

## ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA POSICION DEL LIMITE CAMBRO-ORDOVICICO EN AMERICA DEL SUR

Por Juan Luis Benedetto

Ministerio de Energía y Minas, División de Exploraciones. Centro Simón Bolívar, Torre Norte,  
Piso 19, Caracas 101.

(Recibido en enero de 1977, en forma revisada en abril de 1977)

### RESUMEN

En los últimos años se han descubierto en México y noroeste de Argentina faunas integradas por una mezcla de elementos pacíficos y atlánticos (acadobálticos). Los trilobites de tipo atlántico asociados con *Parabolina argentina* indican una edad Tremadociana Inferior (Ordovícico Temprano) y pueden ser correlacionados con la Zona de *Dictyonema* de la zonación bioestratigráfica europea. Por otra parte, los trilobites de afinidades pacíficas asociados con *P. argentina* indican una edad Neocámbrica (Trempealeau) según las biozonas norteamericanas. Como consecuencia de ello estas faunas pueden ser ubicadas tanto en el Ordovícico Inferior como en el Cámbrico Superior, según se consideren los géneros "atlánticos" o "pacíficos". Por esta razón se hace necesario adoptar un criterio común para asignar a estas faunas una edad uniforme.

Estas faunas mixtas proveen nuevas evidencias para la correlación bioestratigráfica entre América y Europa durante el Cambro-Ordovícico. Las evidencias faunales sugieren que la Zona de *Parabolina argentina* del noroeste de Argentina y Bolivia puede ser correlacionada con la Zona *Saukia* de Norte América y con la Zona de *Dictyonema* de la región escandinava. Se propone la ubicación del límite Cambro-Ordovícico en América del Sur entre la Zona de *Parabolina argentina* y la Zona de *Kainella meridionalis*. La Zona de *Dictyonema* de Baltoscandia es considerada en este trabajo como de edad Neocámbrica. De este modo, la base del Período Ordovícico queda ubicada al mismo nivel en América del Norte, América del Sur y Europa.

### ABSTRACT

Tremadocian faunas containing mixed "atlantic" and "pacific" trilobites have been recently found in Mexico and Northwestern Argentina. The atlantic faunas associated with *Parabolina argentina* are indicative of the lowermost Tremadoc (Lower Ordovician) and they are correlated with the *Dictyonema* Zone of the standard european sequence. However, some trilobites associated with *Parabolina argentina* are characteristic of the Uppermost Cambrian (Trempealeau) in the Pacific Realm. Consequently this faunas could be placed either in the Lowermost Ordovician or in the Upper Cambrian, according to the atlantic or pacific genera considered.

The mixed faunas provide new evidences for the American-European correlation during the Cambro-Ordovician. This faunal evidence suggests that the *Parabolina* Zone of Argentina and Bolivia correlates with the *Saukia* Zone of North America and the *Dictyonema* Zone of Baltoscandia. The Cambro-Ordovician boundary in South America is placed between the *Parabolina* and *Kainella* Zones. The *Dictyonema* Zone of Balto-Scandia is regarded in this paper as latest Cambrian. Furthermore, the base of the Ordovician Period is placed at the same level in North America, South America and Europe.

### INTRODUCCION

Durante muchos años la correlación bioestratigráfica entre las faunas del Cámbrico y Ordovícico Inferior de las provincias faunísticas Atlántica y Pacífica fue analizada bajo diversos aspectos, sin haberse llegado aún a una solución completamente satisfactoria de esta interesante cuestión.

Como resultado de ello, las zonaciones europeas y norteamericanas se mantuvieron en forma casi totalmente independiente y el límite entre los períodos Cámbrico y Ordovícico se estableció mediante criterios propios en cada región. Su equivalencia, sin embargo, fue establecida en forma tentativa sobre la base de las evidencias aportadas por las faunas de graptolitos (ROSS y BERRY, 1963; JAKSON, 1964; SKERVINGTON, 1963) y de trilobites (HENNINGSMÖEN, 1957). WHITTINGTON (1966) efectuó un análisis detallado de las evidencias existentes hasta ese momento. Un resumen de algunas de sus conclusiones fue incluido por el autor en otro trabajo (BENEDETTO, 1975).

