro sinóptico (fig. 48); aquí lo incluimos en la Familia Cyclobidae, por las razones antes indicadas.

La especie *Waagenoceras guadalupense* Girty (1908) sirvió para crear el género *Mexioceras* Ruzhentsev, 1955 (cf. Zhao, 1980), cuya aceptación ha sido discutida o incluida en los cyclobidos primitivos, de la Subfamilia Kufengoceratinae (Zhao, 1980), de edad Roadiano (Pérmico Inferior) al Capitaniano (base del Pérmico Superior).

Las diferencias que separan a *Mexioceras* de *Waagenoceras* se basan en el tipo de línea de sutura:

- radial, sillas con base tan ancha como sus terminaciones adorales globulosas: *Mexioceras* Ruzhentsev, 1955 (Subfamilia Kufengoceratinae Zhao, 1980).
- predominantemente incurvada hacia el peristoma, sillas alargadas, de base estrecha: *Waagenoceras* Gemmellaro, 1887 (Subfamilia Cyclobinae Zittel, 1903).

<i>Treatise</i> , pt. L (1957), Furnish (1966), Zhao (1980), y Glenister y Furnish (1987)	Nassichuk (1977)	Cantú (presente estudio)
Familia: CYCLOLOBIDAE Zittel, 1895	VIDRIOCERATIDAE Plummer y Scott, 1937	CYCLOLOBIDAE Zittel, 1895
Subfamilia:		CYCLOBINAE Zittel, 1903 (in Zhao, 1980)
Género: W A A G E N O C E		R A S Gemmellaro, 1887

Fig. 48. El género *Waagenoceras* y su posición sistemática supragenérica, según los autores que se indican.

De la región de El Antimonio, Sonora, se describió y figuró un ejemplar de *W. dieneri* Böse (Miller *in* Cooper *et al.*, 1965), procedente de la Formación Los Monos; esa especie sirvió para datar esa unidad formacional en el Pérmico Superior (lám. XI, figs. 8, 10 y 16).

La traducción al español de la especie antes mencionada se publicó más tarde (Cooper *et al.*, 1965, p 89-90, lám. 25 D, figs. 21-23). Cierta terminología utilizada para describir ese ejemplar, en la versión en español, merece rectificación: cuando se refieren a la sola constricción transversal preservada en la "parte adoral", más bien debe decir, la parte externa o ventral. La línea de sutura de ese ejemplar del noroeste de México es incurvada, por lo que entraría en el grupo de especies de *Waagenoceras*, con ese tipo de estructura sutural.

La ilustración de un ejemplar de *Waagenoceras* de Olinalá, Guerrero, en el sur de México (Flores y Buitrón, 1982, p 16), sólo permite inferir que la parte de la sutura, mal dibujada, podría pertenecer a la especie *dieneri*; sin embargo, la fotografía del fósil en sí no permite asegurarlo.

Subfamilia KUFENGOCERATINAE Zhao, 1980. Concha involuta y globulosa, línea de sutura con dirección claramente radial, tres a cinco lóbulos laterales externos cruzan los flancos hasta el reborde umbilical; varios lóbulos adicionales pequeños no muestran incisiones y cruzan el reborde y la pared umbilical; el lóbulo ventral angosto tiene pocas denticulaciones. Edad: Pérmico Superior, Guadalupeano.

Género *Mexioceras* Ruzhentsev, 1955. Concha globulosa, sección de vuelta fuertemente deprimida dorsoventralmente; tiene nudosidades sobre el reborde umbilical anguloso, el ombligo es ancho; la línea de sutura es radial, posee cuatro o cinco lóbulos laterales, con varias comisuras basales y laterales. Edad: Wordiano, Pérmico Superior.

Lámina XI, figs. 4, 9 y 11, *Mexioceras guadalupense guadalupense* (Girty).

Lámina XI, figs. 12 y 13, *M. guadalupense smithi* (Miller y Furnish). Edad: Wordiano, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller *in* King *et al.*, 1944).

Lámina XI, figs. 14 y 15. *W. guadalupense* Girty, como es ilustrada en el *Treatise*, pt. L. Edad: zona con *Waagenoceras*, Wordiano, Pérmico Superior.

Ciertas especies de *Mexioceras*, del sur de China y norte de México, son diferentes: *M. globosum* Chao (*in* Zhao y Zheng, 1977, lám IV, figs. 1, 2 y 16; y Zhao, 1980, lám. 1, figs. 1 y 2), es globulosa, involuta, con cuatro constricciones sinuosas y sección de vuelta deprimida. Esta especie difiere mucho de las formas mexicanas:

- *M. guadalupense guadalupense* (Girty) (*in* Miller *op. cit.*, lám 31, figs. 1-5, fig. 19 a, b, p 109), es semiinvoluta, sección de vuelta ancha, ombligo pequeño, concha deprimida dorsoventralmente, sin constricciones,
- *M. guadalupense smithi* (Miller y Furnish) (*in* Miller, *op. cit.*, lám. 32, figs. 9-12, fig. 19c, p 109), tiene ombligo y sección de vuelta anchos, concha sin constricciones y con elevaciones tuberculiformes umbilicales en el reborde umbilical anguloso; ambas no tienen constricciones.

En la figura 49 se confrontan ejemplares del género *Mexioceras*, procedentes de Coahuila y China, para señalar similitudes y diferencias según la forma de las líneas de sutura; los ejemplares de ambas localidades son globulosos y de sección de vuelta deprimida dorsoventralmente. Sin embargo, las diferencias se manifiestan en el tamaño del ombligo:

- en los ejemplares de Coahuila es:
 - grande, de reborde umbilical anguloso, con protuberancias tuberculiformes: *M. guadalupense smithi* (Miller y Furnish), o
 - pequeño y sin protuberancias tuberculiformes: *M. guadalupense guadalupense* (Girty).
- en los fósiles de China, es muy pequeño y la concha tiene constricciones.

En los ejemplares de Coahuila, la línea de sutura es ligeramente incurvada, la silla ventral sólo ocupa la mitad del lóbulo ventral y los lóbulos cercanos a la región umbilical casi no tienen incisiones (fig. 49 B y C).

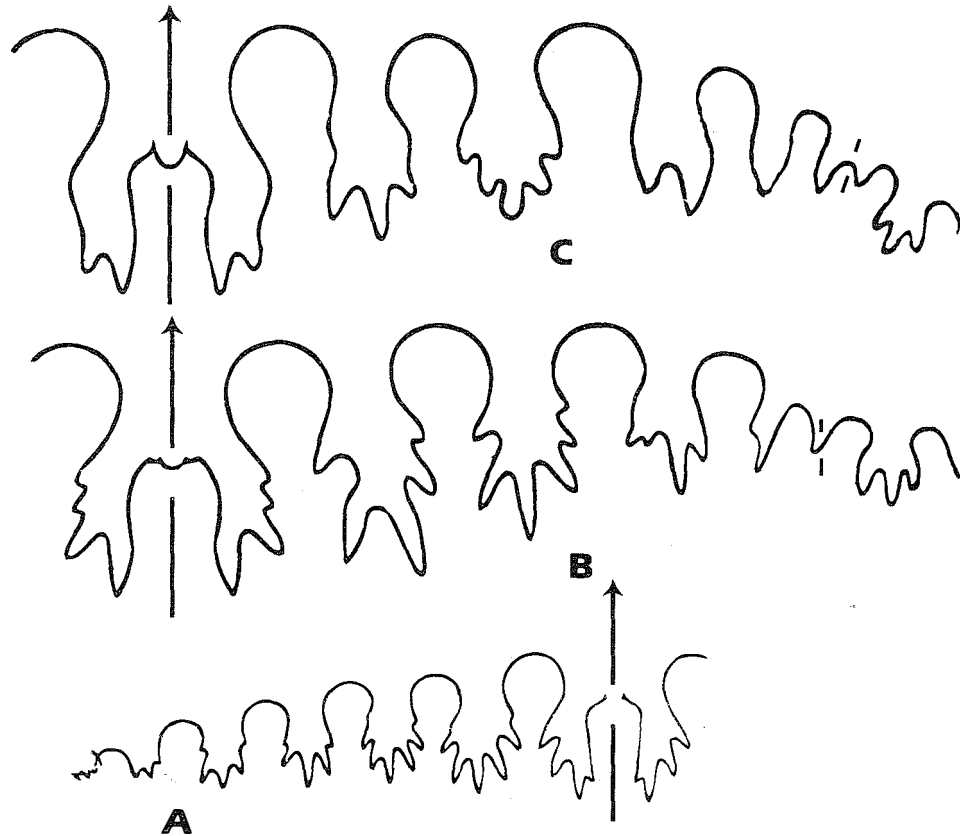


Fig. 49. Confrontación de líneas de sutura de *Mexioceras globosum* Zhao (A, x 2), de China; *M. guadalupense guadalupense* (Girty) (B, x 5) y *M. guadalupense smithi* (Miller y Furnish) (C, x 12), de Coahuila; todas del Pérmico Superior (Miller *in* King *et al.*, 1944; y Zhao, 1977). El número y tipo de lóbulos laterales, forma del lóbulo y silla ventrales, y dirección de la línea de sutura justifican la separación de esas especies, en entidades genéricas diferentes.

De esa manera, consideramos que esas diferencias morfológicas son suficientes para separar *globosum* de China, de las *Mexioceras* de Coahuila; aquella debe pertenecer a una unidad genérica diferente. Con relación a la línea de sutura radial en *M. globosum* de China, se observa que la silla ventral es alta y ocupa dos tercios del lóbulo ventral; además, tiene mayor número de incisiones basales en los últimos lóbulos laterales, cercanos a la región umbilical (fig. 49 A).

Es necesario hacer algunas aclaraciones sobre la línea evolutiva de los cyclolóbidos, propuesta por Zhao (1980), la cual no corresponde a la distribución estratigráfica de ciertos géneros, como se encuentran en la sección La Difunta, de Coahuila, según los estudios de Miller (*op. cit.*).

Zhao (*op. cit.*) propone el orden evolutivo siguiente: *Kufengoceras-Mexioceras-Waagenoceras-Timorites-Krafftoceras-Cyclolobus*; de donde se infiere que *Mexioceras* originó a *Waagenoceras*. Sin embargo, la distribución estratigráfica de estos dos géneros, como se presenta en Coahuila, muestra que algunas especies de *Waagenoceras* son más antiguas que las de *Mexioceras*.

Asimismo, en ciertos horizontes de esta localidad mexicana, algunas especies de esos dos géneros son isócronas:

- *W. dieneri*-*M. guadalupense*, horizontes 14 y 17 (*in* Miller *op. cit.*), y
- *W. girtyi*-*M. guadalupense*, en las capas Palo Quemado Superior y La Difunta Inferior (*in* Wardlaw *et al.*, 1979).

A partir del material estudiado por Miller (*op. cit.*) y Wardlaw *et al.* (*op. cit.*), en Coahuila, se hace la propuesta bioestratigráfica siguiente (fig. 50).

Miller (<i>op. cit.</i> , 1944)		Wardlaw <i>et al.</i> , 1979	
zona:	subzona:	zona:	subzona:
	<i>Timorites schucherti</i>		<i>Timorites schucherti</i>
sup. pt	<i>Waagenoceras dieneri</i>	<i>Mexioceras guadalupense</i> (= <i>W. guadalupense</i>)	<i>W. girtyi</i>
	<i>Agathiceras girtyi</i>	<i>W. dieneri</i>	
PERMICO			
inf. pt.	<i>Perrinites hilli</i>		<i>P. vidriense</i> (= <i>Perrinites hilli</i>)

Fig. 50. Propuesta bioestratigráfica con goniatites para el Pérmico pt., de Las Delicias, Coahuila. Miller (*op. cit.*) restringe la subzona con *Mexioceras guadalupense* (zona con *Waagenoceras dieneri*), y Wardlaw *et al.* (*op. cit.*) dan una distribución estratigráfica diferente a ambas unidades. La especie *dieneri* ha sido incluida en el género *Demarezzites* (Glenister y Furnish, 1987).

En cambio, en la propuesta de Wardlaw *et al.* (1979), sobre la sección de la misma localidad de Las Delicias, Coahuila, se observa que la distribución estratigráfica de los cyclolóbidos mencionados varía bastante (fig. 50). Para confundir más el caso, está la opinión de Glenister y Furnish (1987, p 995), quienes consideran a *Waagenoceras dieneri* de Coahuila, como perteneciente al género *Demarezzites*.

El caso anterior representa, a nuestro parecer, una serie de problemas bioestratigráficos, propuestas filogenéticas (Zhao, *op. cit.*) y conceptos de orden nomenclatural, según los autores mencionados; algunas deben resolverse sólo con un estudio riguroso, de esa localidad del norte de México.

Superfamilia THALASSOCERATACEAE Hyatt, 1900. Concha involuta, globulosa a subdiscoidal, línea de sutura amonítica, formada por un prominente lóbulo ventral bifurcado, el lateral y el umbilical. Edad: Pérmico.

Familia THALASSOCERATIDAE Hyatt, 1900. Formas con línea de sutura denticulada, desde la base de los lóbulos hasta la cima de las sillas. Edad: Pérmico.

Se impone hacer algunas observaciones sobre los talassocerátidos, categoría sistemática propuesta por Hyatt (1900), a nivel de familia, donde incluyó solamente al género del Pérmico, *Thalassoceras* Gemmellaro, 1887, con línea de sutura amonítica.

Miller y Furnish (1940) ampliaron la Familia Thalassoceratidae, cuando describieron los géneros *Eothalassoceras* y *Epithalassoceras*, del Pensilvánico-Pérmico Inferior y base del Pérmico Superior, respectivamente, al anexarlos a aquella unidad; donde sólo tomaron en cuenta la línea de sutura, con pocos elementos: lóbulo ventral muy ancho, uno lateral y otro umbilical.

Asimismo, Miller (*in King et al.*, 1944, fig. 10; y *Treatise*, pt. L, fig. 109) ilustró la posible evolución de la Familia Thalassoceratidae, a través de sus géneros, cuyos representantes primitivos de línea de sutura ceratítica (*Eothalassoceras*), del Pensilvánico-Pérmico Inferior, evolucionaron a formas con línea de sutura amonítica (*Thalassoceras* y *Epithalassoceras*), en el Pérmico (fig. 51).

Cabe recordar que los representantes de la Familia Thalassoceratidae, con diferente forma de concha, fueron incluidos en el *Treatise*, pt. L, en la Superfamilia Dimorphocerataceae Hyatt, 1884. Por su parte, Kullmann (1980) reunió a las familias Thalassoceratidae y Bisatoceratidae, en la Superfamilia Thalassocerataceae, que él propuso, según las siguientes consideraciones: "... Thalassoceratidae separated from *Bisatoceras* at the end of the Carboniferous period and experienced an increasing serration and digitation of the lobes, but without increase of the number of lobes...".

Por su parte, Wiedmann y Kullmann (1980) tomaron las observaciones de Miller (*op. cit.*) y del *Treatise*, pt. L, para caracterizar esta superfamilia: evolución filogenética de la línea de sutura, sólo por aumento de digitaciones lobulares.

Es evidente que el caso anterior representa otro ejemplo de variabilidad morfológica de la línea de sutura, en representantes del Suborden Goniatitina, que merece ser reestructurado debido a la adquisición, en una etapa de su evolución filogenética, de una línea de sutura muy denticulada de tipo amonítico, en el Pérmico (fig. 51).

En efecto, entre esos géneros hay diferencias muy grandes, *Eothalassoceras* sólo tiene denticulaciones en la base de los lóbulos y la silla ventral es tan alta como la primera silla lateral. En cambio *Thalassoceras* y *Epithalassoceras* son muy denticulados en toda su estructura sutural, incluso hasta en la cima de las sillas; este último tiene una silla ventral muy pequeña.

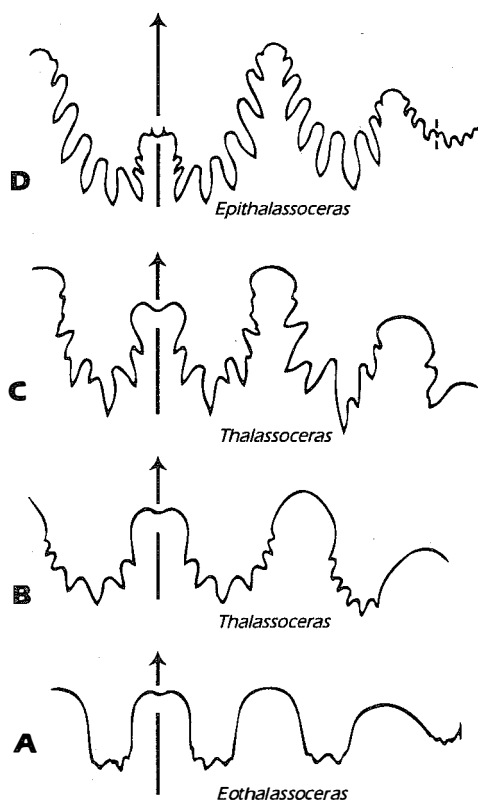


Fig. 51. Propuesta evolutiva de géneros de la Familia Thalassoceratidae, según Miller (*in* King *et al.*, 1944) y Treatise, pt. L (1957). La línea de sutura ceratítica, en *Eothalassoceras* (A) (x 2.5), del Pensilvánico, adquiere lóbulos denticulados que afectan a las sillar, al originar una estructura sutural amonítica, en *Thalassoceras* (B y C) (x 2.5), del Pérmico Inferior de Texas y de Sicilia, respectivamente, y en *Epithalassoceras* (D), del Pérmico Superior de Coahuila (x 3).

Por nuestra parte consideramos que el género *Eothalassoceras*, con línea de sutura ceratítica, debe separarse para ser incluido en el Suborden Popanoceratina subord. nov., donde se agrupan formas con ese tipo de estructura sutural. Por lo que se propone la Familia **Eothalassoceratidae fam. nov.**, para formas globulosas e involutas, del Pensilvánico-Pérmico Inferior, con línea de sutura ceratítica, como el género anterior.

En cambio, la Familia Thalassoceratidae Hyatt, 1900, debe restringirse a formas con línea de sutura amonítica, por lo tanto pertenecen a formas muy evolucionadas del Suborden Cyclolobitina subord. nov.; la concha es involuta, semiglobulosa a discoidal, de lados aplanados. En esa familia se reúnen los géneros *Thalassoceras* y *Epithalassoceras*, del Pérmico Inferior-base del Pérmico Superior. Tanto por las formas diferentes de conchas, como de las líneas de sutura y distribución estratigráfica, esos tres géneros deben ser separados en dos unidades supragenéricas, como ha sido propuesto.

Un caso más, para ser analizado en los talasocerátidos, se presenta en los bisatoceratinos; en efecto, es de recordar que en el Treatise, pt. L (L20) sólo fue descrita la Subfamilia Bisatoceratinae, como perteneciente a la Familia Goniatitidae. En cambio, Kullmann (1980) eleva aquella subfamilia a la categoría de familia, según sus observaciones; lo anterior da como resultado que esa unidad sea incluida inapropiadamente, en otra categoría sistemática, como se aprecia en el cuadro comparativo de la figura 52.

	<i>Treatise, pt. L, 1957</i>	Kullmann, 1980
Suborden:	G O N I A T I T I N A	Hyatt, 1884
Superfamilia:	GONIATITACEAE de Haan, 1825	THALASSOCERATACEAE Hyatt, 1900
Familia:	GONIATITIDAE de Haan, 1825	BISATOCERATIDAE Miller y Furnish, 1957
Subfamilia	BISATOCERATINA Miller y Furnish, 1957	

Fig. 52. Dos clasificaciones sistemáticas de talasocerataceos del Pensilvánico, según los autores que se indican.

Género *Epithalassoceras* Miller y Furnish, 1940. Concha involuta, subdiscoidal, vueltas comprimidas, aplanadas lateralmente, sobre todo hacia la parte lateroventral, ahí hay finas estrías longitudinales. Lóbulo ventral muy ancho y bifurcado por una corta silla ventral; el lóbulo lateral y el umbilical tienen fuerte digitación, desde la base hasta la cima de las dos sillas laterales; éstas son triangulares, anchas en la base y estrechas en la cima. Edad: Pérmico Superior.

Lámina IX, figs. 6 y 10. *Epithalassoceras ruzencevi* Miller y Furnish, de la zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, in King et al., 1944).

Esta especie tiene dos sillas y dos lóbulos laterales, la primera silla es alta, de aspecto triangular dentado. El género *Epithalassoceras*, monoespecífico, está representado por la especie antes señalada. Como otros géneros de goniatites antes discutidos, la posición sistemática del género *Epithalassoceras* ha variado, según ciertos paleontólogos (fig. 53).

Orden MEDLICOTTIIDA Zakharov, 1983

Como casi todos los grupos de cefalópodos del Paleozoico, los medlicótidos han sido objeto de varias propuestas de clasificación; el *Treatise; pt. L* y Teichert (1967) incluyeron a este grupo de la Superfamilia Medlicottiaceae Karpinsky, 1889, en el Suborden Prolecanitina Miller y Furnish, 1954. Posteriormente, varios paleontólogos (Glenister y Furnish, 1980; Kullmann, 1980; y Wiedmann y Kullmann, 1980) consideraron que esa superfamilia debía integrarse a una categoría superior, el Orden Prolecanitida, creada por ellos a partir de la propuesta original a nivel de suborden, según Miller y Furnish (1954).

En cambio, Zakharov (1988) elevó esos fósiles, del Carbonífero-Triásico Inferior, a la categoría de Orden Medlicottiida Zakharov (1983), y los subdividió en dos superfamilias; al mismo tiempo, cuestionó las recomendaciones de Teichert (1967), de incluir a los medlicotaceos en los prolecaninos, por considerar a estos últimos como un grupo sin unidad natural.

Treatise, pt. L, 1957

Glenister y Furnish, 1980;
y Kullmann, 1980

Cantú (presente estudio)

Suborden:

G O N I A T I T I N A Hyatt, 1884 CYCLOLOBITINA subord. nov.

Superfamilia:

DIMORPHOCERATAEAE THALASSOCERATAEAE Hyatt, 1900
Hyatt, 1884

Familia:

T H A L A S S O C E R A T I D A E Hyatt, 1900

Género:

E P I T H A L A S S O C E R A S Miller y Furnish, 1940.

Fig. 53. Relación sistemática supragenérica del género *Epithalassoceras*, del Pérmico Superior de México, según los autores que se indican.

Las bases propuestas por Zakharov (1988), para separar el Orden Medicottiida de otros grupos, se centran en la constitución de la línea de sutura primaria trilobada (VLU), que lo diferencia de otras unidades, al tomar en cuenta el desarrollo lobular de la misma. Sin embargo, este autor confronta extrañamente, categorías de diferente nivel sistemático: familias con órdenes. Las diferentes propuestas sistemáticas que involucran a los medicótidos se sintetizan en el cuadro de la figura 54; en muchos de los casos faltan unidades intermedias. Aquí optamos por describir a esos fósiles del Pérmico de México, a partir de la superfamilia.

Superfamilia MEDLICOTTIACEAE Karpinsky, 1889. Concha con vientre aplanado, ombligo pequeño y nódulos o costillas ventrolaterales. Primera silla dentada y primer lóbulo lateral y lóbulos auxiliares simples o bifurcados. Edad: Misisípico Superior-Triásico.

Familia MEDLICOTTIIDAE Karpinsky, 1889. Concha involuta, discoidal, lóbulo ventral angosto y dentado, varios lóbulos laterales. Edad: Pensilvánico Inferior-Triásico Inferior.

Nassichuk *et al.* (1965) consideran fundamental el tipo de subdivisión de la línea de sutura, en la parte ventrolateral, para clasificar a representantes de esta familia.

**Treatise, pt. L, 1957;
y Teichert, 1967**

**Glenister y Furnish, 1980; y
Wiedmann y Kullmann, 1980**

Zakharov, 1988

Orden:

AMMONOIDEA Zittel, 1884

PROLECANITIDA Miller y
Furnish, 1954

MEDLICOTTIIDA Zakharov, 1983

Suborden:

PROLECANITINA

Miller y Furnish, 1954

Superfamilia:

M E D L I C O T T I A C E A E Karpinsky, 1889

Familia:

M E D L I C O T T I I D A E Karpinsky, 1889

Fig. 54. Diferentes propuestas sistemáticas de los medicótididos, según los autores que se indican.

Subfamilia MEDLICOTTIINAE Karpinsky, 1889. Lóbulos auxiliares bifurcados. Edad: Pensilvánico Superior-Triásico Inferior.

La Subfamilia Medicottiinae se diferencia de la Subfamilia Uddenitinae Miller y Furnish, 1940, del Pensilvánico, porque en esta última unidad, los lóbulos no están divididos (fig. 17A).

En Coahuila se conocen tres géneros de la Subfamilia Medicottiinae, cuyas diferencias estriban en la línea de sutura, a saber (fig. 55 y lám XIII, fig. 3):

- asimetría del primer lóbulo lateral: *Neogeoceras*,
- simetría del primer lóbulo lateral:
 - con sillas subdivididas: *Eumedlicottia*, o
 - con sillas espatuladas: *Medlicottia*.

Algunos paleontólogos no consideran propiamente como primero y segundo lóbulos laterales, las primeras estructuras de la línea de sutura; por lo cual, cuando los describen los ponen entre comillas.

Género *Neogeoceras* Ruzhentsev, 1947. Concha involuta y semilenticular, vientre relativamente ancho y ligeramente cóncavo, con rebordes angulosos y una depresión o surco bajo, costillas en las regiones ventrolaterales. Edad: Pérmico Superior.

Lámina XV, figs. 3 y 4, *Neogeoceras girtyi* (Miller y Furnish). Edad: zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller in King et al., 1944).

El primer lóbulo lateral, bifurcado asimétricamente, tiene la comisura ventral más profunda que la dorsal; sólo el segundo lóbulo está bifurcado simétricamente, los otros lóbulos laterales tienen bifurcación asimétrica. La primera silla lateral posee tres a cinco comisuras en el lado ventral y cuatro a seis en el lado dorsal (fig. 55).

Género *Eumedlicottia* Spath, 1934. Concha delgada, lenticular e involuta; vientre acanalado, formado por dos rebordes ventrolaterales agudos. Primera silla lateral alta y dentada, lóbulos ventral y laterales bifurcados simétricamente, algunas sillas laterales tienen subdivisiones. Edad: Pérmico.

Lámina XIII, figs. 1, 6, 9 y 10, *Eumedlicottia whitneyi* (Böse). Edad: zona con *Perrinites*, Pérmico Inferior. Las Delicias, Coahuila. Figs. 1 y 6 (Miller *op. cit.*) y figs. 9 y 10 (*Treatise*, pt. . L) especie tipo, ejemplar de comparación, Texas, USA.

Lámina XIII, figs. 2, 4, 5, 7 y 8, *E. burckhardti* (Böse). Edad: zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (*in* Miller, *op. cit.*).

Líneas arriba, cuando se señalaron algunos de los caracteres morfológicos que utilizaron los especialistas para diferenciar entre sí, a representantes de la categoría sistemática de especie, ese rubro fue ilustrado con algunos de los argumentos de Nassichuk (*op. cit.*), quien se apoyó en especies del género *Eumedlicottia*, como las de Coahuila antes indicadas.

Género *Medlicottia* Waagen, 1880. Concha discoidal e involuta, sillas espatuladas. Edad: Pérmico.

Lámina XIII, fig. 3, *Medlicottia costellifera* Miller y Furnish. Edad: zona con *Perrinites*, Pérmico Inferior. Las Delicias, Coahuila (*in* Miller *op. cit.*); obsérvese en la concha de ese ejemplar la línea de sutura con sillas espatuladas.

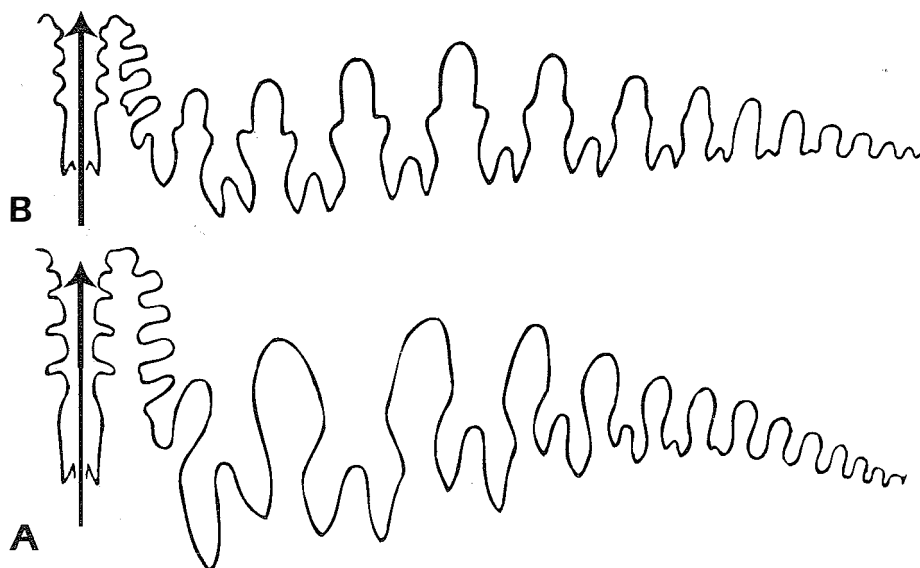


Fig. 55. Tres géneros de la Subfamilia Medlicottiinae, presentes en el Pérmico de Coahuila (Miller *in* King *et al.*, 1944), se diferencian por el **primer lóbulo lateral**:

- **asimétrico:** *Neogeoceras* (A) (x 7),
- **simétrico, con sillas**
 - **subdivididas:** *Eumedlicottia* (B) (x 2),
 - **espatuladas:** *Medlicottia* (ver lám. 13, fig. 3).

Los medlicotinos de Coahuila tienen la distribución estratigráfica siguiente (*in* Miller, *op. cit.*):

- *Eumedlicottia whitneyi* (Böse), zona con *Perrinites*, Pérmico Inferior,
- *E. burckhardti* (Böse), zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior,
- *Medlicottia costellifera* Miller y Furnish, zona con *Perrinites*, Pérmico Inferior,
- *Neogeoceras girtyi* (Miller y Furnish), zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior.

De Patlanoaya, Puebla (Centro de México) se ilustraron dos fragmentos de amonoideos como pertenecientes a *Medlicottia* sp. (Villaseñor *et al.*, 1989, lám. 4, figs. 2 y 3); representan sólo regiones lateroventrales con costillaje fino, que resulta insuficiente para ubicarlos genéricamente en los medlicotinos.

Subfamilia SICANITINAE Noetling, 1904. Concha discoidal, lados paralelos y vientre plano, ciertos géneros son lenticulares, muy delgados; rebordes ventrolaterales nodulosos. Primera silla lateral con denticulaciones intermedias, sillas auxiliares redondas o espatuladas; los primeros lóbulos auxiliares, del lado ventral, están bifurcados desigualmente. Edad: Pérmico.

La forma de la primera silla lateral sirve para diferenciar entre sí a las subfamilias Sicanitinae y Medlicottiinae:

- ancha y con denticulaciones en la parte superior, en la primera unidad; o
- alargada y con denticulaciones laterales en los medlicotinos.

Género *Difuntites* Glenister y Furnish, 1988. Concha pequeña probablemente menos de 35 mm en estadios maduros, lisa, involuta, sección de vuelta rectangular, más alta que ancha; surco ventral rodeado de dos hileras paralelas de prominentes nódulos ventrolaterales radiales. Lóbulo ventral anguloso, alargado y trifurcado; primera silla lateral baja, ancha y subdividida asimétricamente en su parte superior; primer lóbulo lateral (L₁) asimétricamente bifurcado, más ancho que el segundo lóbulo lateral (U₁) en todos los estadios de crecimiento. Sillas auxiliares redondas y lóbulos auxiliares bifurcados. Edad: Pérmico Superior (Guadalupeano).

Lámina IX, figs. 2 y 3, *Difuntites hidius* (Ruzhentsev) (= *Propinacoceras* sp., *in* Miller, *op. cit.*, p 83, lám. 22, figs. 5 y 6; según Glenister y Furnish, 1988, p 58); zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila.

Difuntites, cuyo nombre deriva del Arroyo La Difunta, en Las Delicias, Coahuila, se diferencia de otros sicanitinos por poseer un primer lóbulo lateral más ancho que el segundo lóbulo lateral, en todos los estadios de crecimiento. Según Glenister y Furnish (1988), ese género puede parecerse a medlicótidos más antiguos, de la Subfamilia Uddentinae, por tener ambos una primera silla lateral simple; sólo que los lóbulos son bifurcados en aquel género, así como en otros representantes de la Subfamilia Sicanitinae, en cambio en los udenitidos son generalmente simples.

Los mismos paleontólogos antes citados señalan mucha similitud entre *Difuntites hidius* (Ruzhentsev, 1976) y *Propinacoceras beyrichi* Gemmellaro (1887), cuando se comparan ejemplares de tamaños semejantes; sólo se diferencian por el tamaño del primer lóbulo lateral (L₁) y la dirección del segundo lóbulo lateral (U₁), como se observa en la figura 56.

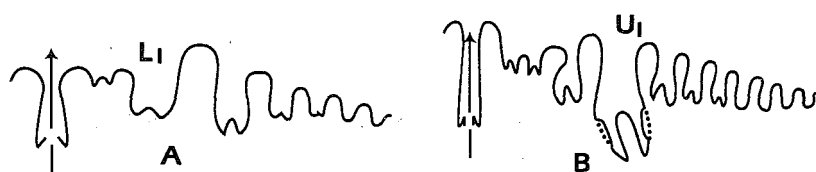


Fig. 56. Diferencias morfológicas en la línea de sutura de dos géneros de medicótidios sicanitinos del Pérmico, según el tamaño del primer lóbulo lateral (L1) y la dirección del segundo lóbulo lateral (U1):

- A L1 más ancho que U1, ambos paralelos: *Difuntites hidius* (Ruzhentsev), de Coahuila,
- B L1 más angosto y pequeño que U1, éste es alargado e inclinado: *Propinacoceras beyrichi* Gemmellaro, de Sicilia; según Glenister y Furnish (1988). Obsérvese que estos autores compararon detalles suturales de géneros diferentes.

Orden CERATITIDA Hyatt, 1884

Formas con protosutura latisillada a angustisillada, cuellos septales dirigidos hacia adelante, en estadios adultos predominan los lóbulos dentados en la base; ciertos grupos primitivos del Pérmico poseen estructuras lobulares simples. Concha con ornamentación y tipo de enrollamiento muy variado. Pérmico-Triásico.

Los primeros ceratites aparecen en la cima del Pérmico Inferior, se continúan en el Pérmico Superior y se extienden e irradian en el Triásico; se considera que derivan de los Daaelitidae (Prolecanitina), del Misisípico Superior-Pérmico. La línea de sutura de estos dos grupos es muy semejante, en cuanto a la presencia de denticulaciones lobulares basales.

En el Pérmico Superior sobresale la Superfamilia Xenodiscaceae, también hay algunos representantes de la Superfamilia Otocerataceae, la cual es predominantemente del Triásico.

Spinosa *et al.* (1975) separan a los dos grupos de ceratites, que están en el límite Paleozoico-Mesozoico, por la línea de sutura: trilobada en los del Pérmico y tetralobada en los representantes del Triásico. Los mismos autores proponen otros argumentos sobre el origen de algunos de los elementos suturales, como el lóbulo umbilical (U), que permitiría diferenciar a los dos grupos presentes en los sistemas antes señalados.

Tanto en el Pérmico como en el Triásico confluyen los órdenes Medlicottiida y Ceratitida; sin embargo, la ausencia de goniatites en el Triásico permite diferenciar el Paleozoico del Mesozoico. Otros caracteres particulares a la línea de sutura serán proporcionados más adelante, para diferenciar dos eras geológicas, el Paleozoico del Mesozoico, según Wiedmann (1973).

Independientemente de las discusiones sobre los ceratites del límite Pérmico-Triásico, basadas en la ontogenia de la línea de sutura, para fines prácticos consideramos que una forma de diferenciar la sutura goniatítica de una ceratítica, en estadios adultos, está en la forma de los lóbulos.

En goniatites, los lóbulos ventral (V) y lateral (L) son de lados divergentes, lisos y base angulosa; en bastantes géneros del Pérmico, los lóbulos tienen muchas digitaciones en toda su estructura, que dan una apariencia amonítica. En ese periodo también hay formas con lóbulos de lados paralelos. Líneas arriba, este último carácter lobular denticulado, permitió proponer una diferenciación sistemática de ese grupo.

En ceratites, los lóbulos ventral, lateral e interno (II) son de lados casi paralelos, con forma rectangular o arredondeada en su base; filogenéticamente las denticulaciones basales de los lóbulos aparecen a partir de formas de la cima del Guadalupeano, Pérmico Superior.

Spinosa <i>et al.</i> (1970 y 1975)	Shevyrev y Ermakova (1979)	Tozer (1980)	Glenister y Furnish (1980)
Orden: C E R A T I T I D A Hyatt, 1884			AMMONITIDA Agassiz, 1847
Suborden:	PARACELITINA, Shevyrev, 1968		CERATITINA Hyatt, 1884
Superfamilia: X E N O D I S C A C E A E Frech, 1902			
Familias: X E N O D I S C I D A E Frech, 1902			
DZHULFITIDAE Shevyrev, 1965			
	PARACELITIDAE Spath, 1930		
Subfamilias: PARACELITINAE Spath, 1930	■	■	■
XENODISCINAE Frech, 1902	■	■	■
Suborden:			
■	OTOCERATITINA Shevyrev y Ermakova, 1979	■	■
Superfamilia: O T O C E R A T A C E A E Hyatt, 1900			
Familias: O T O C E R A T I D A E Hyatt, 1900			
A R A X O C E R A T I D A E * Ruzhentsev, 1959			■
Subfamilias: ARAXOCERATINAE Ruzhentsev, 1959	■	■	ARAXOCERATINAE Ruzhentsev, 1959
OTOCERATINAE Hyatt, 1900	■	■	■

Fig. 57. Sistemática de los ceratites del Pérmico, según los autores que se indican; para algunos paleontólogos el valor de las unidades varía; así, la categoría de orden corresponde a suborden (Glenister y Furnish, *op. cit.*); lo mismo se observa en el caso de unidades como familia y subfamilia.

* La Familia Araxoceratidae es considerada como tal, en un estudio anterior de Spinosa *et al.* (1979).

SISTEMATICA DE LOS CERATITES. En el Pérmico de México hay representantes de ceratites, por lo que se impone analizar su posición sistemática que ha variado; en el cuadro sinóptico de la figura 57 hemos incluido las diferentes propuestas sobre la clasificación de este grupo fósil. Algunos autores proponen considerar al Orden Ceratitida, al mismo nivel sistemático que el Orden Ammonitida (Spinosa et al., 1975; Shevyrev y Ermakova, 1979; y Tozer, 1980).

En la clasificación de ceratites, según Tozer (op. cit.), no hay la categoría de suborden, del Orden Ceratitida se pasa a la Superfamilia Xenodiscaceae; además, éste autor no propone la categoría de subfamilia. En cambio, Glenister y Furnish (1980) consideran al Suborden Ceratitina, como perteneciente al Orden Ammonitida (fig. 57). Algunos de esos autores no incluyen ciertas categorías inferiores; por lo mismo, el cuadro de la figura anterior muestra esas ausencias.

Suborden PARACELITINA Shevyrev, 1968

Concha discoidal, ombligo muy ancho, ornamentada, con costillas o estrías sinuosas o radiales, tubérculos ventrales. Línea de sutura trilobada, estructuras lobulares lisas; desarrollo particular del lóbulo umbilical: presente en la protosutura, desaparece en estadios adultos. Edad: cima del Pérmico Inferior-Pérmico Superior.

Zakharov (1988) considera a estos fósiles como pertenecientes a una categoría sistemática especial: Orden Paracelitida, creada originalmente como Suborden Paracelitina, por Shevyrev (1968); en cambio, Wiedmann y Kullmann (1980) rechazan tal propuesta por considerar insuficiente la información disponible.

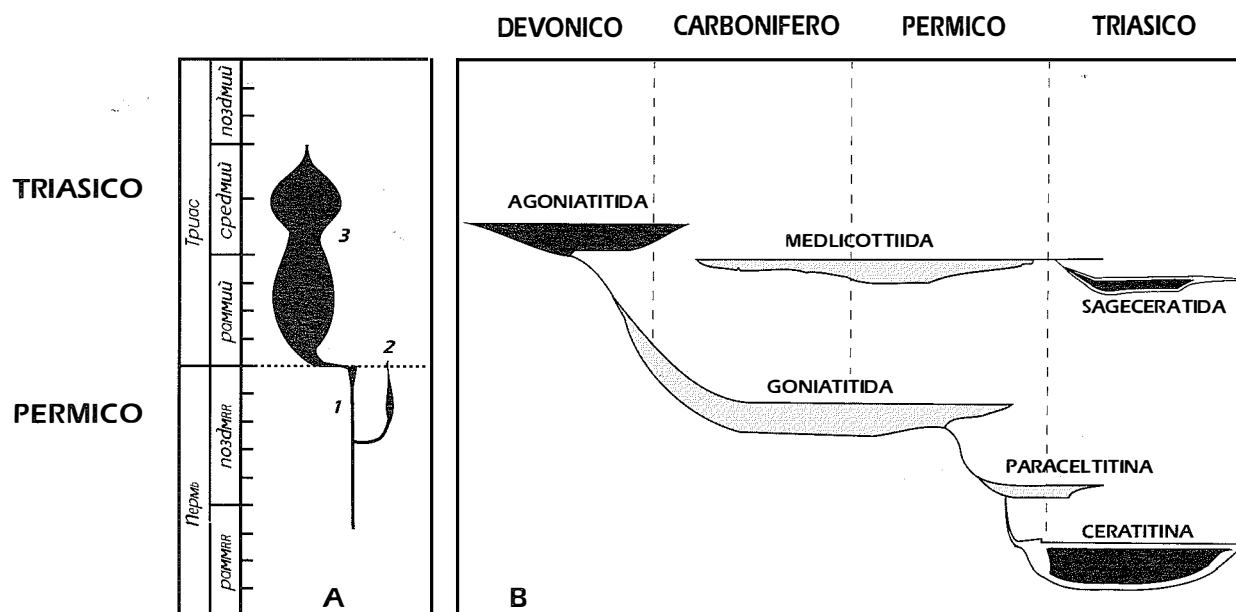


Fig. 58. Relaciones sistemáticas de los ceratites, según Shevyrev y Ermakova (1979) (A) y Zakharov (1988) (B). El Suborden Paracelitina (A1), de la cima del Pérmico Inferior al Pérmico Superior, fue elevado a la categoría de Orden Paracelitida, por Zakharov (op. cit.). Los otros dos subórdenes son Otoceratina, del Pérmico Superior a la base del Triásico, y Ceratitina del Triásico (A2 y 3).

La figura 58 muestra la relación sistemática de este grupo de ceratites, como lo concibe Zakharov (1988), en una categoría superior: Orden Paraceltitida.

Superfamilia XENODISCACEAE Frech, 1902. Concha discoidal y evoluta, línea de sutura primaria con tres o cuatro lóbulos, cuando son del Pérmico o del Triásico, respectivamente; los estadios adultos tienen seis u ocho lóbulos. Edad: Pérmico Inferior-Triásico.

En las descripciones de los ceratites, proporcionadas por Spinoso *et al.* (1975), se incluyen los lóbulos de ambos lados, cuando se cuentan esas estructuras, más el ventral y el dorsal.

Asimismo, en todas las descripciones de los ceratites del Pérmico, proporcionadas por estos autores, sobresalen los análisis concernientes a la ontogenia de los grupos estudiados; raramente hacen alusión a líneas de sutura en estadios adultos, que permitan diferenciar a las familias mencionadas.

Los xenodiscaceos representan uno de los grupos de ceratites claves, para diferenciar el Pérmico del Triásico, con ellos se inicia propiamente este último grupo. Los representantes de aquellos, inclusive a nivel genérico (*Xenodiscus*), han sido muy discutidos por varios especialistas, al tomar en cuenta lo siguiente:

- línea de sutura primaria trilobada (Pérmico) o tetralobada (Triásico), y
- presencia en estadios adultos de todos los lóbulos internos, excepto el dorsal, en el Pérmico, o externos en el Triásico (*in* Spinoso *et al.*, 1975; Tozer, 1980).

Familia XENODISCIDAE Frech, 1902. Concha comprimida, discoidal, evoluta, lisa o con costillas laterales, vientre arredondado o anguloso. Línea de sutura pseudogoniática o ligeramente ceratítica radial; elementos suturales lisos, con dos lóbulos laterales.

Para Spinoso *et al.* (1975), los géneros de esta familia tienen seis u ocho lóbulos en total, generalmente todos externos, excepto el dorsal. Edad: Cima del Pérmico Inferior-Pérmico Superior (Changsingiano).

Subfamilia PARACELTITINAE Spath, 1930. Seis u ocho lóbulos lisos, o débil e irregularmente ceratíticos. Edad: Pérmico (Roadian-Capitaniano).

Género *Paraceltites* Gemmellaro, 1887. Concha evoluta, comprimida lateralmente, vientre arredondado, con finas estrías sinuosas, línea de sutura pseudogoniática (lóbulos y sillas arredondeados, lisos, no angulosos). Edad: Pérmico (cima Roadiano-Guadalupeano).

Lámina XIV, figs. 2 a 4, *Paraceltites ornatus* Miller y Furnish. Edad: zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller *in* King *et al.*, 1944).

Lámina XIV, figs. 7 y 14, *Paraceltites rectangularis* Miller. Edad: zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (*in* Miller, *op. cit.*).

Lámina XIV, figs. 8 y 13, *P. altudensis* (Böse). Edad: zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (*in* Miller, *op. cit.*).

Lámina XIV, figs. 11 y 12, *P. elegans* Girty. Edad: Pérmico. Texas, USA. Ejemplar de comparación (*in* Treatise, pt. L). Miller (*op. cit.*, p 123) caracteriza a la especie *P. altudensis* (Böse) por la forma del vientre, aplanado y subanguloso en los márgenes, en estadios adultos.

Género *Cibolites* Plummer y Scott, 1937. Concha semiinvoluta, subdiscoidal, lisa o con estrías sinuosas, lados aplanados, sección de vuelta más alta que ancha, vientre agudo. Línea de sutura con lóbulos arredondeados y sin incisiones basales. Edad: Pérmico Superior (Guadalupeano).

Lámina XIV, figs. 1, 5 y 6, *Cibolites mojsisovicsi* Miller. Edad: zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (*in* Miller, *op. cit.*).

Lámina XIV, figs. 9 y 10, *C. uddeni* Plummer y Scott (*in Treatise, pt. L*); Texas, USA, ejemplar de comparación. El vientre anguloso y ombligo pequeño de *Cibolites* lo diferencia de su ancestro, *Paraceltites*.

Subfamilia XENODISCINAE Frech, 1902. Ocho lóbulos, con denticulaciones regulares en la base de los lóbulos laterales. Edad: Pérmico Superior.

Género *Xenodiscus* Waagen, 1879. (= *Xenodiscites* Miller y Furnish, 1940). Concha evoluta, discoidal, de lados planos y vientre agudo, lóbulos ligeramente denticulados en la base. Edad: Pérmico Superior.

Lámina XV, figs. 5, 6 y 9, *Xenodiscus waageni* Miller y Furnish. Edad: zona con *schucherti*, Pérmico Superior (*in* Miller, *op. cit.*).

Suborden OTOCERATINA Shevyrev y Ermakova, 1979

Concha evoluta o involuta, lisa u ornamentada. Línea de sutura ceratítica, trilobada a tetralobada. Edad: Pérmico Superior a base del Triásico.

Se trata de una categoría sistemática controvertida, no es aceptada por un grupo de paleontólogos (Glenister y Furnish, 1980; y Tozer, 1980); otros la tienen en gran consideración y le adjudican la Superfamilia Otocerataceae Hyatt, 1900, a su vez subdividida en tres familias: Anderssonoceratidae, Araxoceratidae y Otoceratidae (*cf.* Shevyrev y Ermakova, 1979; y Zakharov, 1988).

Superfamilia OTOCERATACEAE Hyatt, 1900. Línea de sutura tendiendo a ser ligeramente ceratítica (denticulada en la base de los lóbulos). Edad: Pérmico Superior a base del Triásico.

Familia ARAXOCERATIDAE Ruzhentsev, 1959. Concha discoidal con vientre aplanado o tectiforme, a veces con quilla; prominente reborde umbilical; línea de sutura ceratítica con un total de 14 a 16 lóbulos. Se incluye a formas ancestrales con sólo diez lóbulos desarrollados, también pueden tener seis elementos adicionales incipientes (*cf.* Spinosa *et al.*, 1970). Edad: Pérmico Superior.

Género *Kingoceras* Miller, 1944. Concha semidiscoidal o semilenticular, semievoluta, vientre con quilla; en las primeras vueltas el reborde umbilical tiene nódulos. Línea de sutura con ocho lóbulos bien aislados; lóbulo ventral bifurcado y dos lóbulos laterales redondos profundos, sin denticulaciones basales; lóbulo dorsal también bifurcado. Edad: Pérmico Superior (Guadalupeano, Amarasiano).

Lámina XV, figs. 1 y 2, *Kingoceras kingi* Miller. Edad: suprayace a la zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (*in* Miller, *op. cit.*).

La figura 59 representa líneas de sutura de ejemplares adultos, de los géneros *Paraceltites*, *Cibolites*, *Xenodiscus* y *Kingoceras*, según material estudiado por Miller, *in* King *et al.* (1944), de Las Delicias, Coahuila. Sólo *Xenodiscus* tiene denticulaciones basales en los lóbulos laterales; generalmente en todos esos géneros, la segunda silla lateral es más alta que la primera, y el lóbulo ventral está bifurcado, subdividido por una silla ventral baja, casi rectangular.

Como el *Treatise*, pt. L (figs. 163 E) sólo ilustró la línea de sutura de *Kingoceras*, según material de Miller (*op. cit.*) (fig. 59), Howarth (1960, p 197) consideró pertinente redefinir ese género y además lo atribuyó a la Familia Xenodiscidae. Por su parte, Tozer (1980, p 88) cuestionó la validez de los géneros *Kingoceras* y *Eoaraxoceras*, como unidades independientes.

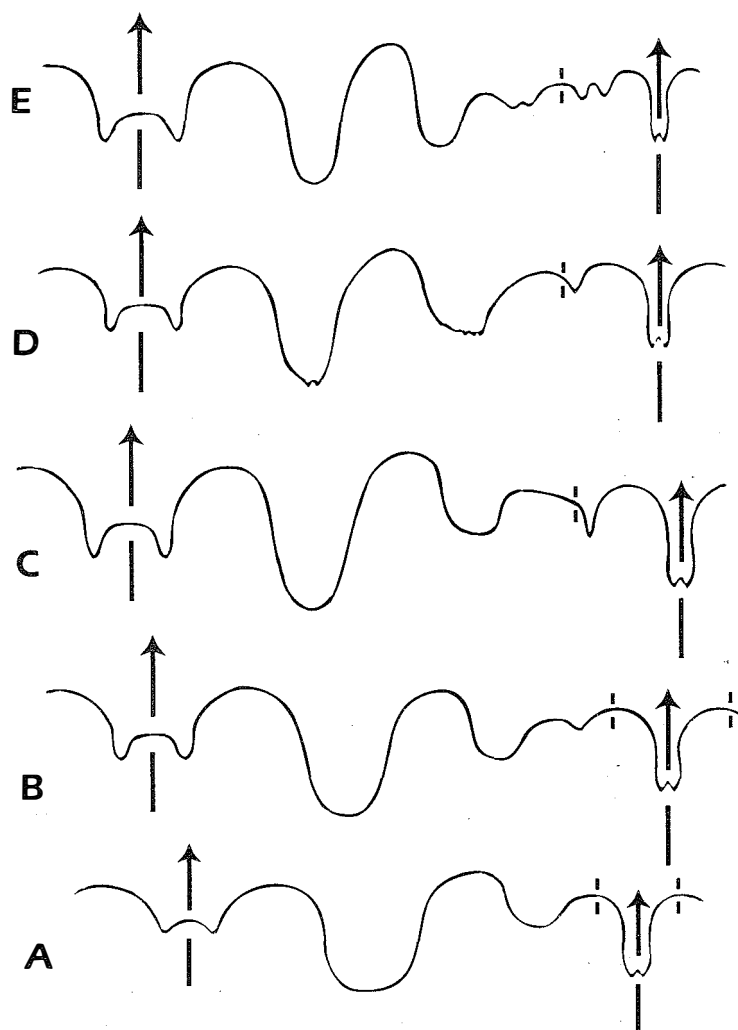


Fig. 59. Líneas de sutura de *Paraceltites* (A, x 15 y B, x 20), *Cibolites*, *Xenodiscus* y *Kingoceras* (C, D y E, x 10); cima del Pérmico Inferior al Superior, Las Delicias, Coahuila (Miller, *op. cit.*). Sólo *Xenodiscus* tiene denticulaciones en la base de los lóbulos laterales; en todos, la segunda silla lateral es más alta que la primera, y el lóbulo ventral está bifurcado y subdividido por una silla ventral baja, casi rectangular.