En años recientes, importantes hallazgos de trilobites con una "mezcla" de formas típicamente acado-bálticas con otras de tipo pacífico han contribuido a dilucidar en forma casi definitiva el problema de la correlación bioestratigráfica entre ambas provincias faunísticas. El primer descubrimiento que aportó argumentos decisivos fue el hallazgo de una fauna tremadociana en el sur de México, región de Nochixtlán, la cual fue dada a conocer por ROBINSON y PANTOJA-ALOR (1968). En esta fauna se encuentran asociados un gran número de géneros de tipo atlántico con otros considerados como guías del Cámbrico Superior norteamericano, tales como *Saukia* y *Richardsonella*.

El segundo hallazgo que corroboró las evidencias aportadas por el anterior fue la fauna colectada por el autor (BENEDETTO, 1975), en la región de El Aguilar, situada en la Provincia de Jujuy (noroeste de Argentina). En esta asociación faunística, al igual que en México, se presentan en los mismos niveles formas típicas de la Zona de *Parabolina argentina* y otras distintivas del Cámbrico Superior nortea-

mericano, tales como Catillicephalidae (*Buttsia*, *Pemphigaspis*), Loganellidae (*Aguilarella*) y probables Lonchocephalidae (*Pseudotalbotina*).

Es evidente que los inconvenientes que han existido, y que sólo en parte subsisten actualmente, para resolver el problema de la correlación entre las faunas acado-bálticas y las pacíficas se deben exclusivamente a la notable diferenciación provincial de los trilobites durante el Cámbrico-Ordovícico Inferior. Esta desvinculación más o menos completa de los esquemas bioestratigráficos se mantuvo hasta que se localizaron áreas con faunas intermedias las que, por sus particularidades paleogeográficas fueron receptoras de comunidades procedentes de ambas provincias. Este hecho, no obstante, es relativamente poco frecuente y por lo general las faunas se mantienen "puras" en casi todas las localidades fosilíferas. Tal es el caso de las clásicas faunas cámbricas del centro-oeste de la Argentina. Las mismas están circunscriptas a la cuenca mio-geosinclinal de San Juan y Mendoza, integrada fundamentalmente por calizas de colores claros, las cuales han proporcionado una variada fauna de trilobites (POULSEN, 1958, 1960; LEANZA, 1947; BORRELLO, 1963a y 1963b; HARRINGTON y LEANZA, 1943; RUSCONI, 1950, 1951, 1954, 1956; y otros), que se distribuyen entre el Cámbrico Inferior y el Superior. Estas faunas son de tipo definitivamente "pacífico" y fueron correlacionadas sin inconvenientes con el ordenamiento bioestratigráfico norteamericano.

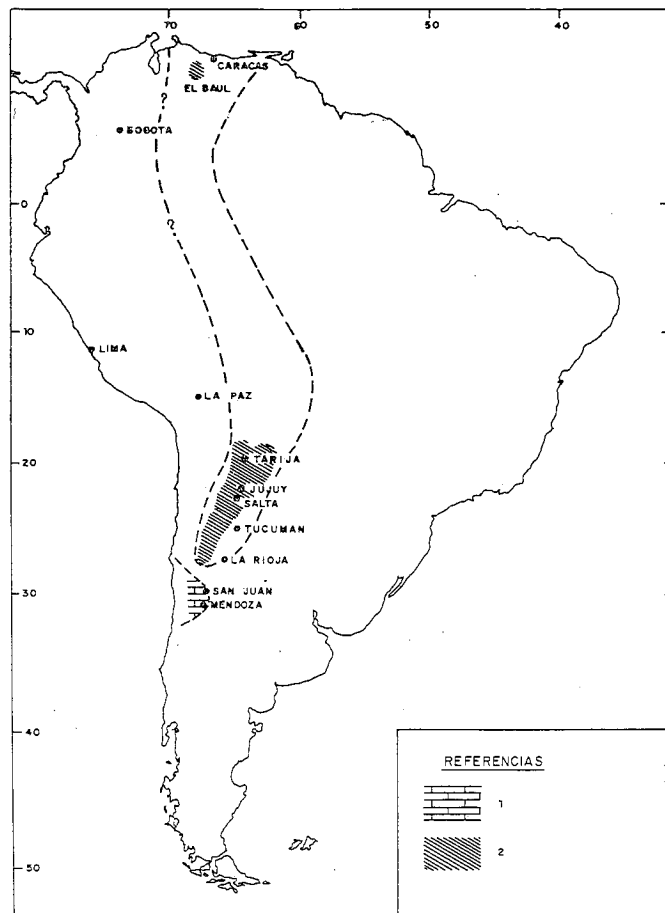


Fig. 1. Mapa de afloramientos de rocas sedimentarias del Cámbrico superior en la región occidental de América del Sur. Con línea de puntos límites probables de la cuenca. 1: área de afloramientos del Cámbrico superior de la Provincia Pacífica. 2: Idem para la Provincia Atlántica (Zona de *Parabolina argentina*)

Las faunas de trilobites tremadocianos, vastamente representadas en el Noroeste de Argentina y Bolivia, se encuentran asociadas a rocas clásticas, fundamentalmente pelíticas. Estas unidades sedimentarias se depositaron en una cuenca aparentemente desvinculada de la mencionada arriba, por lo menos durante el Cámbrico y parte del Ordovícico Inferior. Las faunas de trilobites y graptolitos de esta cuenca muestran netas afinidades "acado-bálticas".

Con los recientes hallazgos de formas pacíficas de indudable edad Cámbrico Superior en la Zona de *Parabolina argentina* del noroeste de Argentina se puede intentar, por primera vez, vincular cronológicamente las faunas de igual edad de la cuenca de San Juan y Mendoza con aquellas de Salta, Jujuy y Bolivia (HARRINGTON, 1973).

Esta correlación, si bien arroja luz sobre la paleogeografía del Cambro-Ordovícico sudamericano, trae aparejados serios inconvenientes en la asignación de edades a las formaciones portadoras de estas faunas. En la actualidad, debido a la división provincial de las faunas de trilobites, la nomenclatura utilizada acusó un marcado dualismo, por cuanto existen dos opciones para asignar la edad de las formaciones fosilíferas: cuando están presentes elementos de afinidades pacíficas se adoptan las edades establecidas en las zonaciones norteamericanas, mientras que si se cuenta con una fauna comparable a la de Baltoscandia se toman como base las biozonas y edades europeas.

En el caso particular de la Formación Mireles, aflorante en el área de El Baúl (norte de Venezuela) la fauna está integrada únicamente por *Parabolina argentina* (FREDERICKSON, 1958). Dado que el género *Parabolina* es un olenídeo típico de la Provincia Atlántica, la edad de esta unidad ha sido referida al Tremadociano Inferior, correspondiente al Ordovícico más inferior del ordenamiento geocronológico europeo.

La situación es más compleja cuando se analiza la edad de la parte inferior de la Formación Santa Rosita, aflorante en numerosas localidades del noroeste de Argentina. Si se toma en cuenta la porción de la fauna integrada por trilobites acado-bálticos (la mayor parte) debe ser referida al Tremadociano Inferior. Por el contrario, si consideramos los otros integrantes de la asociación, exclusivos de la Provincia Pacífica, parece más lógico asignar esta unidad al Cámbrico Superior. Lo mismo es perfectamente válido para la Formación Tiñu, de México, donde *Saukia* y *Richardsonella* indican una edad "Trempealeau" (Cámbrico Superior cuspidal), mientras que *Parabolina*, *Parabolinella*, *Angelina* y otros géneros de tipo atlántico señalan una edad Tremadociana (Ordovícico Inferior) según la secuencia europea.