Género *Eoaraxoceras* Spinosa, Furnish y Glenister, 1970. Concha muy evoluta, vientre con ligera elevación quillada y pronunciado reborde umbilical. Línea de sutura con 10 lóbulos básicos, todos denticulados en la base, excepto el ventral y el dorsal. Edad: Pérmico Superior (Guadalupeano, Amarasiano).

Lámina XV, figs. 7, 8, 10 y 11, *Eoaraxoceras ruzhencevi* Spinosa, Furnish y Glenister. Edad: suprayace a la zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (*in Miller, op. cit.*), o Capas La Colorada, según Spinosa *et al.* (1970); quienes consideran a los araxocerátidos del Dzhulfiano, como formas más involutas y con sección de vuelta más diversificada, que los del Amarasiano. Otras observaciones proporcionadas por estos autores (*op. cit.*, p 733), para separar a este género de *Anderssonoceras* Grabau (1924), están relacionadas con:

- el tamaño del ombligo: grande en *Eoaraxoceras*,
- detalles de la línea de sutura: ausencia de denticulaciones en los lóbulos de *Anderssonoceras*.

Se trata de elementos que proporcionaron las bases para la diferenciación de la Familia Anderssonoceratidae (Ruzhentsev, 1959). En cambio, la línea de sutura de *Eoaraxoceras ruzhencevi* posee denticulaciones basales en los lóbulos, en estadios adultos (fig. 60), según Spinosa *et al.* (1970).

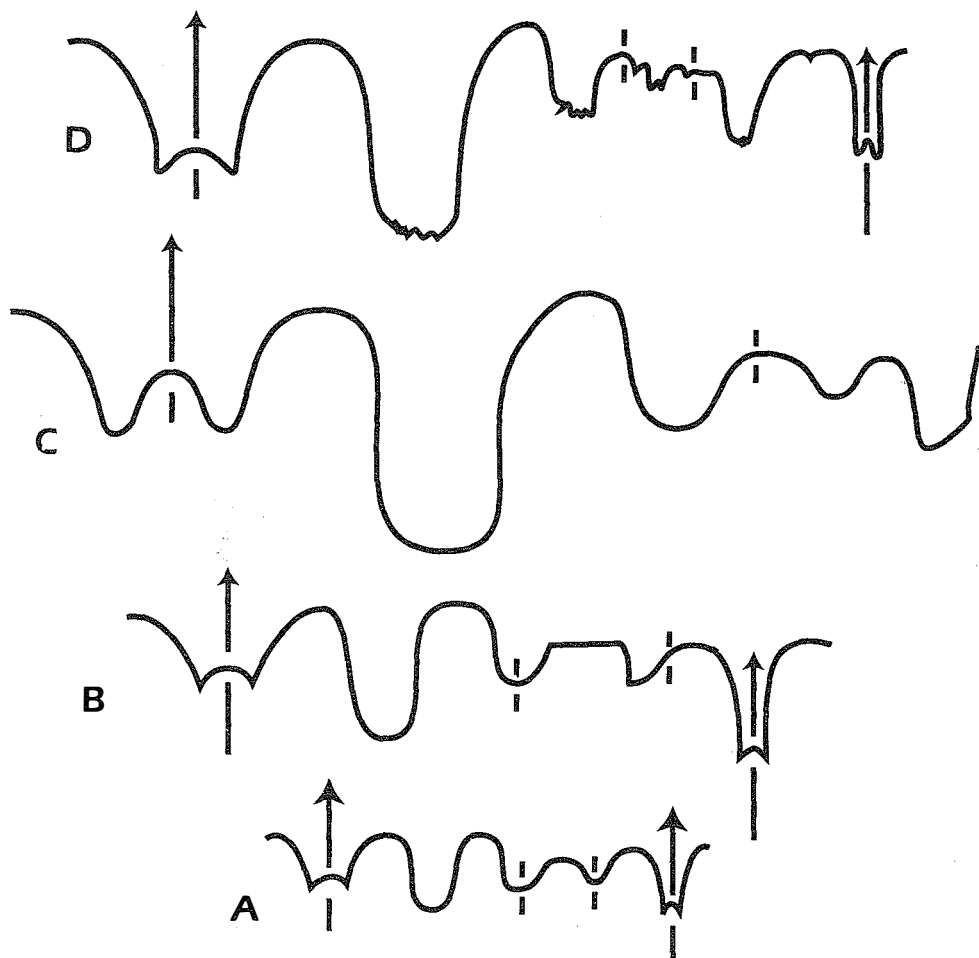


Fig. 60. Evolución ontogenética de la línea de sutura del ceratite *Eoaraxoceras ruzhencevi* Spinosa, Furnish y Glenister, del Pérmico Superior de Las Delicias, Coahuila. Secuencia ontogenética de un ejemplar paratipo (A-C: 4.6 mm, 7.1 mm, y 11.7 mm de diámetro, respectivamente). Línea de sutura entera de otro paratipo (D: 20.8 mm de diámetro); según Spinosa *et al.*, 1970.

A manera de información, se incluye la ilustración de los ceratites xenodiscidos y araxocerátinos del Pérmico (fig. 61), según Spinosa et al. (1975), quienes proponen dos líneas filogenéticas de esos fósiles, varios de esos géneros están presentes en Las Delicias, Coahuila. Obsérvese que el grupo más antiguo, formado por los géneros evolutos Paraceltites y Cibolites, posee línea de sutura preceratítica, es decir constituida por elementos arredondados, sin denticulaciones lobulares basales, son del Roadiano al Guadalupeano (Capitaniano). A partir del Amarasiano aparecen formas semievolutas, con los típicos lóbulos ceratíticos, denticulados en la base.

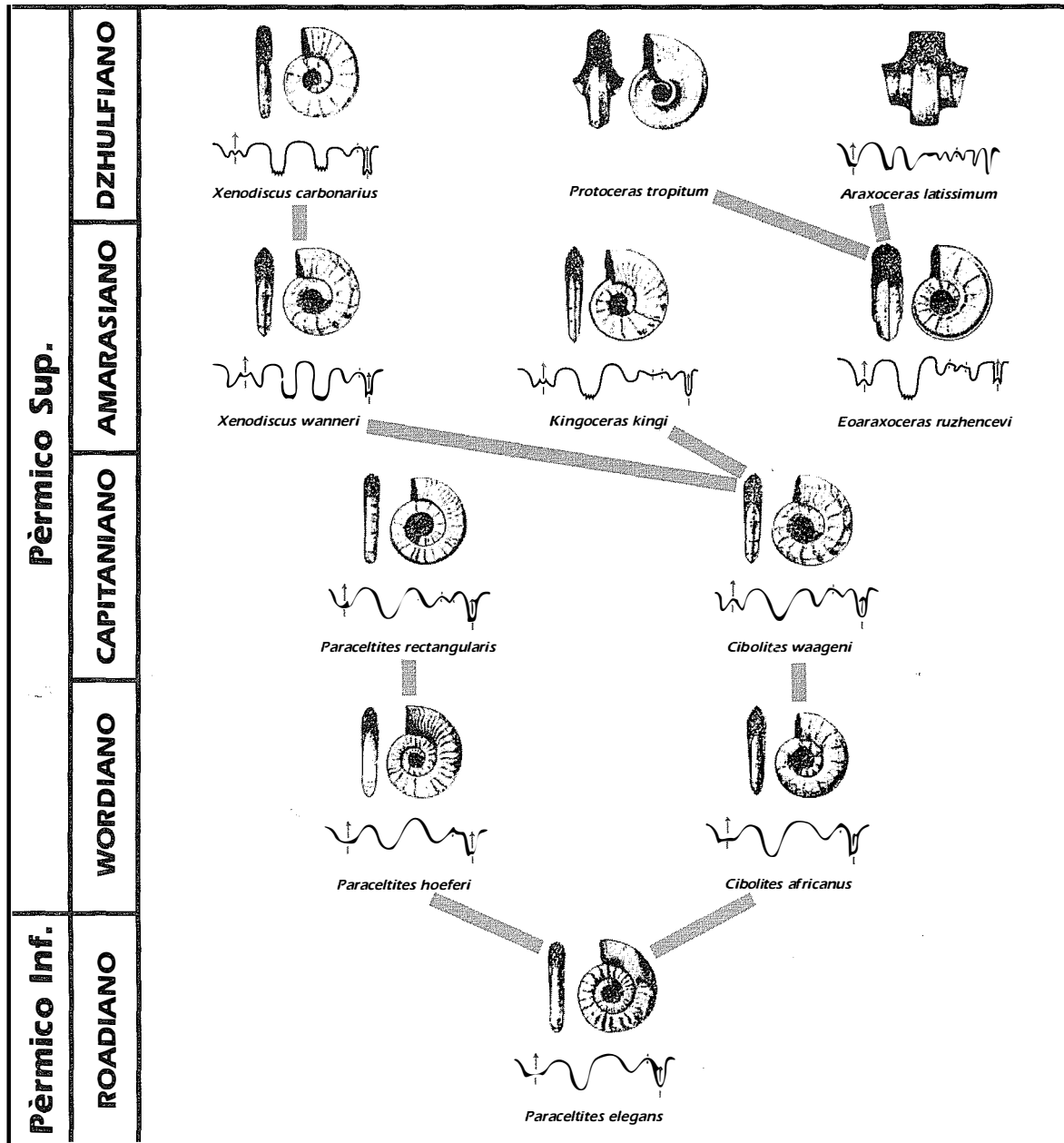


Fig. 61. Dos líneas filogenéticas de ceratites xenodiscidos y araxocerátidos del Pérmico, según Spinosa et al. (1975), varios de esos géneros están presentes en Las Delicias, Coahuila. Obsérvese el grupo más antiguo, géneros evolutos, Paraceltites y Cibolites, con línea de sutura preceratítica: elementos arredondados, sin denticulaciones lobulares basales, del Roadiano al Guadalupeano (Capitaniano). A partir del Amarasiano aparecen formas semievolutas, con lóbulos denticulados en la base, típicos de los ceratites.

IMPORTANCIA DE LOS AMONOIDEOS PARA DELIMITAR Y SUBDIVIDIR ERAS Y SISTEMAS GEOLOGICOS

EL LIMITE PALEOZOICO-MESOZOICO. Uno de los temas estratigráficos ignorado en el medio geológico-paleontológico de México, es aquel relativo a las bases científicas propuestas por los estratígrafos, para delimitar entre sí eras y sistemas geológicos.

Teóricamente se ha establecido la separación de la era paleozoica de la mesozoica, o lo que es lo mismo, el Pérmico del Triásico, a partir de la extinción y aparición de determinados grupos fósiles de invertebrados de origen marino. Asimismo, se han esgrimido argumentos obtenidos de conceptos tectónico-estructurales, climáticos o de edades radiométricas absolutas.

A ese respecto, en varias partes del mundo donde hay secuencias de origen marino se reivindica la posibilidad de establecer el límite Pérmico-Triásico, al apoyarse en cambios sedimentológicos, paleogeográficos y paleontológicos, con implicaciones regionales (cf. Logan y Hills, 1973).

Ciertos autores utilizan conceptos estratigráficos para diferenciar el Pérmico del Triásico, como serían grandes discordancias observadas en el sur de China y Japón, o invocan cambios morfológicos producidos en los fusulínidos, corales rugosos, braquiópodos y lamelibranquios (Kanmera y Nakazawa, 1973).

También se propone establecer ese límite, donde se manifiestan cambios litológicos, asociados a hiatos, como se han observado en los Alpes del Sur (Assereto *et al.*, 1973); o la base del Triásico se señala por la presencia del lamelibranquio *Claraia* y su relación con el ceratite del género *Otoceras* (Tozer, 1969), y por lo tanto sirven para separarlos de los sedimentos subyacentes del Pérmico, que contienen goniatites (Tozer, 1980).

La aparición del solo lamelibranquio *Claraia*, en ciertas secuencias sedimentarias de Asia, representa uno de los argumentos más esgrimidos, para marcar el límite Pérmico-Triásico; en sí, ese lamelibranquio no marca un cambio filogenético, relacionado con el grupo al que pertenece, con características suficientes como para delimitar esos dos periodos geológicos.

Otro tipo de argumento para delimitar el Paleozoico del Mesozoico es el establecido en forma arbitraria por Schindewolf, 1954 (*in* Kummel y Teichert, 1973), en una secuencia de areniscas que

no contienen fósiles, del Oeste de Pakistán, al atribuir esa ausencia a los efectos de rayos cósmicos, que propiciaron la extinción de ciertos organismos, con mutaciones rápidas de otros.

Sin embargo, consideramos que sólo la Bioestratigrafía puede prevalecer con fuerza sobre otras disciplinas, para establecer el límite Paleozoico-Mesozoico, porque proporciona las evidencias que permiten fijar mundialmente, las bases de la Cronoestratigrafía, obtenidas a partir de la filogenia de un grupo de organismos. Aquí incluimos uno de los argumentos científicos más serios, elaborado por Wiedmann (1973), para delimitar el Paleozoico del Mesozoico, al basarse en la evolución o "revolución" de los amonoideos, como denomina este autor, a ese último concepto.

Se trata de los ceratites, que aparecen a fines del Pérmico Inferior e irradian en el Triásico, el elemento morfológico más significativo se presenta en la línea de sutura, que adquiere lóbulos umbilicales. Cuando Wiedmann (*op. cit.*, p 518) discutió ese tema, sólo proporcionó los argumentos y una lista de esos géneros, que están en las capas limítrofes de esa dos eras, sin precisar una determinada secuencia a la cual referirse. Por lo mismo, su argumento es de orden eminentemente evolutivo y es fundamental para caracterizar el límite en cuestión.

En ese entonces, Wiedmann (*op. cit.*) propuso a la Superfamilia Otocerataceae, como los ceratites característicos del límite Pérmico-Triásico; sin embargo, la sistemática de esos fósiles ha variado desde entonces, debido a las propuestas formuladas por Spinosa *et al.* (1975), y Shevyrev y Ermakova (1979).

Por nuestra parte, hemos elaborado el cuadro bioestratigráfico de la figura 62, siguiendo los puntos de vista de Wiedmann (*op. cit.*) y adaptándola a las últimas clasificaciones de ceratites; la finalidad de esa ilustración es hacer más objetiva la interesante propuesta bio y cronoestratigráfica de ese paleontólogo, que resulta primordial para caracterizar el límite Pérmico-Triásico.

En el límite Pérmico Inferior-Superior aparecen representantes de la Familia Xenodiscidae (géneros *Cibolites* y *Paraceltites*), con lóbulos y sillas redondos y simples, poseen de uno a tres lóbulos umbilicales (U₁, U₂ y U₃). Se trata de una línea de sutura preceratítica, por no tener denticulaciones en la base de los lóbulos, la cual es conocida en formas del Roadiano-Wordiano (*cf.* fig. 61).

Sin embargo, es en ejemplares del Capitaniano de México donde se definen las denticulaciones basales de los lóbulos, carácter típico de los ceratites, como en la especie *C. waageni* (*cf.* Spinosa *et al.*, 1975, fig. 14a); ese carácter va a ser importante en géneros más recientes del Amarasiano (*Xenodiscus*, *Kingoceras* y *Eoaraxoceras*). Especies de esos géneros están presentes en las Capas La Colorada, del Amarasiano (cima del Guadalupeano), de Las Delicias, Coahuila (*cf.* Spinosa *et al.*, *op. cit.*).

Según estos últimos autores, los representantes de la Familia Xenodiscidae, en particular el género *Xenodiscus*, no transgreden el límite superior del Pérmico, de donde se originó la Familia Otoceratidae, del Triásico, con el género *Otoceras*. Sin embargo, Tozer (1980) cuestiona la distribución estratigráfica del género *Xenodiscus*, presente sólo en el Pérmico Superior, y señala representantes del mismo, en el Triásico (Griesbaquiano) de Groenlandia.

Para Wiedmann (*op. cit.*), la diferencia entre las familias Xenodiscidae y Otoceratidae estriba en el número de lóbulos umbilicales en estadios adultos: trilobados (U₃) en los representantes otocerataceos del Pérmico Superior y tetralobados (U₄) en la familia triásica. Wiedmann (*op. cit.*) ilustra simultáneamente su argumento cronoestratigráfico, para delimitar el Paleozoico del Mesozoico, con otras dos familias del Pérmico Superior, Dzhulfitidae y Araxoceratidae, cuyos representantes derivarían, según él, seguramente del género *Xenodiscus*. Uno de ellos, *Dzhulfites*, va a originar la Familia Ophiceratidae del Triásico Inferior, con el género *Ophiceras*.

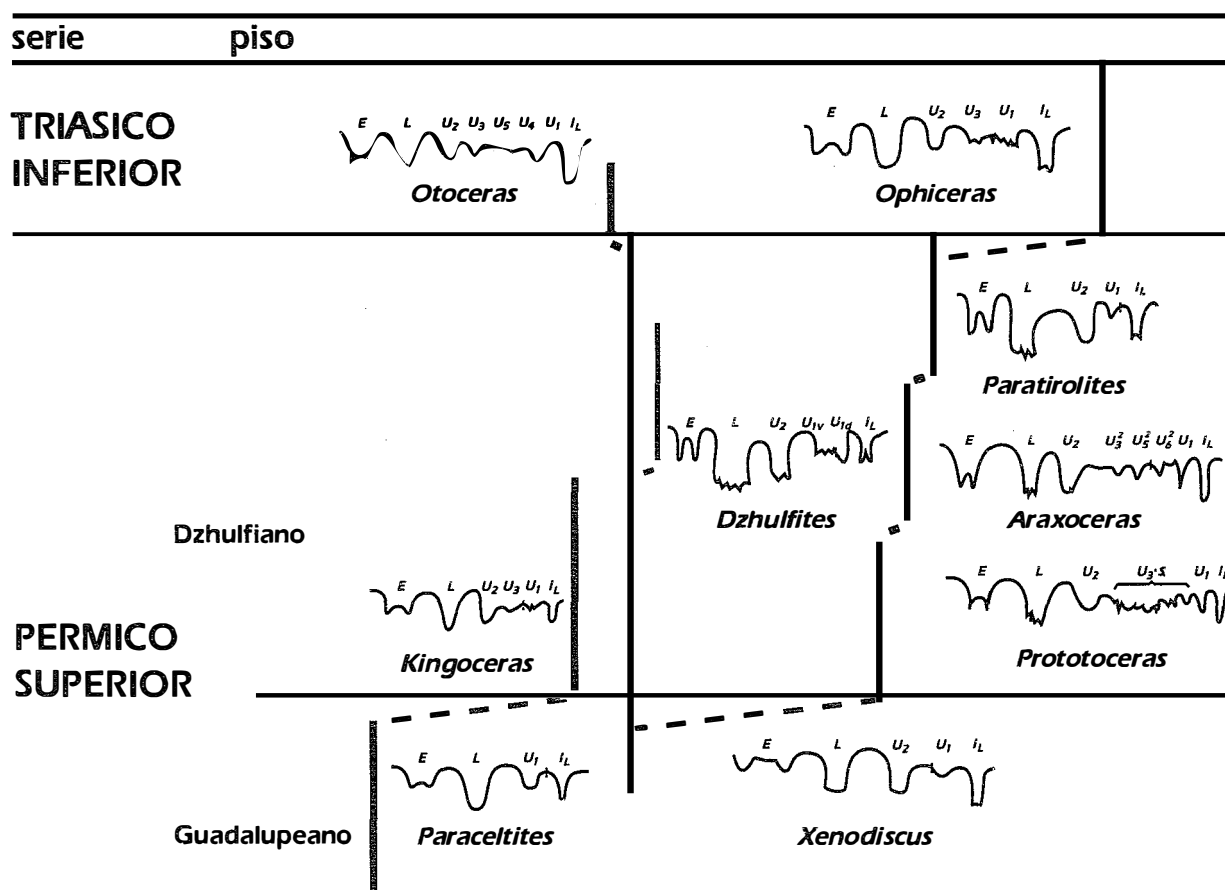


Fig. 62. Evolución de los ceratites otocerátidos, en el límite Pérmico-Triásico, modificada de Wiedmann (1973).

La Familia Dzhulfitidae está restringida a la parte superior del piso Dzhulfiano y con los Xenodiscidae caracteriza la cima del Pérmico. El otro grupo, los araxocerátidos, no obstante que están en la parte inferior del Dzhulfiano, Wiedmann (*op. cit.*) lo considera artificial y al mismo tiempo se pregunta, si los otocerátidos triásicos evolucionaron directamente de los xenodiscidos o a través de los araxocerátidos.

En síntesis, los ceratites del límite Paleozoico-Mesozoico muestran cambios muy significativos, a nivel de la línea de sutura; en particular, su carácter primario trilobado que evoluciona a tetralobado, lo cual parece coincidir con el límite cronoestratigráfico de las dos eras aquí analizadas. Además, la observación de la adquisición de lóbulos umbilicales en los ceratites, permitió a Wiedmann (*op. cit.*) proponer un argumento evolutivo, para delimitar esas dos eras.

Un elemento evolutivo a señalar en la línea de sutura de los ceratites, no considerado por los especialistas para la subdivisión del Pérmico, se observa en la Familia Otoceratidae, cuando algunos de sus representantes adquieren la línea de sutura propiamente ceratítica, o sea la denticulación basal de los lóbulos.

Esta mutación se manifiesta justamente en representantes del género *Cibolites* y en particular en la especie *C. waageni*, de las Capas La Difunta, de Las Delicias, Coahuila, o sea en el Capitaniano (fig. 61).

En el Pérmico Superior aparecen simultáneamente los representantes típicos de la línea de sutura ceratítica, como *Xenodiscus*, que se diferencian propiamente en el Dzhulfiano, para originar seguramente, a los dzhulfítidos y araxocerátidos.

Spinosa *et al.* (1975) utilizan también el mismo concepto evolutivo de los ceratites, como se manifiesta en la línea de sutura (fig. 62), para marcar el límite Pérmico-Triásico, en la forma siguiente:

- dos lóbulos externos anchos, denticulados en la base, probablemente sin un lóbulo interno dentado: Subfamilia Araxoceratinae, del Pérmico Superior,
- tres lóbulos externos y un lóbulo interno, todos denticulados en la base: Subfamilia Otoceratinae, del Triásico Inferior.

En fin, Tozer (1980) cuestiona tanto los argumentos de Wiedmann (*op. cit.*), como los de Spinosa (*et al., op. cit.*), a partir de sus observaciones.

SUBDIVISIONES DEL PERMICO. Los autores del *Treatise*, pt. L, subdividen el Pérmico en tres series y en cinco zonas de goniatites; en cambio, Furnish (1973) considera bipartito ese sistema, donde señala que el Pérmico Inferior está caracterizado por un horizonte de extinción (*Perrinites*), mientras que el Pérmico Superior se diferencia por un horizonte de aparición (*Waagenoceras*) (fig. 63).

<i>Treatise</i> , pt. L (1957)		Furnish (1973)
serie:	zona:	serie:
Pérmico	Superior	Superior
	<i>Cyclolobus</i>	
	<i>Timorites</i>	
	<i>Waagenoceras</i>	
	<i>Perrinites</i>	Inferior
	<i>Properrinites</i>	

Fig. 63. Subdivisiones del Pérmico: tripartito, con sus zonas de goniatites (según el *Treatise*, pt. L), y bipartito (Furnish, 1973). Actualmente sólo se considera esta última propuesta.

autor dividió entonces esa secuencia en capas, que las ubicó en las Series Artinskiana y Guadalupeana del Pérmico (fig. 65). La presencia de representantes de xenodiscidos, como Kingoceras y Eoaraxoceras, en la cima de la secuencia de Las Delicias, delimita a esta última en su parte superior, hasta el Amarasiano (cf. Wardlaw et al., op. cit., y Spinosa et al. 1975).

LA PALEOBIOGEOGRAFIA DE LOS AMONOIDEOS

Los paleontólogos comúnmente reúnen conjuntos faunísticos en determinadas regiones del mundo, con objeto de establecer nexos, proponer áreas oceánicas de comunicación entre esos antiguos organismos y obtener conclusiones sobre la distribución de los mismos; en el caso que nos ocupa, analizados en esa forma los amonoideos sirven para conocer su distribución biogeográfica, en determinada etapa de la Historia de la Tierra.

La forma de representar en un plano geográfico la distribución de poblaciones fósiles varía, según los autores; en ciertos casos sólo se ubican en el mapa las localidades fosilíferas; o secuencias sedimentarias estudiadas, de determinado sistema geológico. En otros, suelen unirse varias localidades por conjuntos faunísticos, con la finalidad de determinar provincias biogeográficas. El siguiente cuadro (fig. 66), proporcionado por Furnish (1973), explica la relación que conservan los amonoideos del Pérmico de Las Delicias, Coahuila, con los de Texas, en el Sur de Estados Unidos y con otras regiones del mundo.

REGION		SISTEMA SERIES PISO														
		Midcontinent USA	Glass Mountains	Delaware Basin	Coahuila	Basin and Range	Western Canada	American Arctic	Mediterranean	Ural Mountains	Trans - Caucasus	Himalaya System	South China	Timor	Western Australia	Eastern Australia
PERMICO SUP.	DZHULEFIANO	TRIASICO														
	GUADALUPIANO															
	ARTINSKIANO															
	SAKMARIANO															
PENSYLVANICO																

■ referencias fundamentales

○ presencia de amonoideos

Fig. 66. Relaciones paleogeográficas de cefalópodos del Pérmico de Las Delicias, Coahuila, con otras regiones del mundo, de acuerdo a Furnish (1973); quien propone 12 pisos, según referencias originales de amonoideos, en secuencias locales.