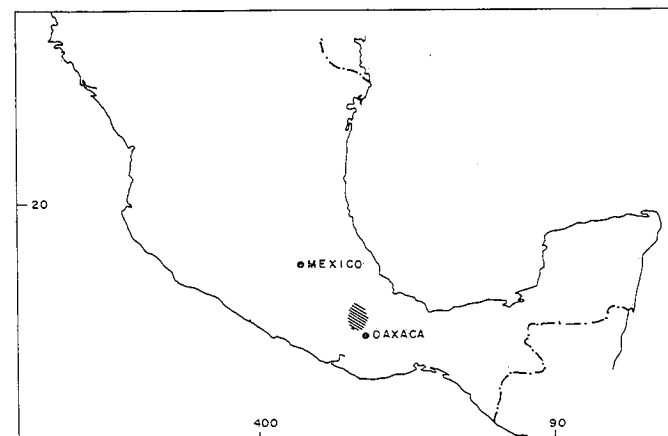


Fig. 2. Mapa de afloramientos de rocas sedimentarias del Cámbrico superior en México (Formación Tiñu)

La incongruente situación actual en la asignación de edades a las formaciones Cambro-Ordovícicas de América del Sur se debe fundamentalmente a la falta de acuerdo con respecto a la posición del límite entre estos dos períodos en ambas provincias faunales. Ya WHITTINGTON (1966) mostró que la base del Período Ordovícico se sitúa a diferente nivel en Europa y Norteamérica. En el Cuadro I se muestra esa situación, incluyendo las faunas sudamericanas.

El autor considera que en la actualidad existen fuertes argumentos faunísticos para intentar establecer una correlación más precisa entre ambas provincias y, como consecuencia de ello, llevar a un mismo nivel, convencionalmente, la base del Período Ordovícico. El objetivo del presente trabajo es proponer algunos nuevos criterios a la luz de los recientes hallazgos, que contribuyan a uniformizar la dual nomenclatura vigente.

#### LA EDAD DE LAS FAUNAS CAMBRO-ORDOVICICAS DE ARGENTINA Y BOLIVIA

Antes de considerar otros aspectos creo conveniente efectuar una somera revisión de las edades que sucesivamente fueron asignadas a las diversas formaciones "cámbricas" y "ordovícicas" de Argentina y Bolivia.

Originalmente KAYSER (1876) asignó a los más antiguos depósitos sedimentarios del noroeste argentino y de Bolivia al Cámbrico Superior. Este mismo autor, en 1898, y sobre la base del supuesto hallazgo del género *Crepicephalus* (? *C. argentinus*) en Tilcuya y Cuesta de Iscayachi, asignó estos depósitos al Cámbrico medio. Por fin, en 1898, al constatar la presencia de diversos asáfidos en la asociación, los asignó al Ordovícico.

STEINMANN y HOEK (1912) estudiaron en detalle las faunas Cambro-Ordovícicas, especialmente aquellas de Bolivia, y asignaron al Cámbrico las faunas recolectadas en la Cuesta de Iscayachi con "*Olenus*" cf. *argentinus* y Tambo Guanacuno, con "*Liostracus*" y "*Conocephalites*" cf. *striatus*. A su vez, estos autores asignaron al Cámbrico Superior-Silúrico Inferior la fauna de Salitre, que posteriormente fuera estudiada en detalle por HARRINGTON y LEANZA (1943) y asignada al Tremadociano Inferior.

KOBAYASHI (1937) efectuó una revisión de las faunas Cambro-Ordovícicas recolectadas por KAYSER, HOEK, LAKE y BULLMAN. En este trabajo KOBAYASHI proporciona un cuadro de edades y correlación de las diversas faunas analizadas. Según este esquema, las faunas de Iruya (Argentina), Cuesta de Iscayachi, Tilcuya y Salitre (Bolivia) se asignan al Cámbrico Superior ("Late Olenidian-Early Olenidian or Croixan"). Los principales fundamentos que llevaron a este autor a postular una edad cámbrica para estas faunas fueron la presencia de "*Olenus*" *argentinus* y de *Plethopeltis*. Con respecto al primero establece que (op. cit.: 413) "*Olenus*" *argentinus*, which resembles *Crepicephalus*, might suggest faunal affinities with Dresbach, but until the associated pygidium of this trilobite is discovered the evidence is not conclusive".