La distribución de los fósiles de Coahuila es propuesta de acuerdo a su posición estratigráfica en el Pérmico de esa localidad mexicana. En ese cuadro estratigráfico, Furnish (op. cit.) propone 12 pisos geológicos, para el Pérmico y hace resaltar el estado de conocimientos sobre amonoideos que se tenía en ese entonces, donde subraya referencias fundamentales ("primary references") y la presencia estratigráfica de los mismos.

Otro cuadro, más completo (fig. 67), proporcionado por el mismo autor, muestra la distribución biogeográfica y paleobiogeográfica de familias de goniatites, desde el Pensilvánico Superior hasta el Triásico Inferior. Furnish (op. cit.) considera seis áreas geográficas de distribución de esos fósiles, en la forma siguiente:

A) Oeste Interior de Norteamérica, incluye el Oeste de Texas y Nuevo México, en los Estados Unidos, y Coahuila, en el Norte de México, donde se observa la relación que conserva la localidad mexicana de Las Delicias, con otras regiones del mundo.

FAMILIA												
	Gonioboceraidae	Gastrioceratinae	Somoholittinae	Uddenitinae	Daraelitidae	Agathiceratidae	Thalassoceratidae	Marathonitinae	Adiantitidae	Pronotitidae	Maximitinae	Vidrioceratinae
TRIASICO												
CHANGSINGIANO												
CHIDRUANO												
ARAKSIANO												
AMARASIANO												
CAPITANIANO												
WORDIANO												
ROADIANO												
LEONARDIANO												
AKTASTINIANO												
STERLITAMAKIANO												
TASTUBIANO												
ASELIANO												
PENSILVANICO												

Fig. 67. Distribución biogeográfica y paleobiogeográfica de familias de amonoideos del Pensilvánico Superior al Triásico Inferior, agrupados en seis áreas: A) Oeste Interior de Norteamérica, B) región del Pacífico de Norteamérica, C) región del Artico, D) región del Tetis, E) Este de Asia, y F) Oceanía (in Furnish, 1973).

B) Pacífico de Norteamérica, se refiere a áreas del oeste de Estados Unidos y Canadá. en particular las Montañas Rocallosas.

C) Artico, comprende el Norte de Canadá y Groenlandia, a través de los Montes Urales.

D) Región del Tetis, distribuida en Sicilia, Crimea, el Cáucaso, regiones de Oman. Afganistán y el Himalaya.

E) Región Oriental de Asia, formada por Siberia, Sur de China y Japón.

F) Oceanía, representada por Australia e Indonesia.

A través del estudio biogeográfico de los ceratites, xenodiscidos y araxocerátinos del Pérmico Superior, se ha establecido la relación que conservan nuestros fósiles de Las Delicias, Coahuila, con otras provincias del mundo, según propuesta de Spinosa *et al.*, (1975) (fig. 68).

En la ilustración proporcionada por estos autores, sólo se ubicaron geográficamente los géneros de esas unidades sistemáticas de ceratites, sin delimitar provincias biogeográficas de los mismos. Por nuestra parte, en la figura 68 observamos la delimitación de la Provincia Paleobiogeográfica Pacífico-Americana Neopérmica, que incluye el Oeste de Texas (Trans Pecos) y Las Delicias, Coahuila, con nexos hacia el NW de USA, en California (Montañas Inyo), y Oeste de Canadá (Columbia Británica). Esa provincia podría extenderse hacia el sur de México (Olinálá, Guerrero), siempre y cuando esos grupos de ceratites se encuentren en esa localidad.

La Provincia Pacífico-Americana tuvo comunicación, a través del ancestral Océano Pacífico, con la Provincia Oriental de Asia (Sur de China, Japón, el Himalaya, Pakistán, Afganistán, el Tíbet, Asia Central, Armenia e Irán) y la Provincia de Oceanía, que incluye Madagascar, Indonesia y Nueva Zelanda (fig. 68).

La Provincia Oriental de Asia se comunica a su vez con la Provincia del Tetis, que comprende regiones de Italia, Tunisia, Croacia y Asia Central.

Sobre un plano paleobiogeográfico como el de la figura 68, realizado a partir de datos proporcionados por Furnish (*op. cit.*), pueden sobreponerse otros datos, como los señalados por Grant y Cooper (1973), quienes mostraron la distribución de los braquiópodos del Pérmico Superior mundial, a partir de secuencias sedimentarias estudiadas por ellos.

La propuesta paleobiogeográfica de Grant y Cooper (*op. cit.*) aporta una mayor información que la de Furnish (1973) y amplía la distribución del Pérmico Superior mundial hacia:

- una Provincia Boreal, localizada en el Hemisferio Norte, regiones asiáticas y del Norte de Canadá, y
- abre el Corredor de los Urales (fig. 68).

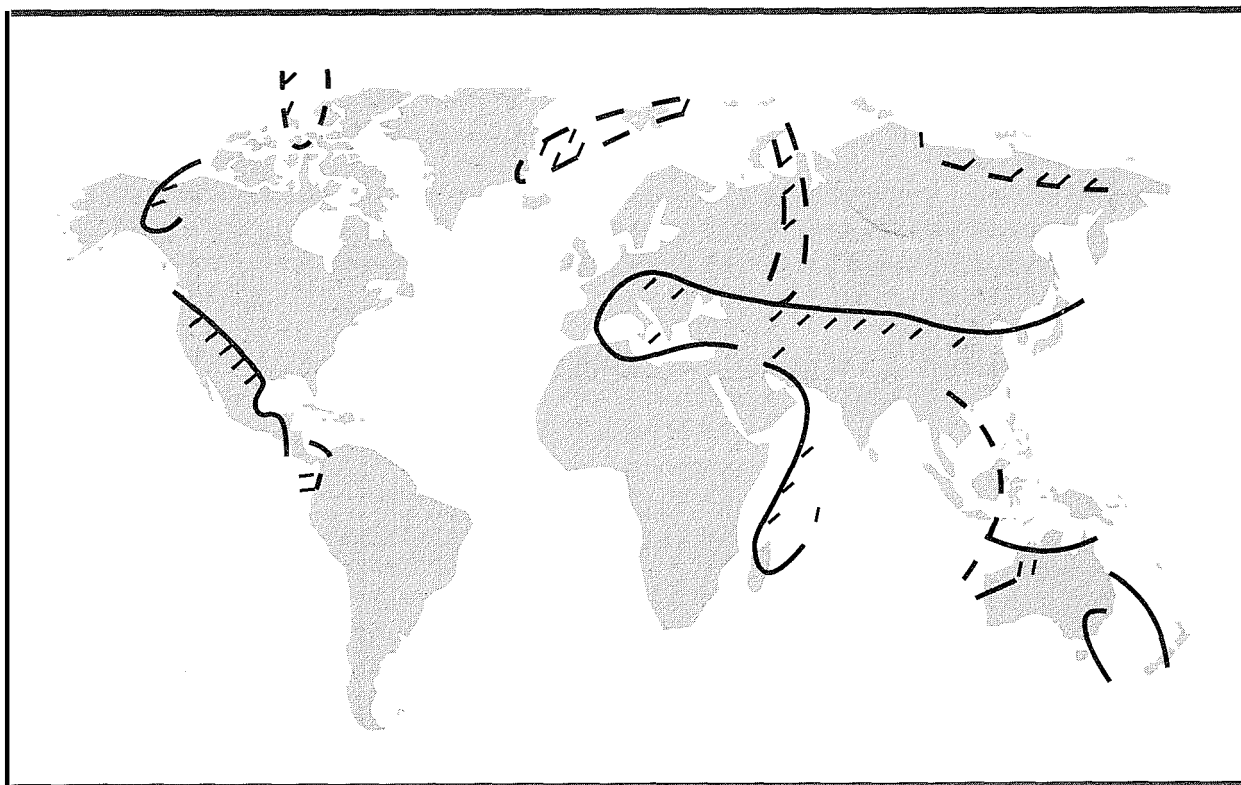


Fig. 68. Distribución biogeográfica mundial de ceratites (xenodiscidos y araxocerátinos) del Pérmico Superior y su relación con México; modificada de Spinosa *et al.*, (1975). Grant y Cooper (1973) también propusieron provincias biogeográficas con braquiópodos.

Región marina según: Spinosa *et al.* (1975) 

Grant y Cooper (1973) 

EL PERMICO MARINO DE MEXICO. Las secuencias sedimentarias de edad Pérmico son subdivididas en inferior y superior, según los goniatites encontrados en las localidades donde han sido estudiadas en México; el primero está caracterizado por *Perrinites*, cuya distribución comprende el norte (Chihuahua y Coahuila), centro (Puebla) y sureste (Chiapas), según Bridges (1965), Miller *in* King *et al.* (1944), Müllerried *et al.* (1941), y Villaseñor *et al.* (1987).

El Pérmico Superior es muy restringido, el goniatite *Waagenoceras* y ciertos ceratites xenodiscidos lo caracterizan sólo en el norte (Sonora y Coahuila) y sur del país (Guerrero); según Miller (*in* Cooper *et al.*, 1965), Miller (*in* King *et al.*, *op. cit.*) y Flores de Dios *et al.* (1982).

En el plano de la figura 68 se han agregado otros datos bioestratigráficos del Pérmico marino indiferenciado, de superficie y subsuelo, procedentes de material analizado en Tamaulipas (Carrillo, 1961), con el fin de complementar la distribución paleogeográfica de ese periodo; todas las localidades de esa edad configuran una amplia distribución de esos sedimentos, con clara tendencia hacia el Océano Pacífico.

Según la distribución de sedimentos del Pérmico de México, se infieren tres áreas de sedimentación, probablemente separadas entre sí (fig. 69):

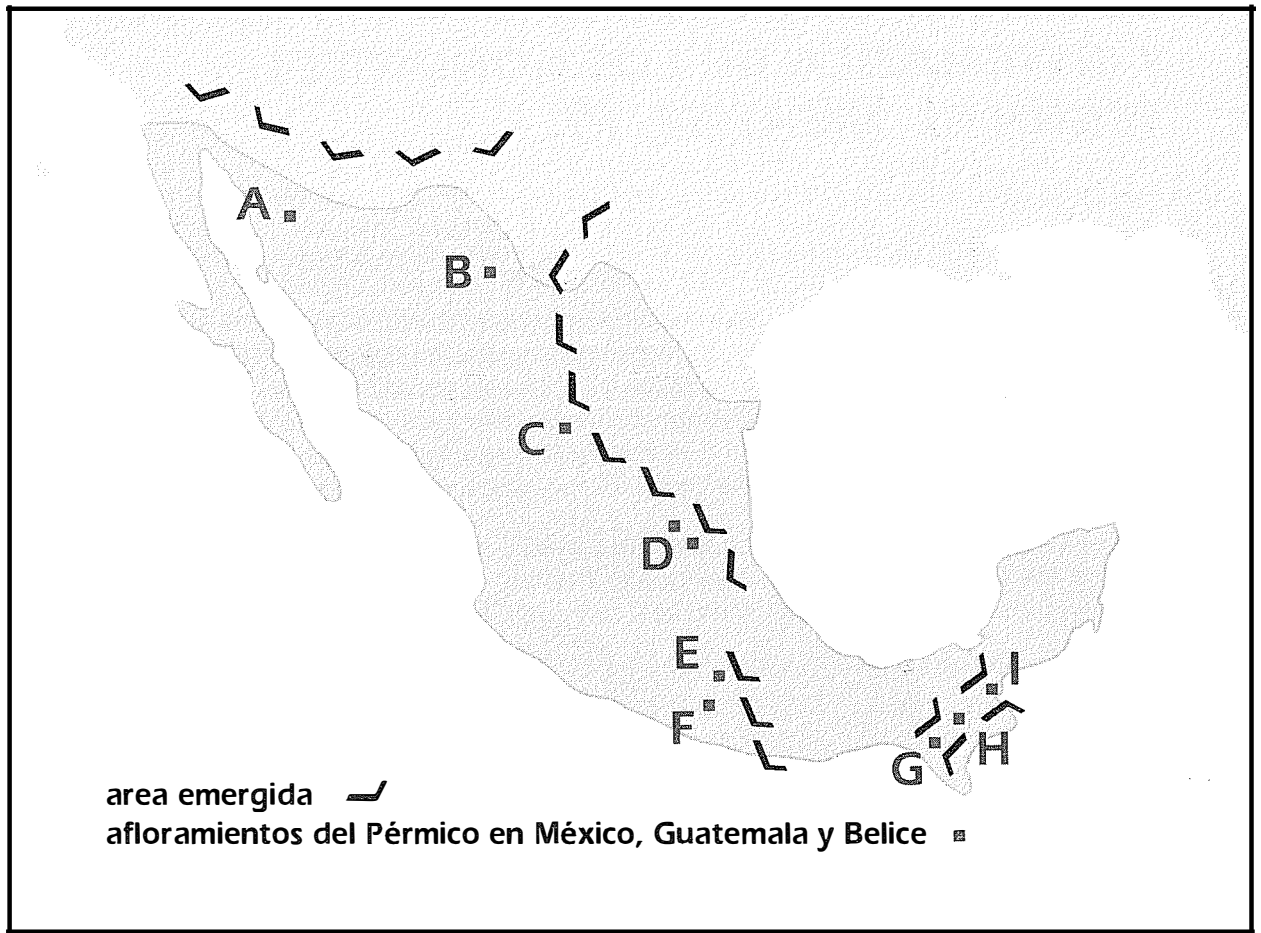


Fig. 69. La paleografía del Pérmico marino en México; 3 provincias posiblemente aisladas:

Norte (A, Sonora, B, Chihuahua, C, Coahuila, D, Tamaulipas)

Centro-Sur (E, Puebla, F, Guerrero)

Sureste (G, Chiapas); incluye: Guatemala (H) y Belice (I).

* **Norte.** Las secuencias el Pérmico Inferior de Chihuahua y Coahuila se relacionan con una gran región de Estados Unidos (Arizona, SE de Nuevo México, Kansas, SE de Oklahoma y NW de Texas, in Tharalson, 1984). También hay Pérmico Superior en Sonora, Coahuila y Texas.

* **Centro-Este.** Dos localidades se conocen en esta parte de México, donde el Pérmico ha sido caracterizado predominantemente por amonoideos, en Puebla (San Salvador Patlanoaya) y Guerrero (Olinalá): Pérmico Inferior en la primera y superior en la segunda (Villaseñor et al., op. cit., y Flores de Dios et al., op. cit.).

* **Sureste.** Comprende Chiapas (Müllerried et al., op. cit.), y una localidad vecina en Guatemala y otra en Belice (Kling, 1960); ahí está representado sólo el Pérmico Inferior con goniatites y fusulínidos (fig. 69).

OBSERVACIONES SOBRE LA MORFOLOGIA Y SISTEMATICA DE LOS GONIATITES, SEGUN EL *TREATISE*, PT. L

A l consultar la parte relativa a la Paleontología Sistemática de los goniatites, como es propuesta en el *Treatise*, pt. L, en algunos casos se observa la gran variabilidad de formas de concha que presenta ese grupo, incluidas a menudo en una misma familia, género o especie, lo cual representa un problema, quizás único en los amonoideos, que no deja de llamar la atención. Aquí se han incluido algunas ilustraciones, tomadas de esa obra de consulta, con el fin de hacer resaltar el dimorfismo tan particular, en que se ha pretendido incluir a esos fósiles del Pensilvánico y Pérmico; donde, incluso, se crearon varias unidades sistemáticas que aluden a esa variabilidad de formas, denominadas extrañamente como Familia Dimorphoceratidae, entre otras.

Cabe por lo tanto preguntarse si ha habido un análisis correcto en el establecimiento de la sistemática de ese grupo fósil, como lo consigna el *Treatise*, o si efectivamente se está en presencia de grupos genéricos o específicos tan diferentes, como lo muestra ese libro de consulta.

La Superfamilia Goniatitaceae de Haan, 1825, del Misisípico al Pérmico, incluye a las familias Neioceratidae Hyatt, 1900, y Schistoceratidae Schmidt, 1929, las cuales agrupan géneros muy diferentes, en cuanto al tipo de enrollamiento; se trata de un dimorfismo real o aparente, que se consigna incluso a nivel específico y cuya variabilidad morfológica es sorprendente; no obstante, esos géneros tienen en común el mismo tipo de línea de sutura goniatítica.

Varios ejemplos se presentan en este estudio, obtenidos del *Treatise*, pt. L, con el fin de que el estudiante observe esos casos incongruentes de diferentes niveles sistemáticos.

1. ESPECIE

A) El *Treatise*, pt. L (L 61, figs. 83 y 84) ilustra dos ejemplares de especies del género *Neoshamardites*, del Pensilvánico Superior, que no tienen nada en común, en cuanto a sus formas de concha; aquí lo reproducimos en la figura 70, con su leyenda original.

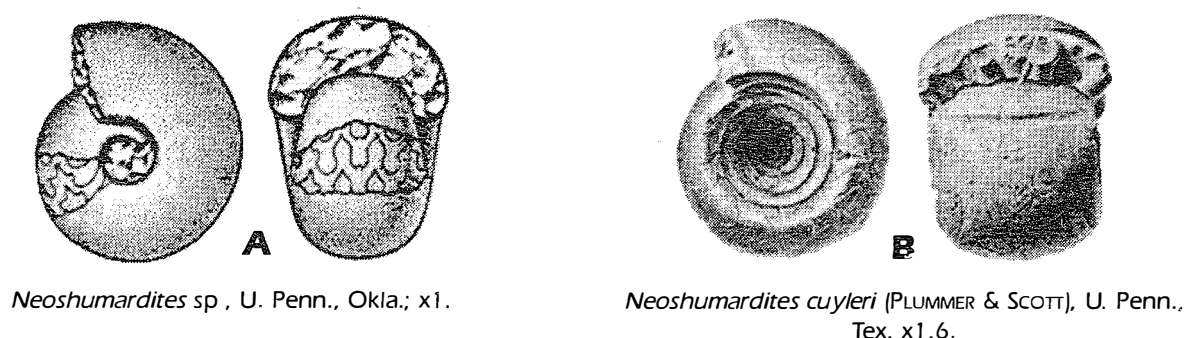


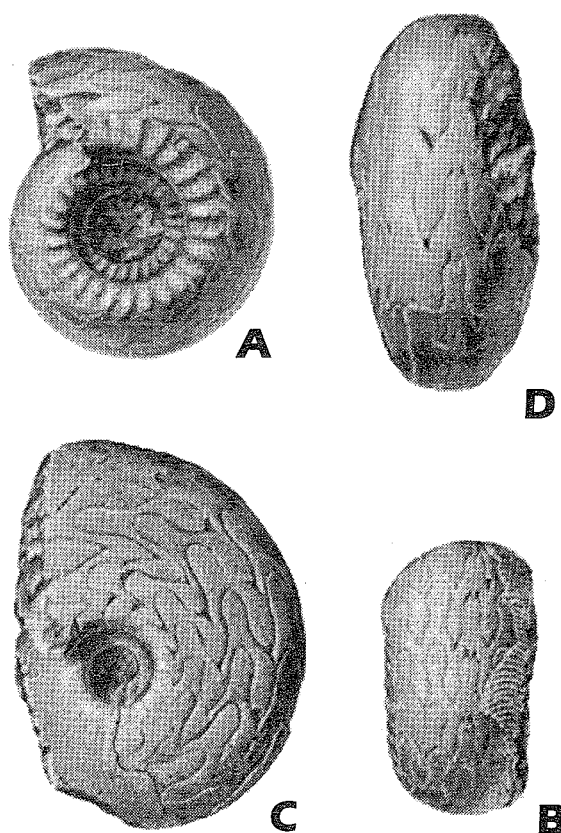
Fig. 70. Dos formas diferentes del género *Neoshamardites*, del Pensilvánico Superior (*in Treatise*, pt. L), nada tienen en común:

- A *Neoshamardites* sp., de Oklahoma, **involuta**, sección de vuelta globulosa y deprimida (x 1)
- B *N. cuyleri* (Plummer y Scott), de Texas, **evoluta**, sección de vuelta semiglobulosa y deprimida, reborde umbilical agudo, ombligo grande (x 1.6).

Uno de ellos (figs. 70 A), *Neoshumardites* sp., de Oklahoma, es involuto, de sección de vuelta globulosa y deprimida (x 1); en cambio, *N. cuyleri* (Plummer y Scott), de Texas, es evoluta, de sección de vuelta semiglobulosa y deprimida, y reborde umbilical agudo, con ombligo infundibuliforme (fig. 70 B, x 1.6). Es evidente que se está en presencia de dos unidades genéricas diferentes.

B) La Familia Schistoceratidae, del Pensilvánico-Pérmico Inferior, incluye posibles casos de dimorfismo o quizás insuficientes estudios sistemáticos, como el de dos especies del género *Schistoceras*, del Pensilvánico Superior (cf. *Treatise*, pt. L, L 63, fig. 92), que aquí reproducimos en la figura 71.

Ambas especies fueron ilustradas a la misma escala (x 1.5), *S. hildrethi* (Morton) (fig. 71 A y B) es semievoluta, sección de vuelta ovalada, más alta que ancha, fuertes costillas principales en el reborde umbilical y en el tercio interno de las vueltas; en cambio, *S. missouriense* (Miller y Faber) (fig. 71 C y D) es involuta, sin ornamentación y con sección de vuelta ancha. Independientemente que pudiera haber una cierta similitud, en cuanto al tipo de línea de sutura, consideramos que se trata de dos unidades sistemáticas diferentes.



Schistoceras. A,B, *S. hildrethi* (MORTON), U. Penn., Mo. x1.5.
C,D, *S. missouriense* (MILLER & FABER), U. Penn., Mo. x1.5.

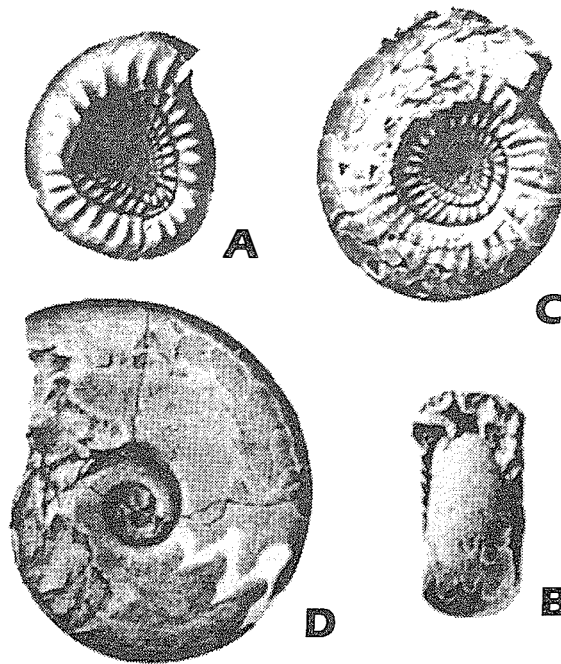
Fig. 71. Especies del género *Schistoceras*, del Pensilvánico Superior (*Treatise*, pt. L; x 1.5), muestran grandes diferencias morfológicas, como para ser incluidas en la misma unidad genérica:

- A y B *S. hildrethi* (Morton), semievoluta, sección de vuelta ovalada, más alta que ancha, fuertes costillas en el reborde umbilical y en el tercio interno de las vueltas.
- C y D *S. missouriense* (Miller y Faber), involuta, sin ornamentación y sección de vuelta ancha.

C) Un ejemplo más, con fuertes diferencias morfológicas, se presenta a nivel específico en dos representantes del género *Paralegoceras*, del Pensilvánico Inferior de Norteamérica (fig. 72), según lo ilustra el *Treatise*, pt. L (L 65, fig. 95).

P. texanum (Shumard), extraña forma semievoluta, tiene vueltas internas con un enrollamiento triangular y costillas principales fuertes en la mitad interna de los flancos (fig. 72 A y B, x 1.3, y C, x 0.7). En cambio, *P. iowense* (Meek y Worthen) es una forma semiinvoluta, lisa y sección de vuelta quizá ovalada, más alta que ancha; este ejemplar no acusa un estadio inicial de enrollamiento triangular (fig. 72 D, x 0.5).

La confrontación de estas dos especies implica seguir considerándolas en la misma entidad genérica (*Paralegoceras*), o separarlas en unidades diferentes; toda vez que la relación de tamaños de los dos ejemplares no son muy diferentes, eso supondría que a escalas sensiblemente iguales se está en presencia de unidades genéricas diferentes.



Paralegoceras. A - C, *P. texanum* (SHUMARD), L. Penn., Okla.; A,B, x1.3; C, x0.7. D. *P. iowense* (MEEK & WORTHEN), L. Penn., Iowa. x0.5.

Fig. 72. Fuertes diferencias morfológicas de especies del género *Paralegoceras*, del Pensilvánico Inferior de Norteamérica, según el *Treatise*, pt. L:

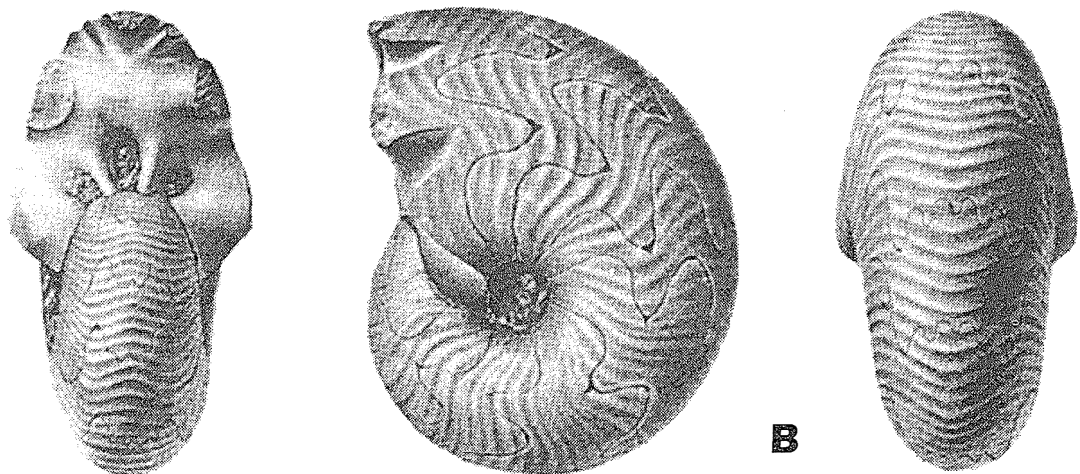
- A, B, C *P. texanum* (Shumard), semievoluta, vueltas internas con enrollamiento triangular y costillas principales fuertes en la mitad interna de los flancos (A y B, x 1.3; C, x 0.7).
- D *P. iowense* (Meek y Worthen), semiinvoluta, lisa, sección de vuelta ovalada (?), más alta que ancha, no acusa un estadio inicial con enrollamiento triangular (D, x 0.5) ¿ Serán esos dos ejemplares del mismo género ?

D) La Superfamilia Dimorphocerataceae Hyatt, 1884, como su nombre lo indica, agrupa formas con conchas diferentes; un caso tomado del *Treatise*, pt. L (L 68, figs. 106 y 107) es la especie *Neodimorphoceras texanum* (Smith), del Pensilvánico Superior de Texas, de la Familia Dimorphoceratidae Hyatt, 1884. Aquí incluimos esa especie en la figura 73, donde se muestran dos formas muy diferentes, la inferior es involuta, lisa, lenticular y con dos rebordes ventrales, que

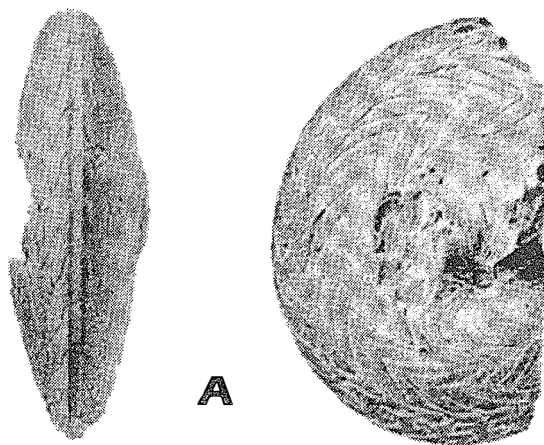
delimitan un surco (fig. 73 A, x 0.8); la superior es involuta, de sección globulosa, más alta que ancha, con región ventral ancha (fig. 73 B, x 10).

Sin embargo, un dato a tomar en cuenta en esas dos figuras de la misma especie (fig. 73), es la relación de tamaños que tienen las dos ilustraciones, mientras que la inferior fue ampliada sólo 0.8 veces, la superior fue agrandada 10 veces.

Este caso se incluye con el fin de proporcionar al estudiante, elementos de reflexión:
¿ se está o no en presencia de la misma unidad taxonómica específica ? ¿ porqué se incluyeron formas tan diferentes, en la misma unidad genérica y específica ?



Neodimorphoceras texanum (SMITH),
U Penn., Tex.; x10.



Neodimorphoceras texanum (SMITH),
U Penn., Tex.; x0.8.

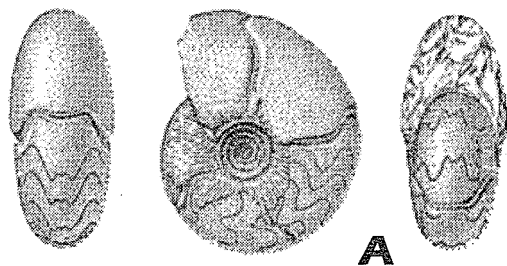
Fig. 73. La especie *Neodimorphoceras texanum* (Smith), del Pensilvánico Superior de Texas (Familia Dimorphoceratidae), muestra dos formas de conchas involutas muy diferentes, (*in Treatise*, pt. L):

- A lisa, lenticular, dos rebordes ventrales delimitan un surco (x 0.8).
- B sección globulosa, más alta que ancha, región ventral ancha (x 10). Confróntese el desproporcionado tamaño y forma de los dos ejemplares ilustrados ¿ se estará en presencia de la misma especie ?

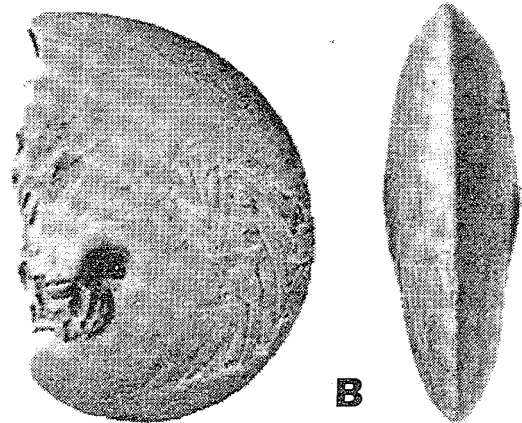
E) La lista de géneros y especies dimorfas (?) de goniatites es enorme; otro ejemplo más se encuentra en la Subfamilia Girtyoceratinae Wedekind, 1918, del Misisípico Superior; el *Treatise*, pt. L (L 60, figs. 76 y 77) muestra el caso de la especie *Girtyoceras meslerianum* (Girty), ilustrada con dos ejemplares (fig. 74): la figura de la izquierda corresponde a una forma involuta, con constricciones, sección de vuelta globulosa y vientre arredondado; de la misma especie se tiene el ejemplar de la derecha también involuto, sin constricciones, de lados planos, sección de vuelta más alta que ancha y vientre anguloso.

Sin embargo, la relación de tamaños de los dos ejemplares de *G. meslerianum* es grande, la ilustración del ejemplar de la izquierda está ampliada 2.5 veces, procede de Oklahoma (fig. 74 A); en cambio el ejemplar de la derecha sólo fue agrandado 0.8 veces, proviene de Texas (fig. 74 B). En este caso consideramos que se está en presencia de insuficientes estudios sistemáticos, presentados en el *Treatise*, pt. L.

F) La misma Subfamilia Girtyoceratinae incluye géneros muy diferentes por su morfología; si se comparan *Girtyoceras* (fig. 74) y *Eumorphoceras* (fig. 75); según las ilustraciones proporcionadas por el *Treatise*, pt. L (L59, figs. 75, 76 y 77), se observa que esos dos géneros no tienen nada en común, como para haber sido incluidos en la misma subfamilia: *Eumorphoceras* es semievoluto, con fuertes costillas falciformes y sección de vuelta globulosa, vientre ancho y liso, y con surcos ventrolaterales; los caracteres morfológicos de *Girtyoceras* se dieron en el párrafo anterior. Como se anotó líneas arriba, este último género tiene a su vez formas de concha diferentes.



Girtyoceras meslerianum (GIRTY),
U Miss., Okla.; x2.5.

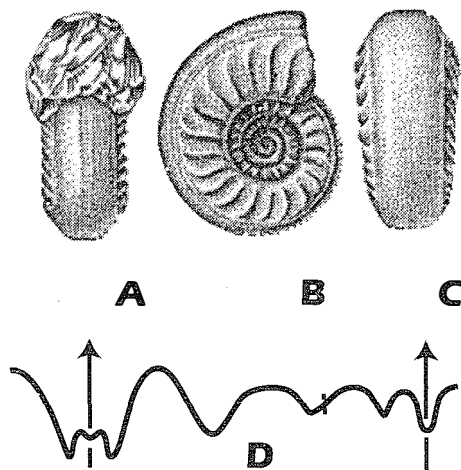


Girtyoceras meslerianum (GIRTY),
U Miss., Tex.; x0.8.

Fig. 74. Dos ejemplares involutos de la especie *Girtyoceras meslerianum* (Girty), del Misisípico Superior, según el *Treatise*, pt. L:

- A con constricciones, sección globulosa y vientre arredondado (x 2.5), de Oklahoma,
- B sin constricciones, de lados planos, sección de vuelta más alta que ancha y vientre anguloso (x 0.8), de Texas. Obsérvese, además, la diferencia de tamaños de las conchas de ambos ejemplares ¿ será la misma especie ?

El hecho de que en la Familia Dimorphoceratidae y en la Subfamilia Girtyoceratinae, como las ilustraron el *Treatise*, pt. L, se hayan incluido géneros tan diferentes, en cuanto a la forma de la concha, tipos de ornamentación y sección de vuelta, nos hace pensar que se trata de entidades taxonómicas artificiales, cuyos componentes merecen ser separados; para lo cual es necesario tomar en cuenta la morfología de la concha, como el espectro evolutivo que presentan a través del Pensilvánico al Pérmico.



Eumorphoceras bisulcatum (GIRTY),
U Miss., Tex.; A - C, x3.5; D, x7.

Fig. 75. Según el *Treatise*, pt. L, la Subfamilia Girtyoceratinae incluye géneros muy diferentes por su morfología, como *Eumorphoceras* (A-D), del Misisípico Superior, que nada tiene en común con *Girtyoceras* de la figura 74.

En el presente estudio de cefalópodos del Paleozoico de México han sido incluidos los casos que ilustra el *Treatise*, pt. L, con las leyendas originales respectivas, para que el estudiante de esos grupos fósiles detecte tales incongruencias, difíciles de explicar en un curso de Paleontología Sistemática.

CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo, donde traté de entender y mostrar una metodología que permita acceder al mundo secreto de los iniciados en la Paleontología, en lo que se refiere en esta ocasión a los Cefalópodos del Paleozoico reconocidos en México, siento que ofrezco a la comunidad científica y estudiantil una obra útil para sus investigaciones, en donde ha habido contradicciones, propias de aquellos que se han esforzado por reconocer en los fósiles la materialización del tiempo geológico.

Zacatenco, D.F., Septiembre de 1994.

BIBLIOGRAFIA

Arkell, W. J., 1957.

Sutures and septa in Jurassic ammonite systematics.

Geol. Mag., Vol. XCIV, No. 3, p 235-247.

Arkell, W. J., Furnish, W. M., Kummel, B., Miller, A. K., Moore, R. C., Schindewolf, O. H., Sylvester-Bradley, P. C. y Wright, C. W., 1957.

Treatise on Invertebrate Paleontology, pt. L, Mollusca 4, Cephalopoda Ammonoidea.

Geol. Soc. of America y Univ. of Kansas Press., 490 p.

Assereto, R., Bosellini, A., Fantini Sestini, N. y Sweet, W. C., 1973.

The Permian-Triassic Boundary in the Southern Alps (Italy).

In The Permian and Triassic Systems and their Mutual Boundary.

Canadian Soc. of Petroleum Geol., Memoir 2, p 176-199.

Basse de Menorval, E., 1952.

Classe des céphalopodes.

In Traité de Paléontologie, Vol. II; dirigido por Piveteau, J.; Masson Ed. Paris, p 29-688.

Bogoslovskaya, M. F., 1978.

Systematics and phylogeny of the families Marathontidae and Vidrioceratidae (Ammonoidea).

Paleont. Zh., I, p 53-68, lám. 5, 7 figs.

Bridges, L. W., 1965.

Geología del área de Plomosas.

In Estudios geológicos en el Estado de Chihuahua.

Bol. 74, Inst. de Geol., Univ. Nac. Aut. de México, 134 p.

Cantú Chapa, A., 1987.

La Bioestratigrafía y la datación de discordancias fanerozoicas en México.

Rev. Soc. Mex. de Paleont., Vol.1, No. 1, p 137-158.

Carrillo Bravo, J., 1961.

Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamps.

Bol. Asoc. Mex. Géol. Petrol., Vol. XIII, Nos. 1 y 2, 98 p, 22 figs., 4 secciones.

Corona E., R. J. J., 1982 ?

Pérmico marino en la región de Cualac, Noreste del Estado de Guerrero, México.

Notas personales, sin editorial, ni año.

Cooper, G. A., Arellano, A. R. V., Johnson, J. H., Okulitch, V. J., Stoyanow y A., Lochman Ch., 1954.

Geología y Paleontología de la Región de Caborca, Norponiente de Sonora.

Inst. de Geol., Bol. 58, pt. 1, 258 p, 33 láms., 7 figs., UNAM.

- Cooper, G. A., Dunbar, C. O., Duncan, H., Miller, A. K. y Knight B., J. 1965.,
Fauna pérmica de EL Antimonio, Oeste de Sonora, México.
 Inst. de Geol., Bol. 58, pt. 3, 119 p, 2 figs., 26 láms., UNAM.
- Flores de Dios, L. y Buitrón, B. E., 1982.
Revisión y aportes a la Estratigrafía de la Montaña de Guerrero.
 Ser. Téc.-Cient., No. 12, Univ. Autónoma de Guerrero, 27 p.
- Flower, R. H., 1968.
Cephalopods from the Tiñu Formation, Oaxaca State, Mexico.
 Jour. of Paleont., Vol. 42, No. 3, p 804-810, lám. 105.
- Furnish, W. M., 1966.
Ammonoids of the Upper Permian *Cyclolobus* -Zone.
 N. JB. Geol. Palaont. Abh. 125, p 265-296.
- Furnish, W. M., 1973.
Permian stage names.
In The Permian and Triassic Systems and their Mutual Boundary.
 Canadian Soc. of Petroleum Geol., Mem. 2, p 522-548.
- Glenister, B. F. y Furnish, W. M., 1980.
Permian Ammonids.
In Systematics Association Special Vol. No. 18, "The Ammonoidea", ed. by M. R. House / J. R. Senior, p 49-64,
 Academic Press, London & New York.
- Glenister, B. F. y Furnish, W. M., 1987.
New Permian representatives of ammonoid Superfamilies Marathonitaceae and Cyclolobaceae.
 Jour. of Paleont., Vol. 61, No. 5, p 982-998.
- Glenister, B. F. y Furnish, W. M., 1988.
Terminal Progenesis in Late Paleozoic Ammonoid Families.
In Wiedmann, J. y Kullmann, J. (Eds.). Cephalopods, Present and Past, p 51-66. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- González A., C. y Corona E., R., 1984.
Nuevas determinaciones de amonitas pérmicas en la región de Olinalá, Estado de Guerrero.
 Soc. Geol. Mex., Resúmenes VII Conven. Nac., p 203.
- Grant, R. E. y Cooper, G. A., 1973.
Brachiopods and Permian correlations.
In The Permian and Triassic Systems and their Mutual Boundary.
 Canadian Soc. of Petroleum Geol., Mem. 2, p 527-595.
- Howarth, M. K., 1960.
Generic names for Ammonoidea published during the period 1758-1954.
 Jour. of Paleont., Vol. 34, No. 1, p 194-200.
- Kanmera, K. y Nakazawa, K., 1973.
Permian-Triassic relationships and faunal changes in the Eastern Tethys.
In The Permian and Triassic Systems and their Mutual Boundary.
 Canadian Soc. of Petroleum Geol., Mem. 2, p 100-119.
- Kling, S. A., 1960.
Permian fusulinids from Guatemala.
 Jour. of Paleont., Vol. 34, No. 4, p 637-655, láms. 78-82.
- King, R. E., Dunbar, C., O., Cloud, P. E. y Miller, A. J., 1944.
Geology and Palaeontology of the Permian Area Northwest of Las Delicias, Southwestern Coahuila, Mexico.
 Geol. Soc. of Amer. Spec. Papers, No. 52, 172 p, 42 láms.

Kullmann, J., 1980.

Carboniferous Goniatics.

In Systematics Assoc. Spec. Vol. No. 18, "The Ammonoidea", ed. by M. R. House & J. R. Senior, p 37-48, Academic Press, London & New York.

Kummel, B. y Teichert, C., 1973.

The Permian-Triassic Boundary in Central Tethys.

In The Permian and Triassic Systems and their Mutual Boundary.
Canadian Soc. of Petroleum Geol., Mem. 2, p 17-34.

Leonova, T. B., 1983.

Perrinitids (Goniatitida) of the Pamir region.

Paleontol. Zhur., No.3, p 39-53; traducción in Paleont. Jour., No.3, p 36-51.

López Ramos, E., 1969.

Marine Paleozoic Rocks of Mexico.

Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., Vol. 53, No. 12, p 2399-2417.

Mapes, R. H., 1979.

Carboniferous and Permian Bactritoidea (Cephalopoda) in North America.

Univ. of Kansas Paleont. Contrib., No. 64, 75 p, 40 láms.

McCaleb, J. A., 1963.

The Goniatite Fauna from the Pennsylvanian Winslow Formation of Northwest Arkansas.

Jour. of Paleont., Vol. 37, No. 4, p 867-888, lám. 110-115.

Miller, A. K., 1953.

Cephalopoda.

In Permian fauna at El Antimonio, Western Sonora, Mexico, by G. A. Cooper *et al.*
Smithsonian Misc. Col., Vol. 119, No. 2, p 81-82, lám. 24 D.

Miller, A. K. y Furnish, W. M., 1954.

The classification of the Paleozoic Ammonoids.

Jour. of Paleont., Vol. 28, No. 5, p 685-602.

Miller, A. K. y Furnish, W. M., 1957a.

Permian Ammonoids from Southern Arabia.

Jour. of Paleont., Vol. 31, No. 6, p 1043-1051.

Miller, A. K. y Furnish, W. M., 1957b.

Ammonoids of the basal Word Formation, Glass Mountains, West Texas.

Jour. of Paleont., Vol. 31, No. 6, p 1052-1056.

Miller, A. K. y Furnish, W. M. y Clark, D. L., 1957.

Permian ammonoids from Western United States.

Jour. of Paleont., Vol. 31, No. 6, p 1057-1068.

Miller, A. K. y Furnish, W. M., 1958.

Middle Pennsylvanian Schistoceratidae (Ammonoidea).

Jour. of Paleont., Vol. 32, No. 2, p 253-274, láms. 33-35.

Müllerried, F. K. G., Miller, A. K., y Furnish, W. M., 1941.

The Middle Permian of Chiapas, southernmost Mexico, and its fauna.

Amer. Jour. Sci., Vol. 239, p 397-406, 1 lám.

Murray, G. E., Furnish, W. M. y Carrillo B., J., 1960.

Carboniferous Goniatites from Caballeros Canyon, State of Tamaulipas, Mexico.

Jour. of Paleont., Vol. 34, No. 4, p 731-737, 5 figs

- Nassichuk, W. W., 1977.
Upper Permian Ammonoids from the Cache Creek Group in Western Canada.
Jour. of Paleont., Vol. 51, No. 3, p 557-590.
- Nassichuk, W. W., Furnish, W. M. y Glenister, B. F., 1965.
The Permian Ammonoids of Arctic Canada.
Geol. Surv. of Canada, Bol. 131, 56 p, 5 láms.
- Rambottom, W. H. C. y Saunders, W. B., 1985.
Evolution and Evolutionary Biostratigraphy of Carboniferous Ammonoids.
Jour. of Paleont., Vol. 59, No. 1, p 123-139.
- Robison, R.A. y Pantoja-Alor, J., 1968.
Tremadocian trilobites from the Nochistlan region, Oaxaca, Mexico.
Jour. of Paleont., Vol. 42, No. 3, p 767-800, láms. 97-104.
- Ross, Ch, A., 1986.
Paleozoic evolution of southern margin of Permian basin.
Geol. Soc. of Amer. Bull., Vol. 97, p 536-554, 10 figs.
- Ruzhentsev, V. E., 1940.
An essay on the natural classification of some Late Paleozoic ammonites.
Acad. Sci. URSS, Inst. Paleont., Trav., T 11, Liv. 3, 134 p, 6 láms.
- Ruzhentsev, V. E., 1951.
Lower Permian ammonoids of the Southern Urals. I. Ammonoids of the Sakmarian Stage.
Acad. Sci. U.S.S.R., Paleont. Inst. Trudy, Vol. 33, 188 p.
- Ruzhentsev, V. E., 1960.
Ammonoid classification problems.
Jour. of Paleont., Vol. 34, No 4, p 609-619,
- Ruzhentsev, V. E., 1974.
The families Paragastrioceratidae and Spirolegoceratidae.
Paleont. Zh. Vol. 1, p 19-29.
- Schindewolf, O. H., 1933.
Vergleichende Morphologie und Phylogenie der Anfangskammern tetraranchiater Cephalopoden.
Eine Studie über Herkunft Stammesentwicklung und System der niedrigen Ammonoiten.
Preuss. Geol. Landesanst., Abh., N. F., Vol. 148, 115 p, 4 láms.
- Schindewolf, O. H., 1934.
Zur Stammesgeschichte der Cephalopoden.
Preuss. Geol. Landesanst., Jahrb., Vol. 55, p 258-283, láms. 19-22.
- Schindewolf, O. H., 1954.
On development, evolution, and terminology of ammonoid suture line.
Mus. Comp. Zoology Bull. Harvard Univ., Vol. 112, p 217-237.
- Shevyrev, A. A., 1968.
Triassic ammonoids of South USSR.
Trudy Paleont. Inst. Akad. Nauk SSSR, No. 119, 92 p.
- Shevyrev, A. A. y Ermakova, S. P., 1979.
Contribution to the systematics of Ceratites.
Paleont. Zh., No. 1, p 52-58.
- Shimer, H. W. y Shrock, R. R., 1949.
Index Fossils of North America.
The Technology Press, Whitney & Sons. New York, 837 p.

- Sour, F. y Buitrón, B., 1987.
Los graptolitos del Tremadociano de Ixtaltepec, Oaxaca, consideraciones sobre el límite Cámbrico-Ordovícico en la región.
Rev. Soc. Mex. Paleont., Vol. 1, No. 1, p 380-395.
- Spath, L. F., 1933.
The evolution the Cephalopoda.
Biol. Rev. (Cambridge Philos. Soc.), Vol. 8, No. 4, p 416-462.
- Spath, L. F., 1936.
The phylogeny of the Cephalopoda.
Palaont. Zeitsch., Vol. 18, p 156-181.
- Spinosa, C., Furnish, W. M. y Glenister, B. F., 1970.
Araxoceratidae, Upper Permian Ammonoids, from the Western Hemisphere.
Jour. of Paleont., Vol. 44, No. 4, p 730-736.
- Spinosa, C., Furnish, W. M. y Glenister, B. F., 1975.
The Xenodiscidae, Permian Ceratitoid Ammonoids.
Jour. of Paleont., Vol. 49, No. 2, p 239-283.
- Stitt, J. H. y Miller, J. F., 1987.
Jujuyaspis borealis and associated trilobites and conodonts from the Lower Ordovician of Texas and Utah.
Jour. of Paleont., Vol. 61, No. 1, p 112-121.
- Teichert, C., 1967.
Major Features of Cephalopod Evolution.
In Essays in Paleontology Stratigraphy. R. C. Moore Commemorative Volume, Ed. por Teichert, C. y Yochelson, E. L., Department of Geology, University of Kansas, Special Publication 2. The University of Kansas Press, p 162-210.
- Teichert, C., Kummel, B., Sweet, W. C., Stenzel, H. B., Furnish, W. M., Glenister, B. F., Erben, H. K., Moore, R. C. y Zeller, D. E. N., 1964.
Treatise on Invertebrate Paleontology, pt. K, Mollusca 3.
Geol. Soc. America y Univer. Kansas Pres, 519 p, 361 figs.
- Termier, H. y Termier, G., 1964.
Les Temps Fossilifères, I Paléozoïque inférieur.
Masson Ed., Paris, 698 p.
- Tharalson, D. B., 1984.
Revision of the Early Permian Ammonoid Family Perrinitidea.
Jour. of Paleont., Vol. 58, No. 3, p 804-833.
- Thomel, G., 1980.
Ammonites.
Ed. Serre, Francia, 227 p.
- Tozer, E. T., 1969.
Xenodiscacean Ammonoids and their bearing on the discrimination of the Permo-Triassic boundary.
Geol. Mag., Vol. 106, No. 4, p 348-361, lám. 16.
- Tozer, E. T., 1980.
Triassic Ammonoidea: Classification, Evolution and Relationship with Permian and Jurassic Forms.
In Systematics Association Special Vol. No. 18, "The Ammonoidea", Ed. by M. R. House & J. R. Senior, p 66-100, Academic Press, London & New York.
- Villaseñor, A. B., Martínez, A. y Contreras M., B., 1987.
Bioestratigrafía del Paleozoico Superior de San Salvador Patlanoaya, Puebla, Mexico.
Rev. Soc. Mex. Paleont., Vol. 1, No. 1, p 396-417, 4 láms.

- Wardlaw, B. R., Furnish, W. M. y Nestell, K. K., 1979.
Geology and paleontology of the Permian beds near Las Delicias, Coahuila, Mexico.
 Geol. Soc. of Amer. Bull., 1, 90, p 11-116.
- Wiedmann, J., 1973.
Ammonoid (R)evolution at the Permian-Triassic Boundary.
In The Permian and Triassic Systems and their Mutual Boundary
 Canadian Soc.of Petroleum Geol. Mem. 2, p 513-521.
- Wiedmann, J. y Kullmann, J., 1980.
Ammonoid Sutures in Ontogeny and Phylogeny.
In Systematics Association Special Vol. No 18, "The Ammonoidea", Ed. by M. R. House & J. R. Senior, p 215-255,
 Academic Press, London & New York.
- Yochelson, E. L., 1983a.
Salterella (Early Cambrian) from the Scottish Highlands.
 Paleontology, Vol. 26, pt. 2, p 253-260.
- Yochelson, E. L., 1983b.
Volborthella on Oland.
 GFF (Geol. Foren. Stockholm Forhandl.), Vol. 105, pt. 1, p 55-58.
- Zhao Jin-ke, 1980.
Origin, classification, evolution and distribution of the family Cyclolobidae.
 Acta Palaeont. Sinica, Vol. 19, No. 2, p 79-90.
- Zhao, J. y Sheng, Z., 1977.
The Permian ammonoids from Zhejiang and Jiangxi.
 Acta Paleont. Sinica, Vol. 16, No. 2, p 231-254.
- Zakharov, Y. D., 1988.
Parallelism and Ontogenetic Acceleration in Ammonoid Evolution.
In Wiedmann, J. y Kullman, J. (Eds.), Cephalopods, Present and Past, p 191-206. Schwizerbart'sche
 Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

LAMINAS I a XV

LAMINA I

Figs. 1, 3 y 5.

Salterella mexicana Lochman.

Fig. 1, coquina (x 5).

Fig. 3, sección transversal (x 8).

Fig. 5, secciones longitudinales (x 8). (p 43).

Edad: Cámbrico Inferior; Caborca, Sonora (*in* Cooper *et al.*, 1954).

Fig. 2.