Obviamente, ambas formas descritas por Kobayashi no tienen en la actualidad valor diagnóstico para el Cámbrico Superior pues, como se sabe, "*Olenus*" *argentinus* fue asignado posteriormente a *Parabolina argentina* por HARRINGTON y LEANZA (1957). Estos mismos autores establecieron que tanto *Plethopeltis* como *Liostracus* y *Conocephalites* cf. *striatus* son todos sinónimos del género *Angelina*.

En 1938 HARRINGTON realizó un estudio detallado de las faunas del noroeste argentino y asignó la más antigua

(Fauna de *Kainella*) al Tremadociano Inferior, remarcando las estrechas afinidades acado-bálticas de esta asociación.

HARRINGTON y LEANZA (1957:23) efectuaron una detenida evaluación de las faunas de trilobites del noroeste y oeste de Argentina, proporcionando por primera vez un cuadro de biozonas para el Ordovícico. Las mismas se distribuyen entre el Tremadociano Inferior y el Llanvirniano. La fauna más antigua es la que constituye la Zona de *Parabolina argentina*, y con respecto a ella estos autores concluyen que (1957: 25): "A substantial part of the fauna... has obvious Tremadocian-European alliances. Among the agnostids, *Geragnostus vilonii* and *G. calviformis* recall *G. calvus* of the British Tremadocian, while *G. mauri* and *G. nesossii* are clearly allied to *G. sidenbladhi* of Great Britain and the *Ceratopyge* region of Scandinavia... *Beltella ulrichi* is similar to *B. depressa* from the Penmorfa and Potomac beds of North Wales, *Angelina hyeronimi* and *A. punctolineata* are comparable with *A. sedgwicki*, and *Parabolinella argentinensis* to *P. triarthra* and *P. limitis*, from the Tremadocian of Great Britain and Norway, respectively".

En la actualidad existe un consenso general en cuanto a la aceptación de una edad "tremadociana" para estas faunas de la cuenca del noroeste de Argentina y Bolivia y en cuanto a la ubicación de las edades portadoras dentro del Ordovícico. La asignación de esta fauna del Tremadociano Inferior está apoyada en fuertes evidencias faunísticas y no puede ser cuestionada. El principal punto sujeto a discusión es, sin duda, la ubicación de la edad Tremadociana dentro del cuadro geocronológico general. Para aclarar este aspecto se analizarán algunos de los principales argumentos que se han utilizado para establecer el límite entre los períodos Cámbrico y Ordovícico.

#### CRITERIOS PALEONTOLOGICOS PARA LA UBICACION DEL LIMITE CAMBRO-ORDOVICICO EN LA PROVINCIA AFLANTICA

Esta provincia faunística está clásicamente representada por las secuencias fosilíferas de la región Acado-báltica, que afloran en Dinamarca, Noruega, Suecia y Gran Bretaña. En América del Norte ocupa una angosta franja que se extiende en dirección aproximadamente norte-sur al este de los Montes Apalaches. Los principales afloramientos se encuentran al sudeste de Newfoundland, Nova Scotia y sur de New Brunswick.

También está presente en el norte de África (DESTOMBES, 1960) y en diversas regiones asiáticas, tales como Corea del Sur (KOBAYASHI, 1934, 1960), Vietnam del Norte (SAURIN, 1956) y China (LU, 1959).

En América del Sur se conocen faunas atlánticas en el noroeste de Argentina y sur de Bolivia, además de los reducidos afloramientos de la región nor-central de Venezuela. En estos tres países está representada la fauna de *Parabolina*. En Colombia se han descrito elementos de la Zona de *Kainella meridionalis* (HARRINGTON y KAY, 1951).