S. conulata Clark, sección diagramática.

Edad: Cámbrico de Canadá (x 1).

Fig. 4.

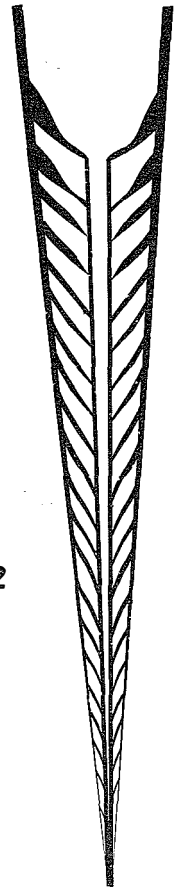
S. rugosa Miller, sección transversal.

Edad: Cámbrico de Groenlandia (x 10).

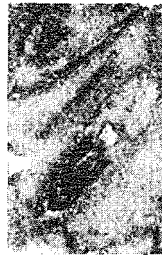
Los dos últimos ejemplares son de comparación (*in Treatise*, pt. K).



1



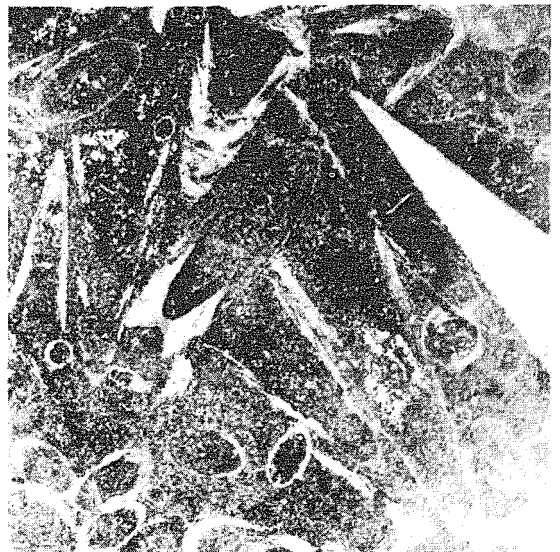
2



3



4



5

LAMINA II

Figs. 1 a 5, 9 y 13. *Bitaunioceras coahuilense* Miller.

Figs. 1 y 9. Secciones medio-longitudinales pulidas, de una parte del fragmocono; muestran el cuello septal y el anillo de conexión del sifón (x 10 y x 4, respectivamente); fig. 9 con orientación invertida.

Figs. 2 y 4. Moldes internos de una parte del fragmocono, con constricciones en cada cámara representada (x 3); fig. 4, parte inicial de la concha.

Fig. 3. Ejemplar con estrías transversales deterioradas, cerca de la terminación adoral, en un espécimen que sufrió probablemente daño en la concha, durante su estadio de crecimiento, la cual fue presumiblemente reparada, en el transcurso de su existencia (Miller, *in King et al.*) (x 3).

Figs. 5 y 13. Moldes internos de un fragmocono con tres cámaras, donde sólo hay una constricción transversal (x 3) (p. 48).

Figs. 6, 11 y 12. *Rioceras oaxacaense* Flower.

Fig. 6. Porción de sección delgada, muestra la pared sifonal (x 16),

Fig. 11. Sección longitudinal (x 3.5).

Fig. 12. Sección longitudinal, a través de la pared ventral (x 3.5) (*in Flower, 1968*). (p 45).

Figs. 7, 8 y 10. *R. minore* Flower.

Fig. 7. Vista lateral externa, con acortamiento adoral de la cámara (x 3).

Fig. 8. Sección transversal de la concha (x 3).

Fig. 10. Sifón del mismo espécimen, muestra los engrosamientos y las capas de los anillos (x 11) (*in Flower, 1968*). (p 45).

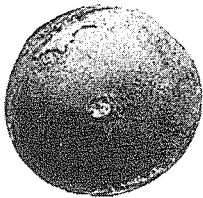
Edad: ejemplares de las figuras 1, 3, 5, 9 y 13, zona con *schucherti*.

Figs. 2 y 4, zona con *Waagenoceras*; Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, *in King et al.*, 1944).

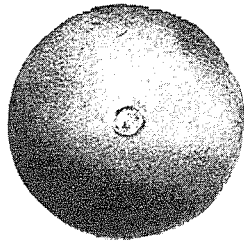
Figs. 6, 7, 8, 10, 11 y 12. Tremadociano, Ordovícico Inferior. Tiñú, Oaxaca (Flower, 1968).



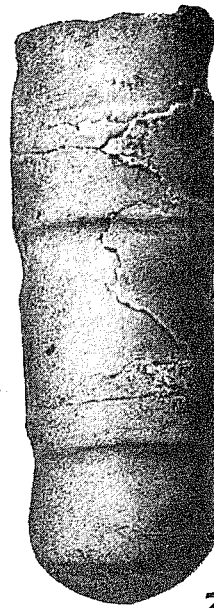
1



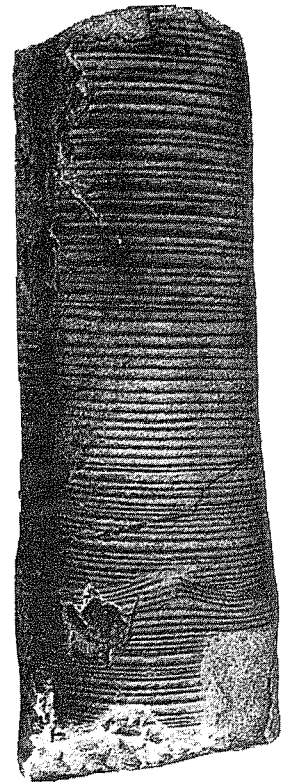
4



5



2



3



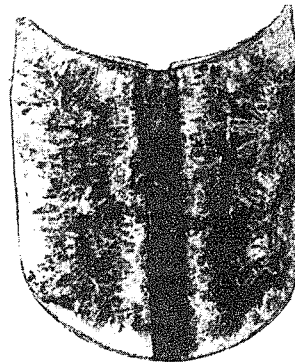
6



7



8



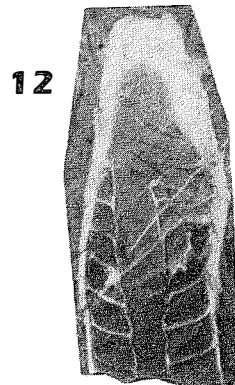
9



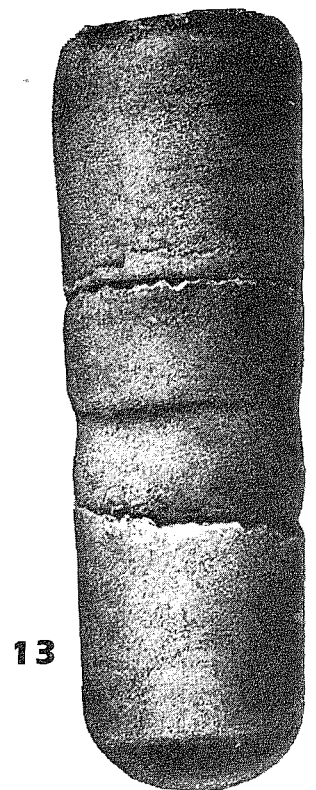
10



11



12



13

LAMINA III

Figs. 1 y 2. *Liroceras liratum* (Girty). (p 49).

Fig. 3. *Liroceras* ? sp.
Ejemplar clasificado dubitativamente por Miller (*in King et al.*, 1944). (p. 49).

Figs. 4 y 7. *Stearoceras* sp. (p 48).

Fig. 5. *Titanoceras* sp. (p 49).

Figs. 6 y 8. *T. ponderosum* (Meek). (p 49).

Edad: ejemplares de las figuras 1 y 2, Pensilvánico, Oklahoma, USA (*in Treatise*, pt. K); ejemplar de comparación.

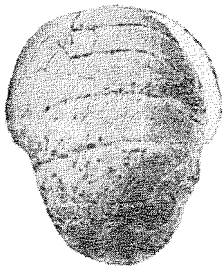
Fig. 3, probablemente de la zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, *in King et al.*, 1944).

Figs. 4 y 7, Pérmico Superior; ejemplar de comparación, corresponde al fragmocono figurado en el *Treatise*, pt. K.

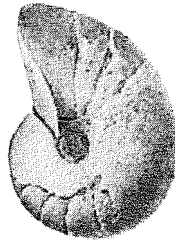
Fig. 5, zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, *in King et al.*, 1944).

Figs. 6 y 8, Pensilvánico Sup. Nebraska, USA (*Treatise*, pt. K); ejemplar de comparación.

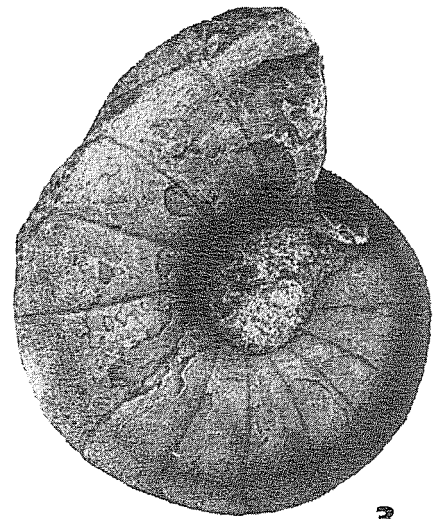
Figs. 1, 2, 4 y 7 (x 1); fig. 3 (x 1.5); fig. 5 (x 0.7); figs. 6 y 8 (x 0.2).



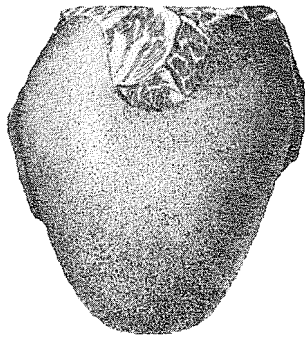
1



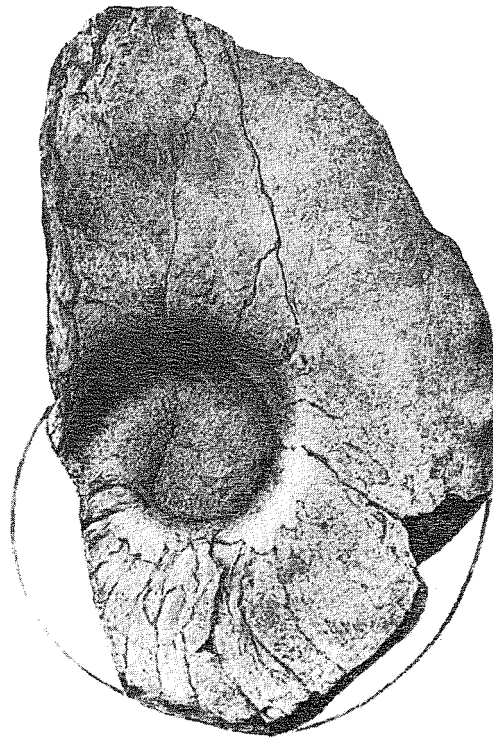
2



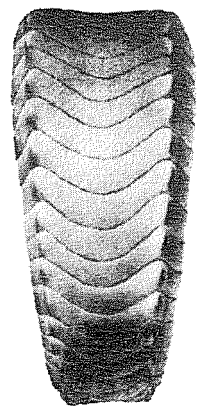
3



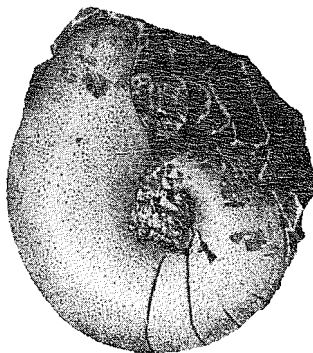
4



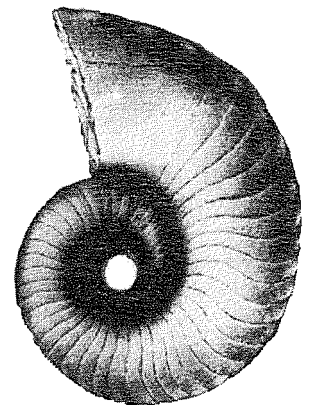
5



6



7



8

LAMINA IV

Figs. 1 a 4 y 7.

Bactrites mexicanus Miller.

Figs. 1 y 2, vistas apical y dorsal, respectivamente, de un ejemplar con una sólo cámara del fragmocono.

Figs. 3, 4 y 7, vistas apical y lateral septada del holotipo. (p 51).

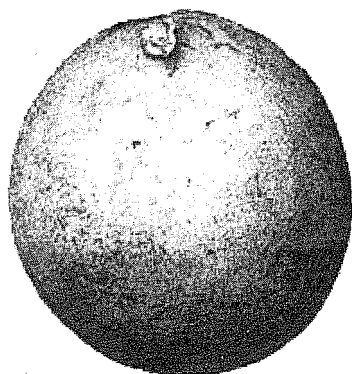
Figs. 5, 6 y 8.

B. subconicus Sandberger. (p 51).

Edad: figs. 1 a 4 y 7, zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, in King et al., 1944).

Figs. 5, 6 y 8, Devónico, Alemania (in Treatise, pt. K); ejemplar de comparación.

Figs. 1 a 4 y 7 (x 1); figs. 5, 6 y 8 (x 3).



1



2



3



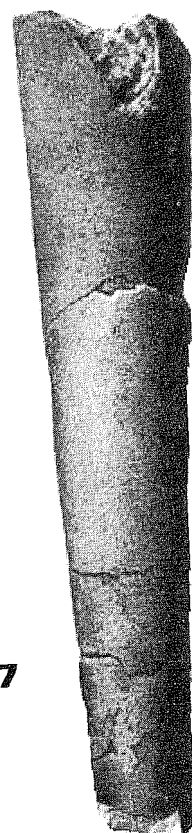
4



5



6



7



8

LAMINA V

Figs. 1, 4, 6 y 9. *Pseudogastrioceras roadense* (Böse). (p 62).

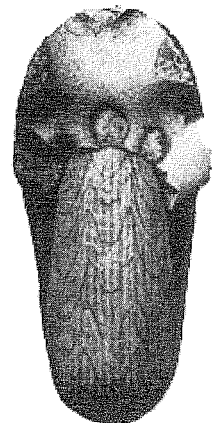
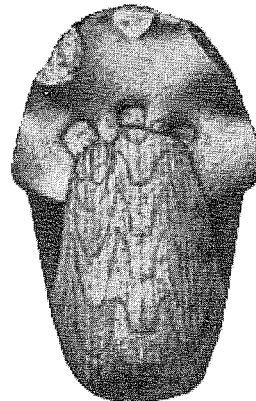
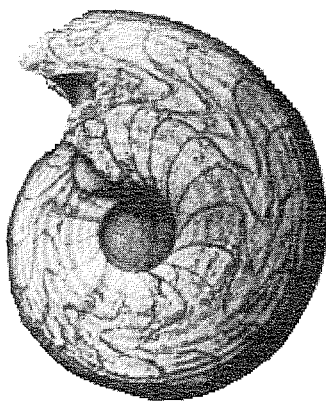
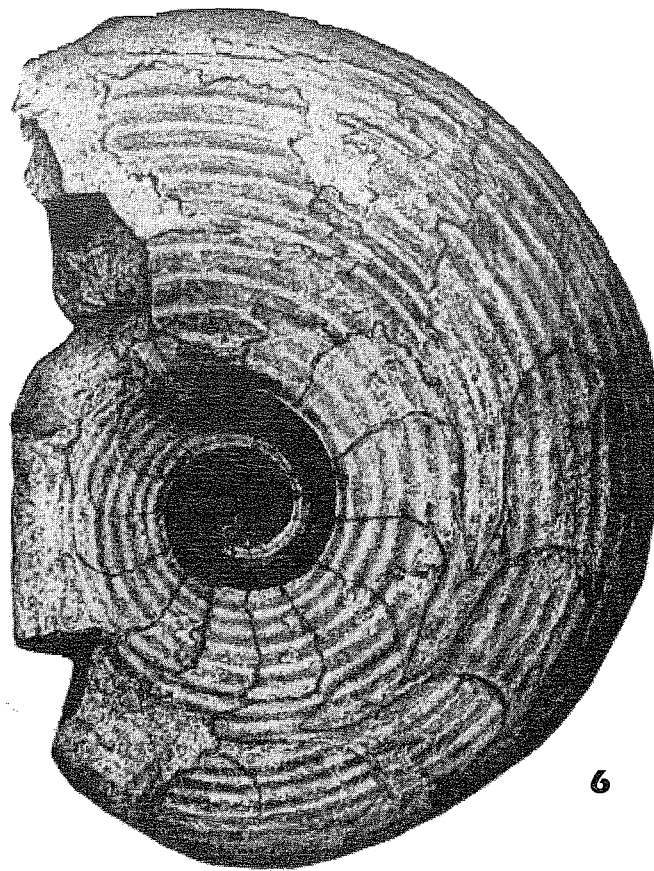
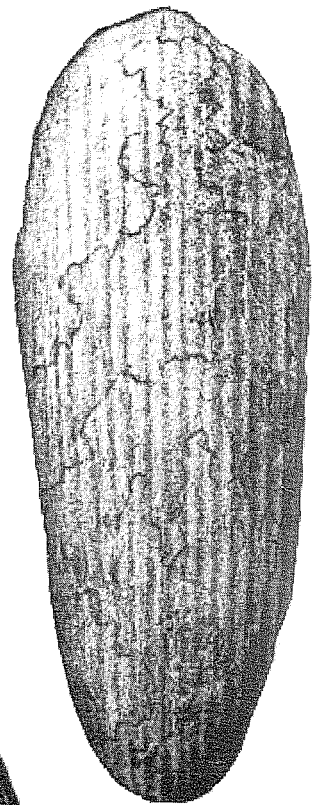
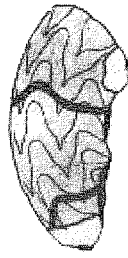
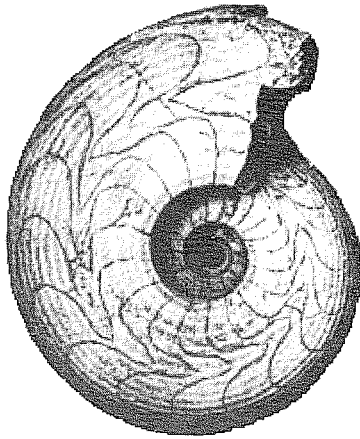
Figs. 2 y 3. *Pseudoparalegoceras amotapense* (Thomas). (p 57).

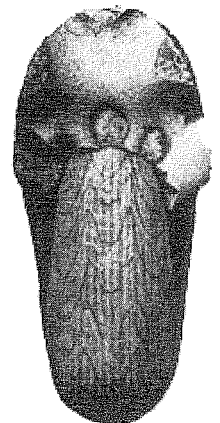
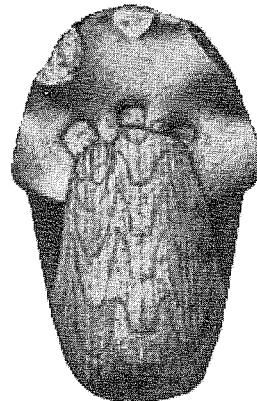
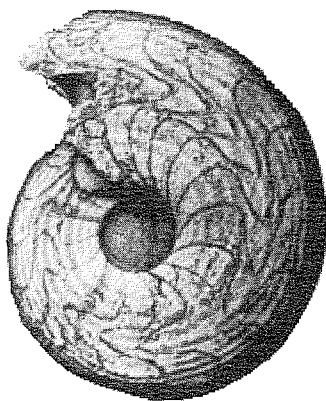
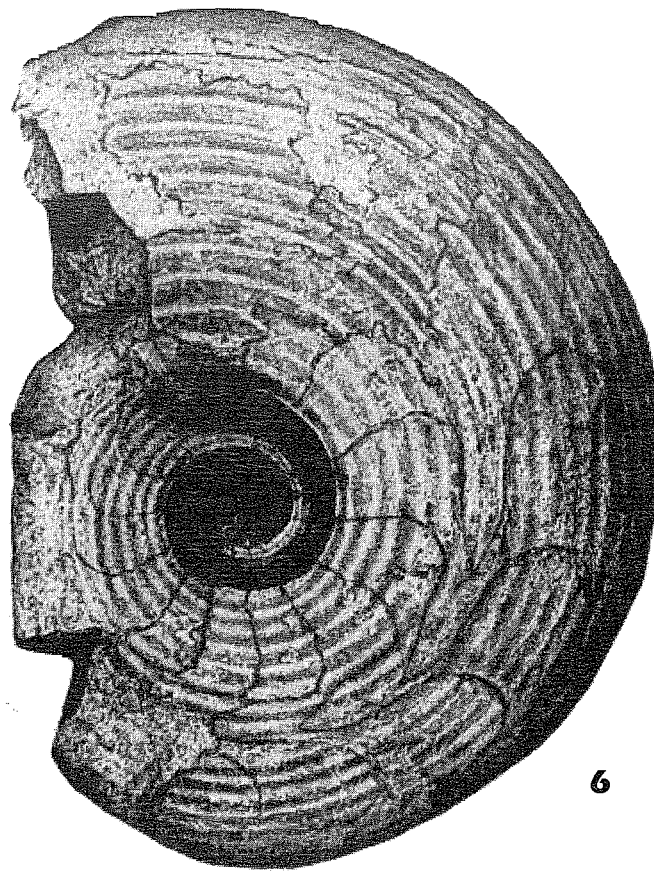
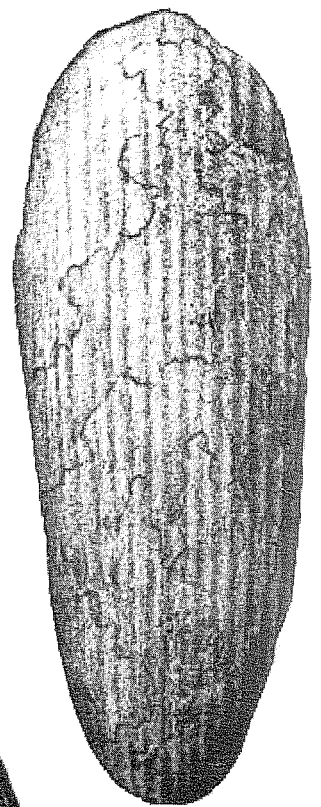
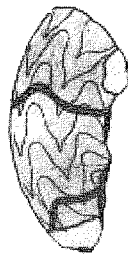
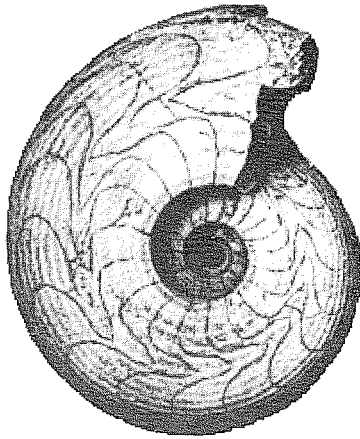
Figs. 5, 7 y 8. *Pseudogastrioceras haacki* Miller. (p 62).

Edad: ejemplares de las figuras 1, 4 a 9, zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, *in* King *et al.*, 1944).

Figs. 2 y 3, Pensilvánico. Cañón de Peregrina, Tamaulipas.

Figs. 1, 4 a 9 (x 1); figs. 2 y 3 (x 1.5).





LAMINA VI

Figs. 1 a 3. *Strigogoniatites kingi* Miller. (p 63).

Figs. 4 a 6. *S. angulatus* (Haniel).

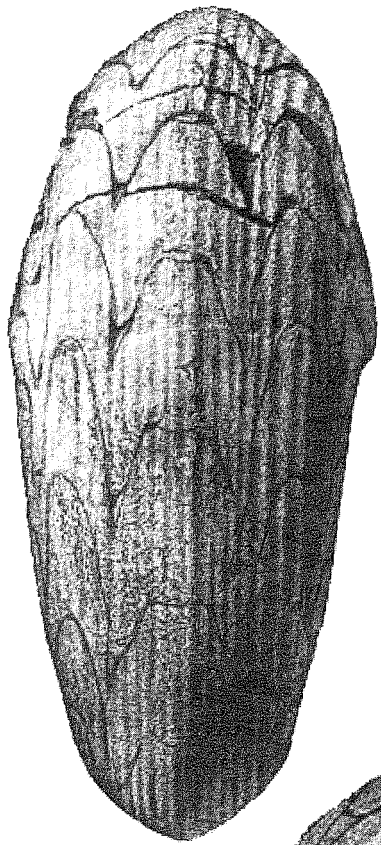
Fig. 5, línea de sutura.

Fig. 6, sección transversal de la concha, obsérvese el vientre anguloso (*in Treatise, pt. L*) (p 63).

Edad: ejemplares de las figuras 1 a 3, zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, *in King et al.*, 1944).

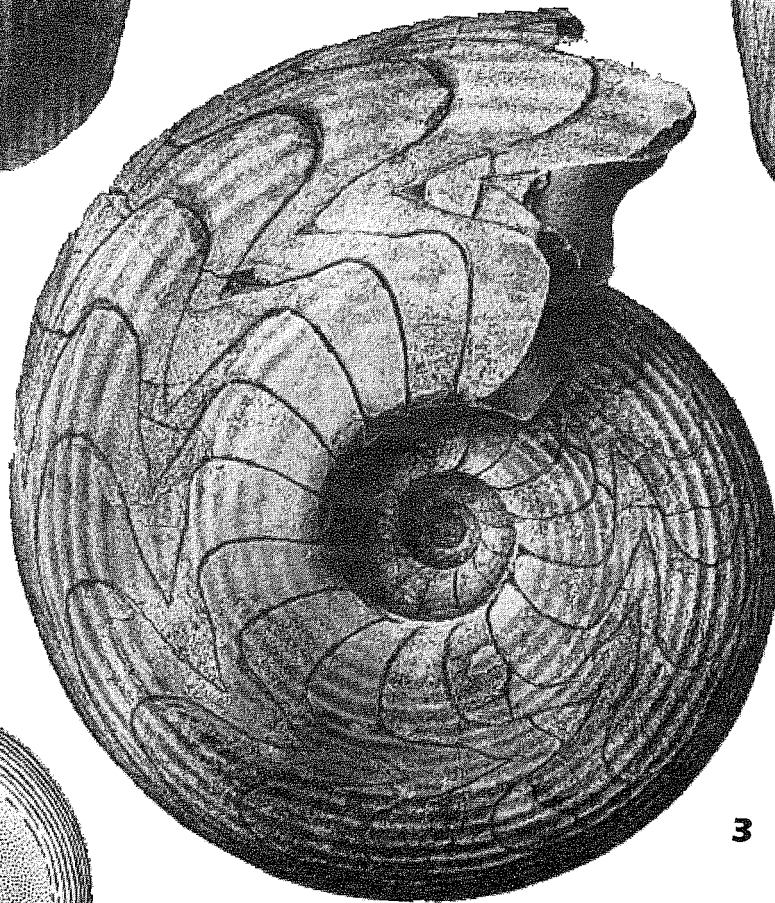
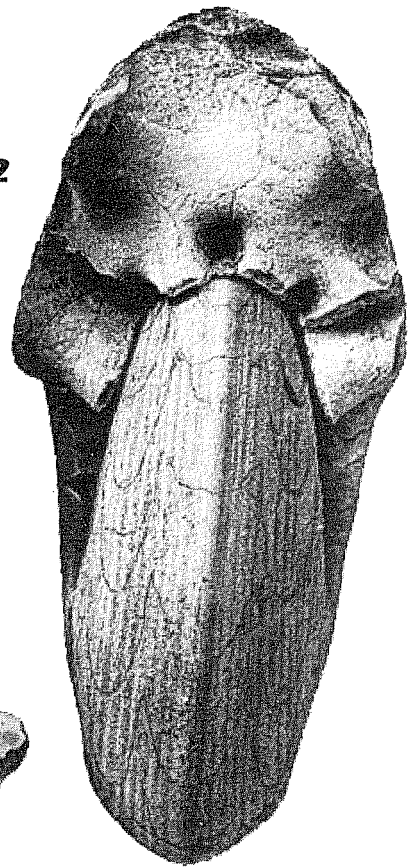
Figs. 4 a 6, Pérmico. Timor, Indonesia; ejemplar de comparación (*in Treatise, pt. L*).

Figs. 1 a 3 (x 1); figs. 4 a 6 (x 0.5).

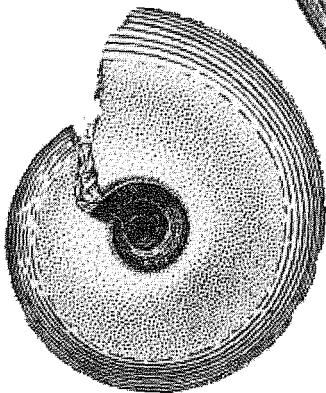


1

2



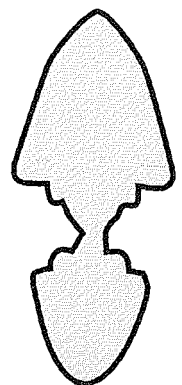
3



4



5



6

LAMINA VII

Figs. 1 a 3, 6, 7,

10, 13 y 14. *Perrinites hilli* (Smith).

Figs. 1 a 3, ejemplar inmaduro (Miller, *in King et al.*, 1944).

Figs. 13 y 14, holotipo figurado en el *Treatise*, pt. L.(p 77).

Figs. 4, 5, 8 y 9.

Agathiceras girtyi Böse. (p 65).

Figs. 11 y 12.

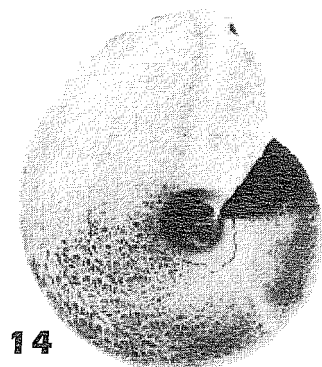
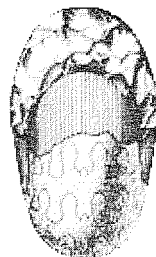
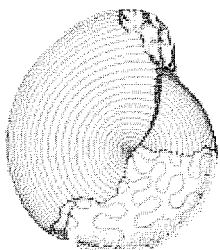
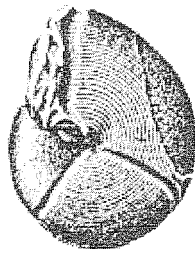
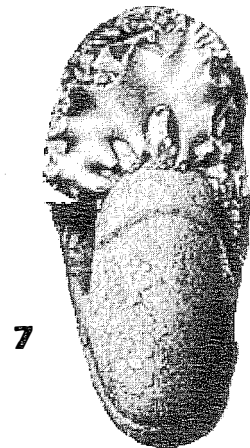
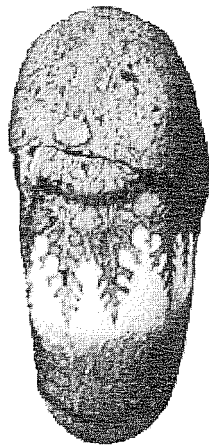
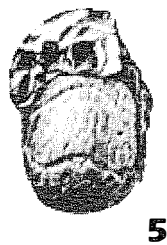
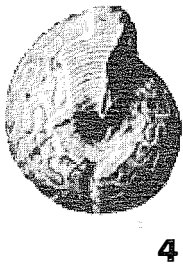
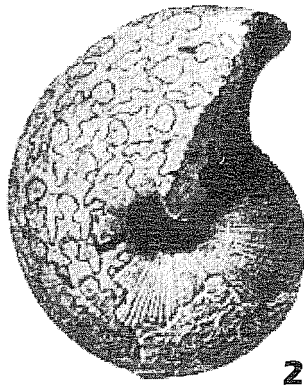
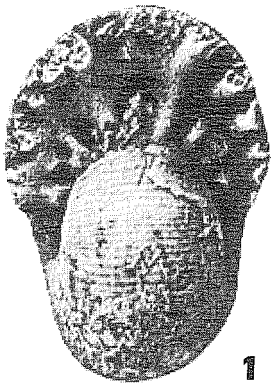
A. suessi Gemmellaro. (p 65).

Edad: ejemplares de las figuras 1 a 3, 6, 7 y 10, zona con *Perrinites*, Pérmico Inferior.

Figs. 4, 5, 8 y 9, zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, *in King et al.*, 1944).

Figs. 11 y 12, Pérmico, Sicilia (*Treatise*, pt. L).

Figs. 1 a 3 (x 7); figs. 6, 7, 10, 13 y 14 (x 1); figs. 4, 5, 11 y 12 (x 2); figs.8 y 9 (x 1.5).



LAMINA VIII

Figs. 1, 4, 6 y 7. *Millerites newelli* (Miller y Furnish). (p 66).

Figs. 2, 3 y 11. *M. dunbari* (Miller y Furnish). (p 66).

Figs. 5 y 8. *M. plummeri* (Miller). (p 66).

Figs. 9 y 10. *Adrianites elegans* Gemmellaro. (p 66).

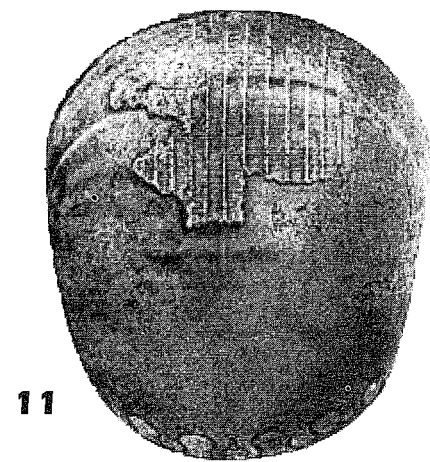
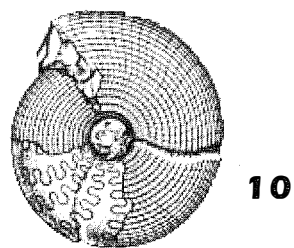
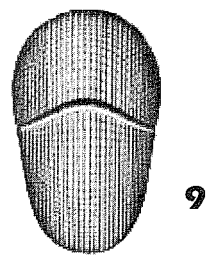
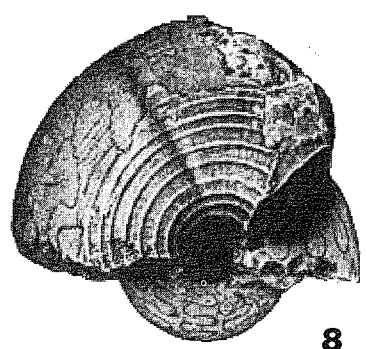
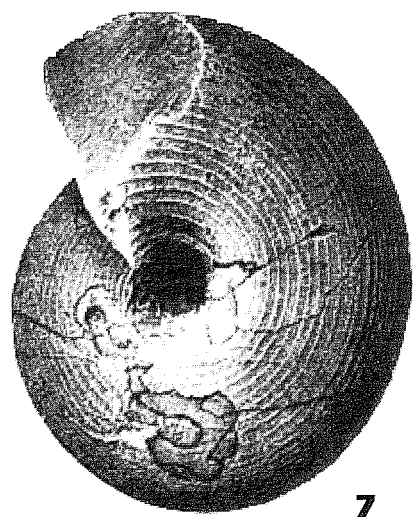
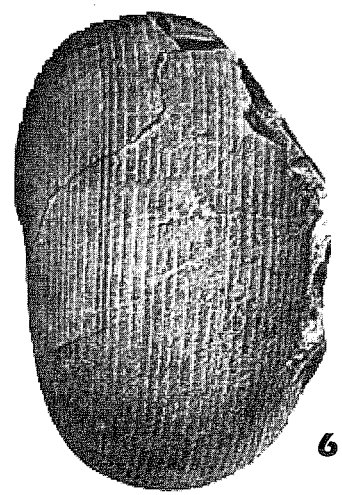
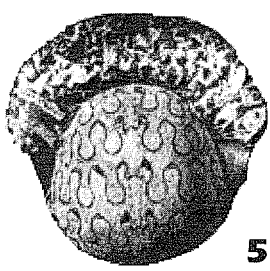
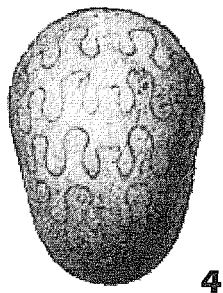
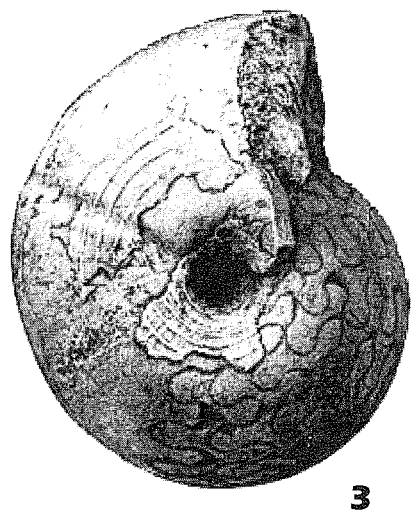
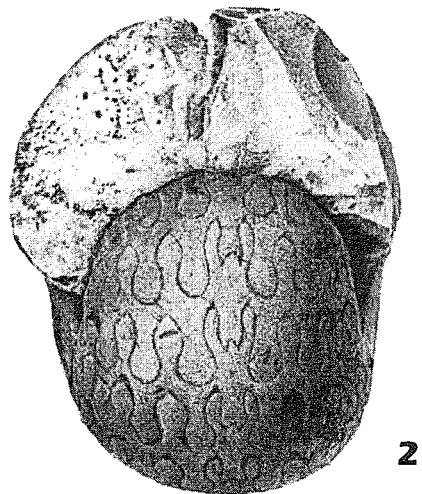
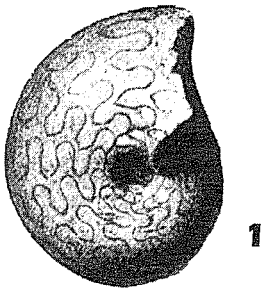
Edad: ejemplares de las figuras 1, 4, 6 y 7, zona con *Perrinites*, Pérmico Inferior.

Figs. 2, 3 y 11, zona con *schucherti*, Pérmico Superior.

Figs. 5 y 8, zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, in King *et al.*, 1944).

Fig. 9 y 10, Pérmico, Sicilia; especie tipo del género *Adrianites* Gemmellaro, 1887 (*Treatise*, pt. L), ejemplar de comparación.

Todas las figuras x 2, excepto figs. 1 y 4 (x 4).



LAMINA IX

Figs. 1, 4, 5 y 7 *Doryceras difuntense* (Miller). (p 67).

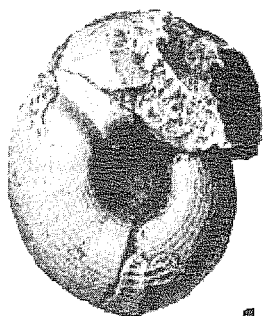
Figs. 2 y 3. *Difuntites hidius* (Ruzhentsev). (p.97).

Figs. 6 y 10. *Epithalassoceras ruzencevi* Miller y Furnish. (p 93).

Figs. 8 y 9. *Doryceras spinosum* (Miller). (p 67).

Edad: ejemplares de las figuras 1, 4 a 10, zona con *Waagenoceras*; Figs. 2 y 3, zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, in King et al., 1944).

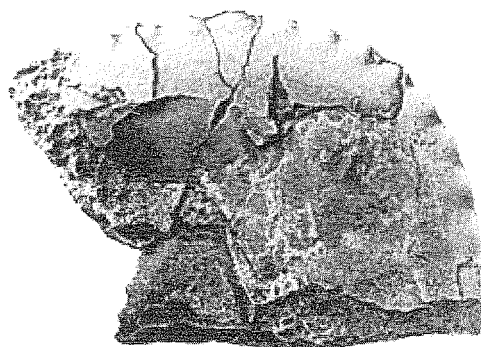
Figs. 1, 4, 5 y 7 (x 4); figs. 2 y 3 (x 3); figs. 6 y 10 (x 1); figs. 8 y 9 (x 2).



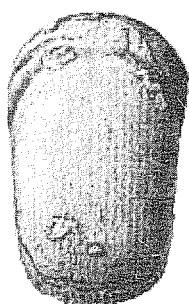
1



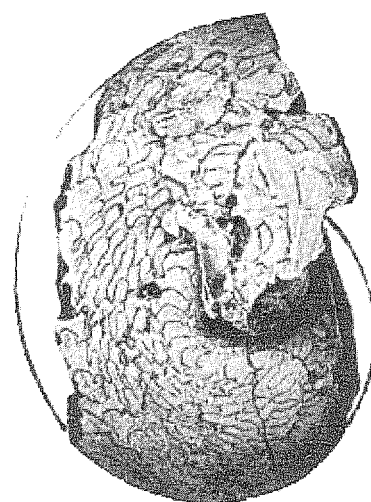
2



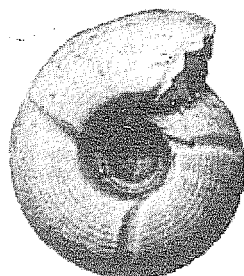
3



4



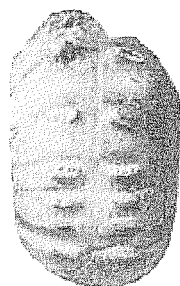
6



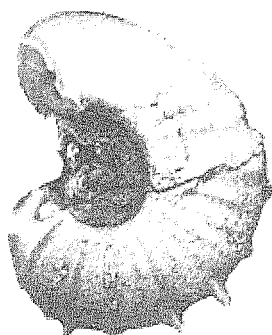
7



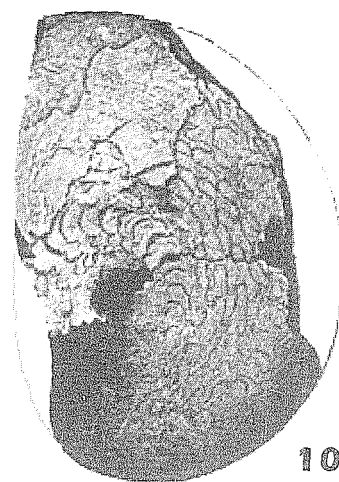
5



8



9



10

LAMINA X

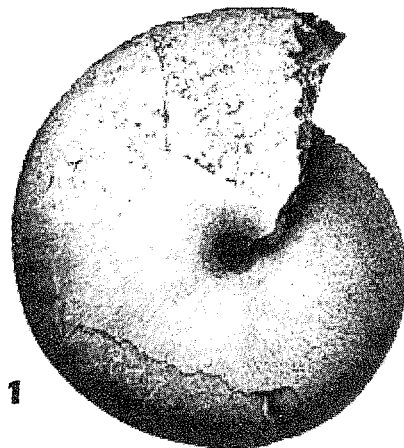
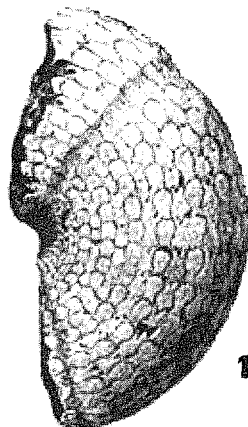
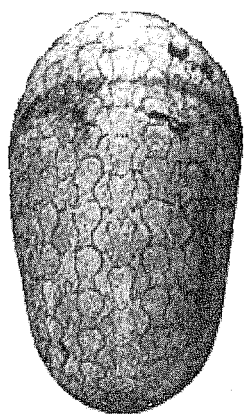
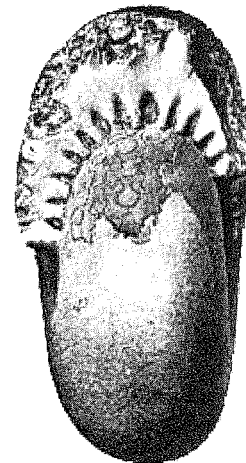
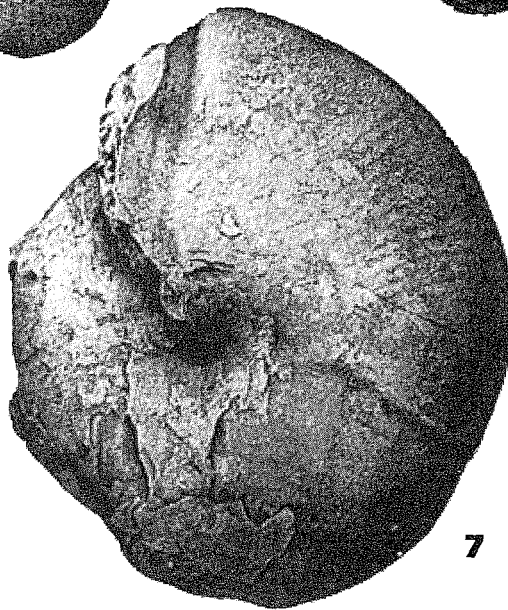
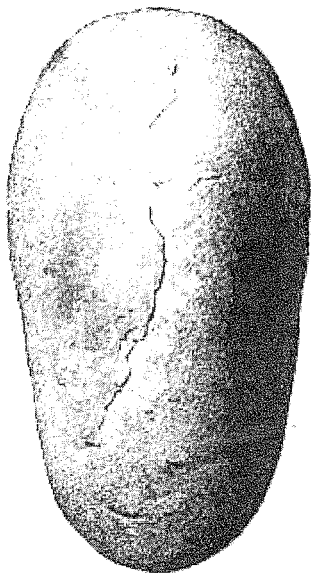
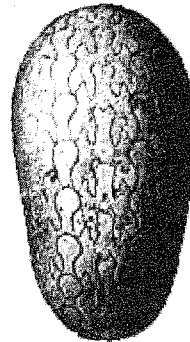
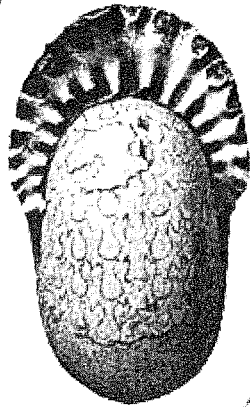
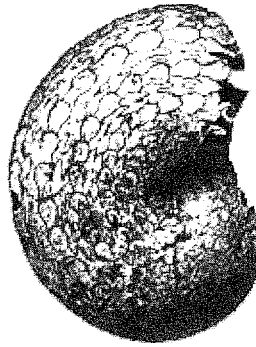
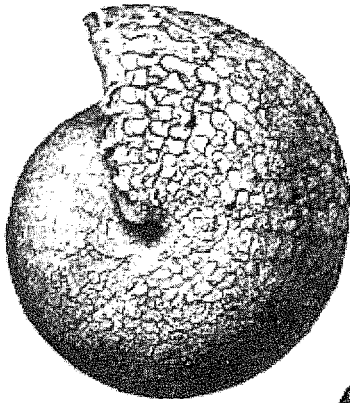
Figs. 1, 4, 6 a 11. *Stacheoceras toumanskyae* Miller y Furnish. (p 72).

Figs. 2, 3 y 5. *S. gemmellaroi* Miller. (p 72).

Edad: Figs. 1, 4, 6 a 11, zona con *schucherti*; figs. 2, 3 y 5, zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, in King *et al.*, 1944).

Figs. 2, 6-8 y 11 (x 1); figs. 1, 4, 9 y 10 (x 1.5); figs. 3 y 5 (x 2).

LAMINA X



LAMINA XI

Figs. 1 a 3. *Waagenoceras dieneri karpinskyi* Miller. (p 85).

Figs. 4, 9 y 11. *Mexioceras guadalupense guadalupense* (Girty). (p 88).

Figs. 5 y 6. *Waagenoceras dieneri girtyi* Miller y Furnish. (p 85).

Figs. 7 y 18. *Coahuiloceras schucherti* (Miller y Furnish). (p 82).

Figs. 8, 10 y 16. *Waagenoceras dieneri* Böse. (p 85 y 88).

Figs. 12 y 13. *Mexioceras guadalupense smithi* (Miller y Furnish). (p 88).

Figs. 14 y 15. *Mexioceras guadalupense* Girty. (p 88).

Figs. 17 y 19. *Timorites curvicostatus* Haniel. (p 82).

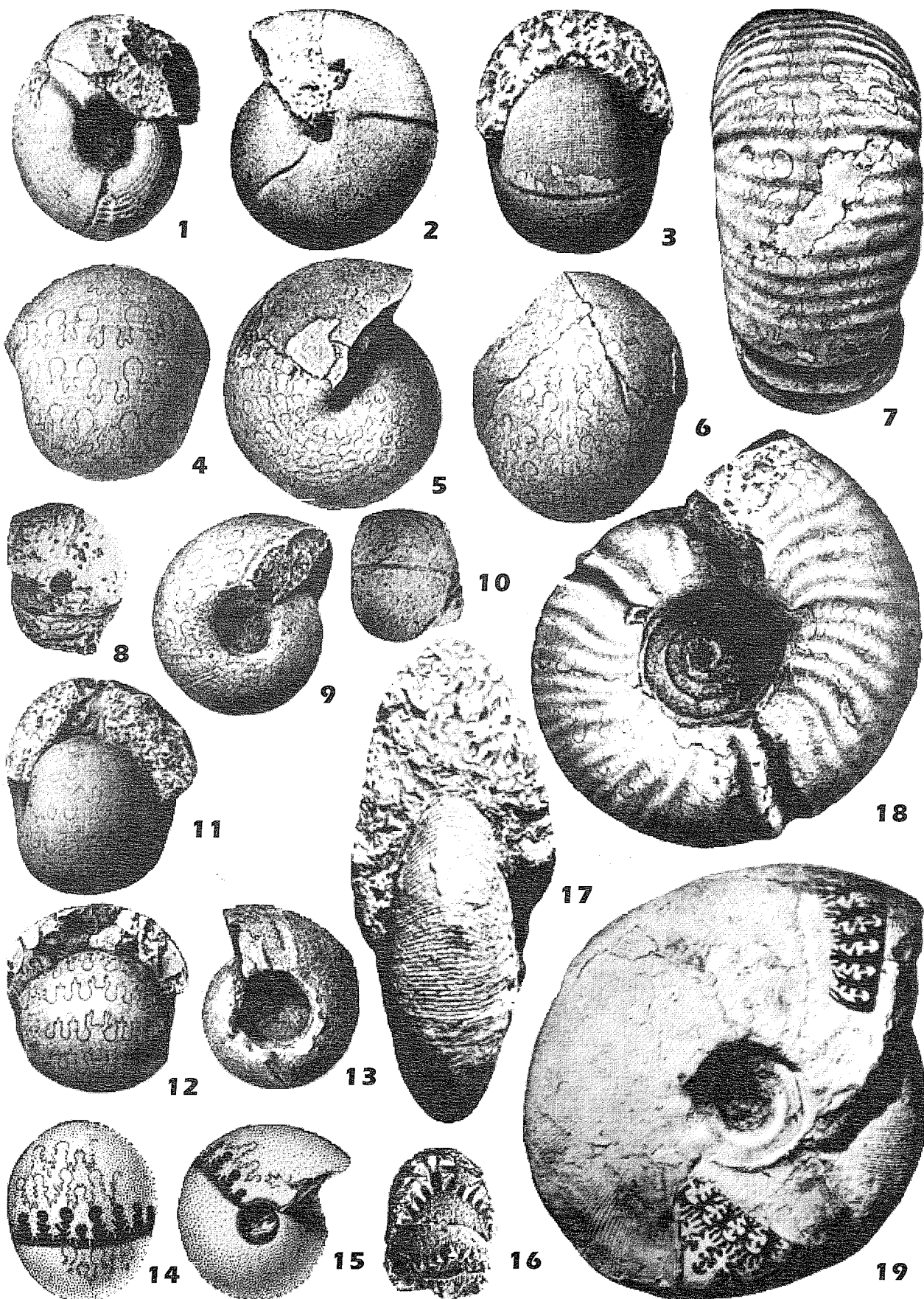
Edad: ejemplares de las figuras 1-6, 9 y 11-13, zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior.

Figs. 7 y 18, zona con *schucherti*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, *in* King *et al.*, 1944).

Figs. 8, 10 y 16, Pérmico Superior. Caborca, Sonora (Miller, *in* Cooper *et. al.*, 1965).

Figs. 14 y 15 (*in Treatise*, pt. L); figs. 17 y 19, Timor, Indonesia (*in Treatise*, pt. L); ejemplares de comparación; Pérmico Superior.

Figs. 8, 10, 14-16 (x 1); figs. 4-6, 9, 11-13 (x 2); figs. 1-3 (x 3); figs. 7 y 8, sin escala; figs. 17 y 19 (x 0.5).



LAMINA XII

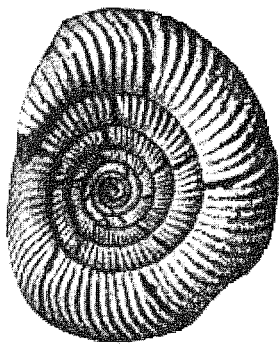
Figs. 1 a 5. *Timorites curvicostatus* Haniel. (p 82).

Figs. 6 y 7. *Coahuiloceras schucherti* (Miller y Furnish). (p 82).

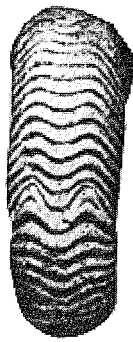
Edad: ejemplares de las figuras 1 a 5, Pérmico Superior. Timor, Indonesia.

Figs. 6 y 7, zona con *schucherti*; Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, in King et al., 1944).

Figs. 1 a 5 (x 2); figs. 6 y 7 (x 1.7).



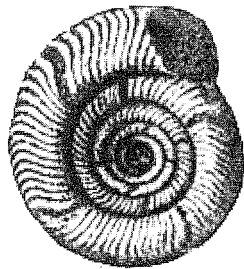
1



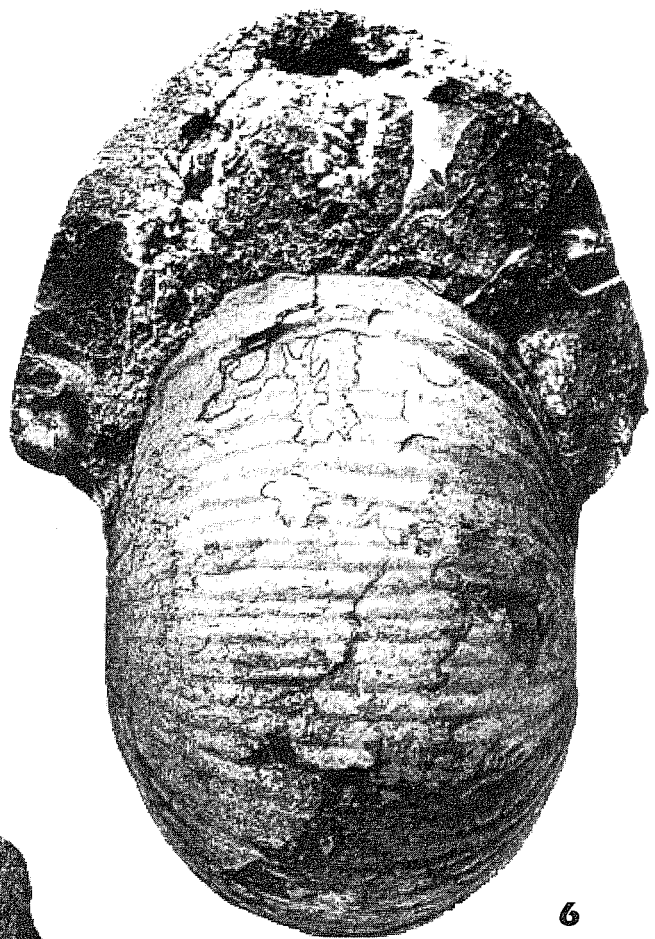
2



3



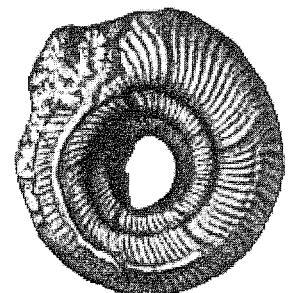
4



6



7



5

LAMINA XIII

Figs. 1, 6, 9 y 10. *Eumedlicottia whitneyi* (Böse). (p 96).

Figs. 2, 4, 5, 7 y 8. *E. burckhardti* (Böse). (p 96).

Fig. 3. *Medlicottia costellifera* Miller y Furnish. (p 96).

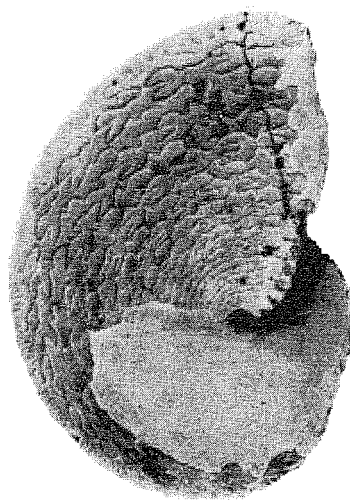
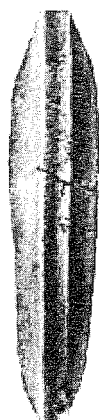
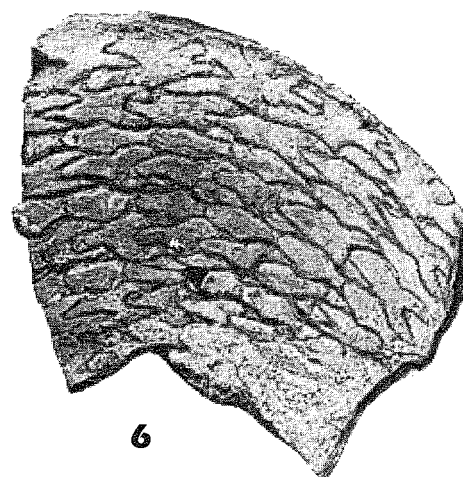
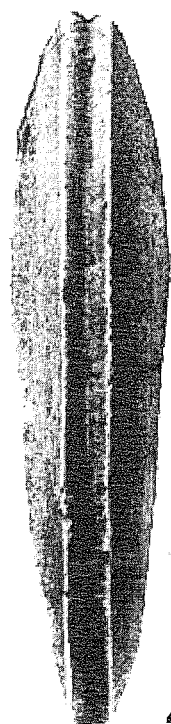
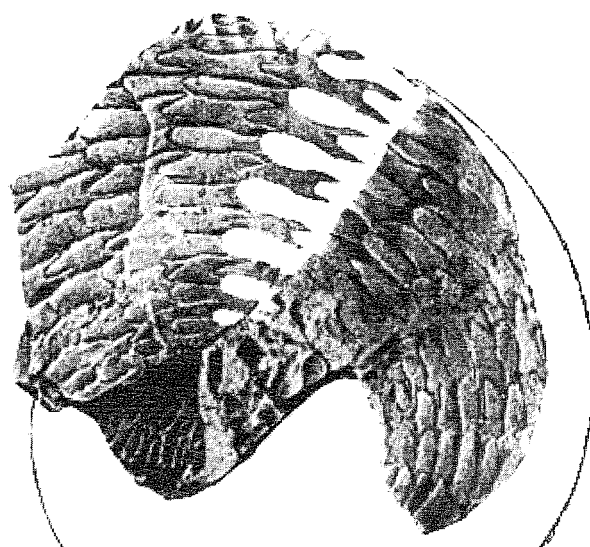
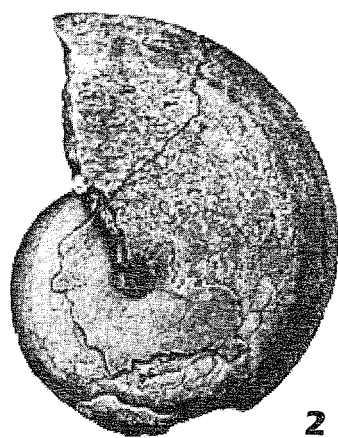
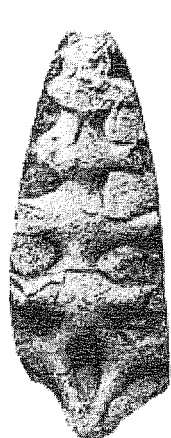
Edad: ejemplares de las figuras 1, 3 y 6, zona con *Perrinites*, Pérmico Inferior.

Figs. 2, 4, 5, 7 y 8, zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior.

Las Delicias, Coahuila (Miller, in King et al., 1944).

Figs. 9 y 10, Pérmico inferior, Texas, USA; especie tipo, ejemplar de comparación (*Treatise*, pt. L).

Figs. 1, 3 y 6 (x 1); figs. 2, 7 y 8 (x 2.2); figs. 4 y 5 (x 3); figs. 9 y 10 (x 1.3).



LAMINA XIV

Figs. 1, 5 y 6. *Cibolites mojsisovicsi* Miller. (p 102).

Figs. 2 a 4. *Paraceltites ornatus* Miller y Furnish. (p 101).

Figs. 7 y 14. *P. rectangularis* Miller. (p 101).

Figs. 8 y 13. *P. altudensis* (Böse). (p 101).

Figs. 9 y 10. *Cibolites uddeni* Plummer y Scott. (p 102).

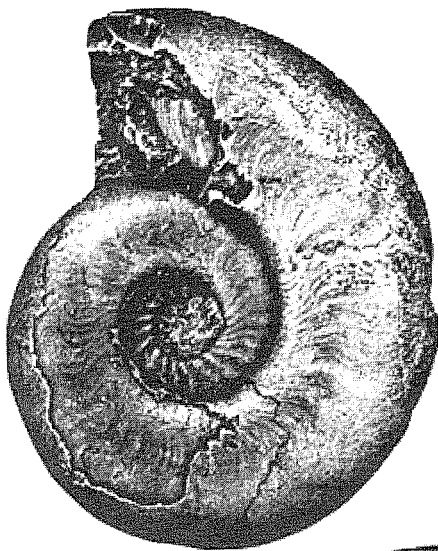
Figs. 11 y 12. *Paraceltites elegans* Girty. (p 101).

Edad: ejemplares de las figuras 1, 5 a 8, 13 y 14, zona con *schucherti*. Pérmico Superior.

Figs. 2 a 4, zona con *Waagenoceras*, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (Miller, in King, et al., 1944).

Figs. 9 a 12, Pérmico, Texas, USA; ejemplares de comparación, especies tipo (in *Treatise*, pt. I).

Figs. 1 a 7 y 14 (x 2); figs. 8 y 13 (x 3); figs. 9 a 12 (x 0.7).



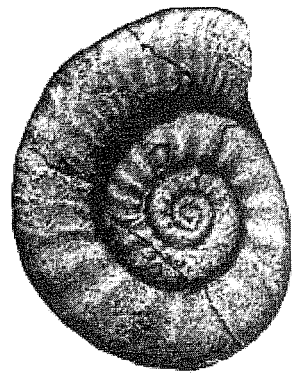
1



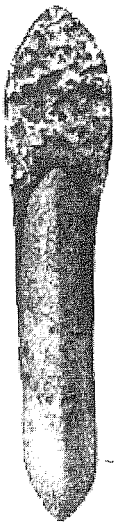
2



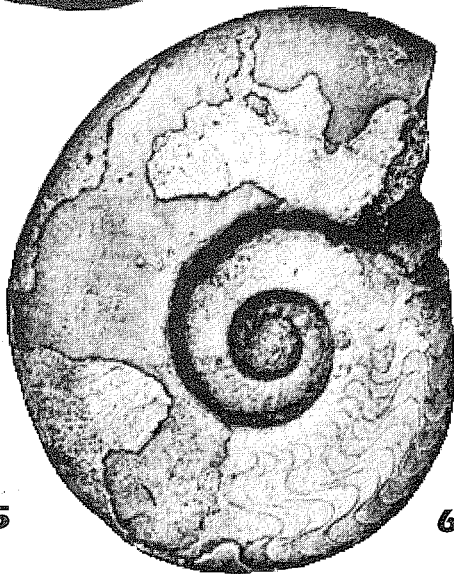
3



4



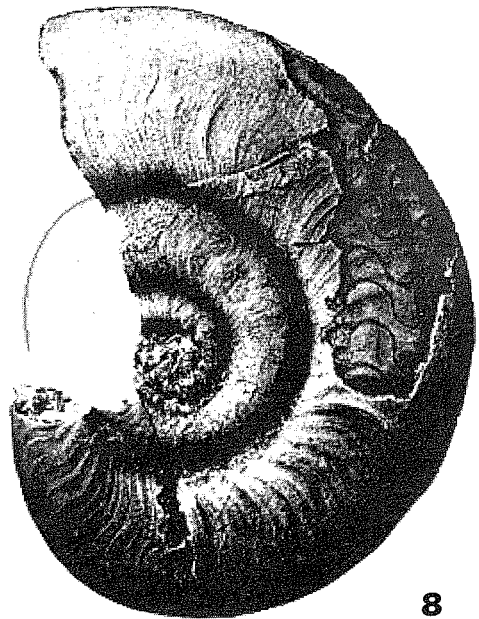
5



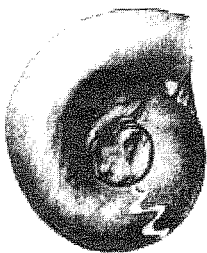
6



7



8



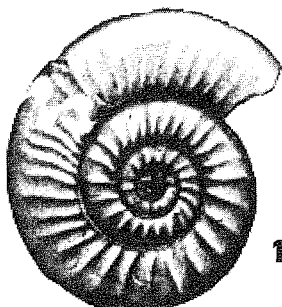
9



10

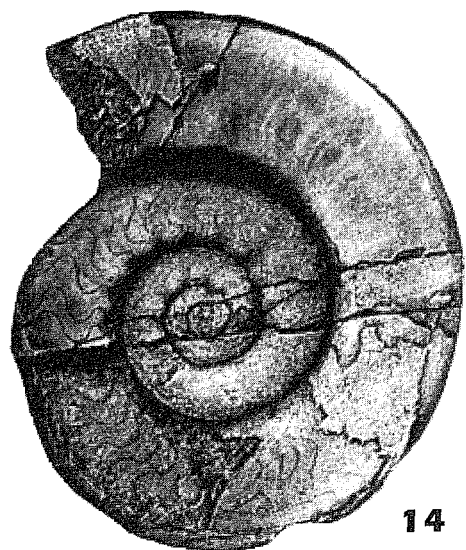


11



12

13



14

LAMINA XV

Figs. 1 y 2. *Kingoceras kingi* Miller. (p 102).

Figs. 3 y 4. *Neogeoceras girtyi* (Miller y Furnish). (p 95).

Figs. 5, 6 y 9. *Xenodiscus waageni* Miller y Furnish. (p 102).

Figs. 7, 8, 10 y 11. *Eoraxoceras ruzhencevi* Spinosa, Furnish y Glenister. (p 104).

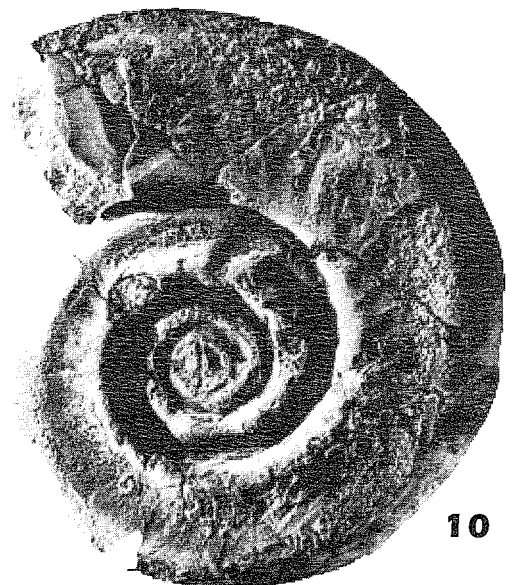
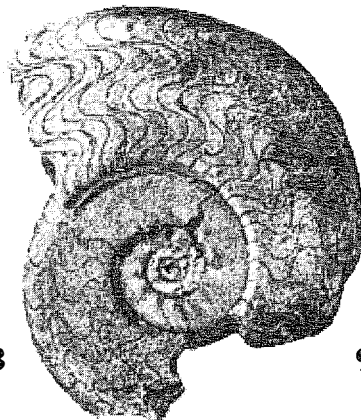
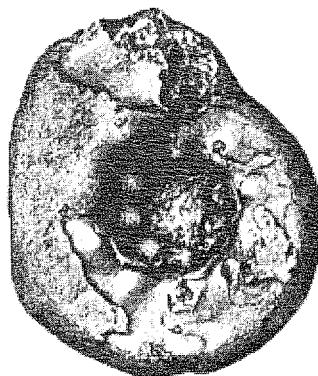
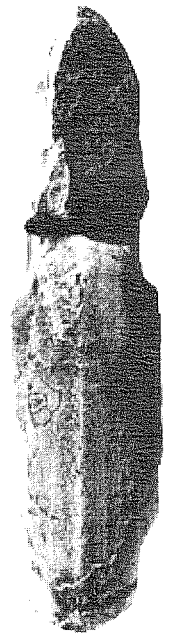
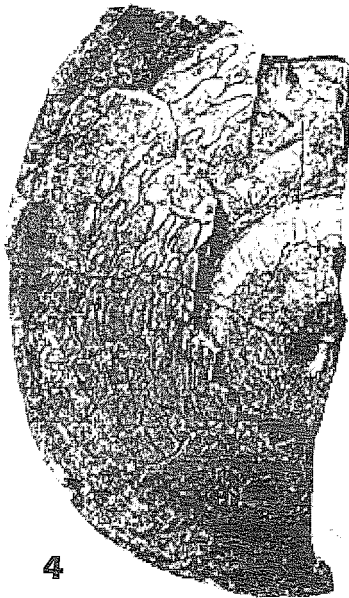
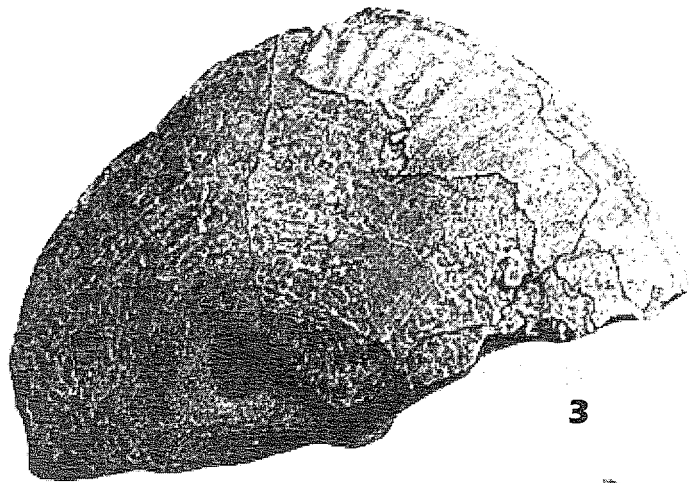
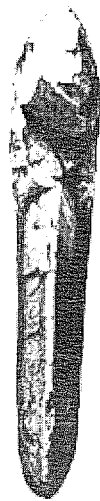
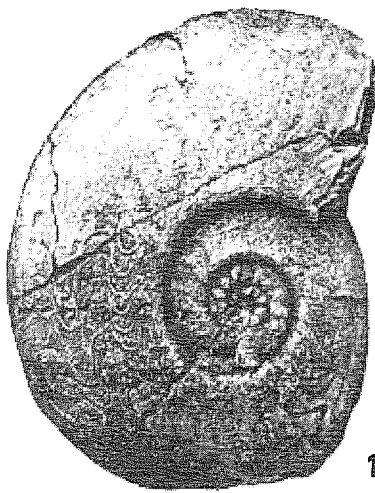
Edad: ejemplares de las figuras 1 a 4, zona con *Waagenoceras*.

Figs. 5, 6 y 9, zona con *schucherti*.

Figs. 7 y 8, paratipo, suprayace a la zona con *schucherti*. Pérmico Superior. Las Delicias. Coahuila (Miller, *in* King *et al.*, 1944).

Figs. 10 y 11, holotipo; capas La Colorada, Pérmico Superior. Las Delicias, Coahuila (*in* Spinosa, *et al.*, 1970).

Figs. 2, 7 y 8 (x 4); fig. 3 (x 3); fig. 4 (x 1); figs. 5, 6 y 9 (x 2); figs. 10 y 11 (x 2.6).



CONTENIDO

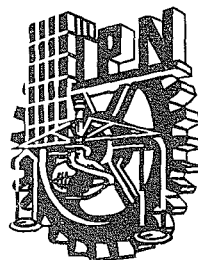
PREFACIO	I
ABSTRACT	II
A. MILLER	III
PROLOGO	IV
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA PALEONTOLOGIA EN MEXICO	2
a) En Biología	2
b) En Geología	2
c) Técnicas y disciplinas geológicas	2
d) Otras técnicas de enseñanza de la Paleontología	3
e) Los catálogos de fósiles mexicanos	4
f) La Paleontología, herramienta de trabajo profesional	4
OBJETIVOS	5
METODOLOGIA	6
LOS PROBLEMAS DE LA CLASIFICACION PALEONTOLOGICA	6
1. ¿Cómo clasificar los cefalópodos fósiles?	7
2. Los diferentes tipos de clasificaciones	8
3. Elementos morfológicos de los amonoideos, que se particularizan en las clasificaciones	9
4. El estudio de la línea de sutura de los amonoideos paleozoicos predomina sobre la caracterización de la forma de la concha cuando se realizan clasificaciones supragenéricas	9
5. Origen del nombre genérico y otras categorías sistemáticas	12
6. Sinonimia y principio de prioridad	13
7. El holotipo	13
8. El nombre del autor y el año	14
9. La descripción de una especie en términos de especialistas	14
10. Jerarquización de edades del fósil, de lo más amplio a lo más restringido, según las categorías sistemáticas, hasta el caso extremo: la Especie	15
11. Cuestión de moldes, positivos o negativos	16
12. Caracteres morfológicos externos e internos	17
13. Descripciones jerárquicas, de Subclase a Especie	17
14. Subclase	18
15. Orden	18
16. Suborden	20
17. Superfamilia	21
18. Familia	23
19. Subfamilia	26
20. Género	29
21. Subgénero	31
22. Especie	31
23. Subespecie	32

LISTA DE CEFALOPODOS DEL PALEOZOICO DE MEXICO	33
A) Sonora	33
B) Chihuahua	33
C) Coahuila	33
D) Tamaulipas	39
E) Puebla	40
F) Guerrero	40
G) Oaxaca	40
H) Chiapas	41
 COLECCIONES DE FOSILES	 41
PALEONTOLOGIA SISTEMATICA	42
ORDEN VOLBORTHELLIDA	43
Género <i>Salterella</i>	43
 CLASE CEPHALOPODA	 44
SUBCLASE NAUTILOIDEA	44
ORDEN ELLESMERO CERATIDA	44
Género <i>Rioceras</i>	44
 POSICION ESTRATIGRAFICA DEL PISO TREMADOCIANO	 45
ORDEN ORTHOCERIDA	48
Género <i>Bitauinioceras</i>	48
 ORDEN NAUTILIDA	 48
Género <i>Stearoceras</i>	48
Género <i>Titanoceras</i>	49
Género <i>Liroceras</i>	49
 SUBCLASE BACTRITOIDEA	 49
ORDEN BACTRITIDA	51
Género <i>Bactrites</i>	51
 POSICION SISTEMATICA DE LOS BACTRITES	 52
ORDEN GONIATITIDA	52
SUBORDEN GONIATITINA	57
Género <i>Pseudoparalegoceras</i>	57
Género <i>Pseudogastriceras</i>	61
Género <i>Strigogonatites</i>	63
Género <i>Agathiceras</i>	65
Género <i>Millerites</i> gen. nov.	66
Género <i>Doryceras</i>	67
 SUBORDEN POPANOCERATINA SUBORD. NOV.	 68
Género <i>Peritrochia</i>	71
Género <i>Stacheoceras</i>	72
Género <i>Furnishites</i> gen. nov.	73

SUBORDEN CYCLOLOBITINA SUBORD. NOV.	75
SUPERFAMILIA PERRINITACEAE SUPERFAM. NOV.	77
Género <i>Perrinites</i>	77
SUBFAMILIA CHANGHSINGOCERATINAE SUBFAM. NOV.	82
Género <i>Coahuiloceras</i> gen. nov.	82
Género <i>Waagenoceras</i>	85
Género <i>Mexioceras</i>	88
Género <i>Epithalassoceras</i>	93
ORDEN MEDLICOTTIIDA	93
Género <i>Neogeoceras</i>	95
Género <i>Eumedlicottia</i>	96
Género <i>Medlicottia</i>	96
Género <i>Difuntites</i>	97
ORDEN CERATITIDA	98
SUBORDEN PARACELITINA	100
Género <i>Paraceltites</i>	101
Género <i>Cibolites</i>	102
Género <i>Xenodiscus</i>	102
SUBORDEN OTOCERATINA	102
Género <i>Kingoceras</i>	102
Género <i>Eoaraxoceras</i>	103
IMPORTANCIA DE LOS AMONOIDEOS PARA DELIMITAR Y SUBDIVIDIR ERAS Y SISTEMAS GEOLOGICOS	106
El límite Paleozoico-Mesozoico	106
Subdivisiones del Pérmico	109
LA PALEOBIOGEOGRAFIA DE LOS AMONOIDEOS	111
OBSERVACIONES SOBRE LA MORFOLOGIA Y SISTEMATICA DE LOS GONIATITES, SEGUN EL TREATISE, PT. I	116
CONCLUSIONES	121
BIBLIOGRAFIA	122
ILUSTRACIONES	

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su reconocimiento al Lic. Tonatiuh Cantú, por su valiosa colaboración técnica brindada en la preparación de esta obra; de igual forma agradece al Lic. Carlos Aguilera su apoyo en la edición de la misma.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ING. DIODORO GUERRA RODRIGUEZ

Director General

LIC. MIGUEL ANGEL CORREA JASSO

Secretario General

M. en C. JORGE A. MACIEL SUAREZ

Secretario Académico

LIC. CECILIO DE LA CRUZ PINEDA

Secretario Técnico

DR. EFREN PARADA ARIAS

Secretario de Apoyo

DR. JOSE ENRIQUE VILLA RIVERA

Director de Estudios de Posgrado e Investigación

ING. JOSE IBER ROJAS MARTINEZ

Director de la ESIA, U. Zacátenco

DR. ABELARDO CANTU CHAPA

Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIA
Unidad Zacátenco

Se acabó de imprimir esta obra el día 7 de Julio de 1997,
en los talleres de **TONO&PERSPECTIVA**
Cañón N°47 • Col. Prados Coyoacán • c.p. 04810.
La edición consta de 500 ejemplares.