#### La posición del límite en la región Báltica

El mejor desarrollo del Cámbrico y Ordovícico Inferior de tipo atlántico en Europa, tanto por su continuidad como por la riqueza de sus faunas, se halla en la región Báltica. En esta zona el Geosinclinal Caledoniano se constituyó en la principal cuenca sedimentaria Cambro-Ordovícica, la que se extendió a través del norte de Europa, norte de África y penetró ampliamente por el norte de Venezuela hasta Argentina.

Tanto en la región escandinava como fuera de ella, la secuencia sedimentaria se compone fundamentalmente de rocas pelíticas, con predominio de lutitas bituminosas oscuras con algunas intercalaciones calcáreas.

Sobre la base de la fauna de trilobites olénidos, HENNINGSMÖEN (1957) reconoció seis zonas paleontológicas para las llamadas "Olenid Series" (Series Olenidianas), las que representan el Cámbrico Superior escandinavo. Dichas zonas bioestratigráficas son Zonas I y II (Zonas de *Olenus*), Zona III (*Parabolina spinulosa*), Zona IV (*Leptoplastus*), Zona V (Zonas de *Peltura* con tres subzonas) y Zona VI (*Acerocare*). La elección de géneros y especies de la Familia Olenidae, exclusivamente para efectuar esta zonación se debe a que este grupo de trilobites es absolutamente preponderante sobre otras familias que ocasionalmente pueden estar presentes. Los olénidos constituyen el elemento faunístico característico del Cámbrico Superior acado-báltico y le otorgan a la Provincia Atlántica su sello típico. Por otra parte, existe una gran continuidad filogenética dentro de este grupo, y por ello es factible seguir con cierta precisión las modalidades de su evolución. Los principales géneros característicos del Cámbrico Superior báltico son *Olenus*, *Protopeltura*, *Leptoplastus*, *Peltura*, *Eurycare*, *Ctenopyge*, *Sphaerophthalmus*, *Mesoctenopyge* y *Acerocare*. Otros, si bien están presentes en las Series Olenidianas pueden encontrarse en la parte más inferior del Tremadociano, como es el caso del género *Parabolina*.

La Familia Olenidae supera el límite Cámbrico-Tremadociano sin sufrir disminución alguna en el número de sus componentes, aunque se diferencian nuevos géneros y especies característicos del Tremadociano, tales como *Jujuyaspis*, *Boeckaspis*, *Salaspis*, *Angelina*, *Bienvillia*, *Parabolinella*, *Beltella* y *Peltocare*. La mayor parte de ellos están más o menos estrechamente vinculados filogenéticamente con formas del Cámbrico Superior. También es remarcable la aparición en el Tremadociano Inferior de los primeros representantes de graptolitos, donde *Dictyonema flabelliforme* es una especie típica y de amplia distribución geográfica.

A diferencia de las clásicas secuencias sedimentarias de Gales, los depósitos de la región Báltica no presentan discordancia alguna, por lo que el límite entre el Cámbrico y el Ordovícico debe ser establecido enteramente sobre la base del contenido paleontológico. En este sentido, las diferencias faunísticas señaladas previamente constituyen un buen criterio para la ubicación del mismo.

#### El Tremadociano Inferior en Argentina

Los afloramientos más australes se encuentran en la Provincia de La Rioja, en el centro-oeste de Argentina, representados por las pelitas oscuras de la Formación Volcancito. Más al norte, en las Provincias de Salta y Jujuy, en el noroeste del país, existe un gran desarrollo de sedimentitas portadoras de fauna acado-báltica. Están representadas por la Formación Santa Rosita, unidad que se compone de pelitas oscuras, localmente con alto contenido de materia orgánica. Las intercalaciones calcáreas son poco frecuentes, pero han sido identificadas en algunas secciones (TORO, 1973).

En la clásica sección del río Santa Victoria el Tremadociano alcanza un espesor de aproximadamente 2.300 metros, mientras que sólo el Tremadociano Inferior tiene casi 1.500 metros de potencia (HARRINGTON y LEANZA, 1957). En esta región y en todas aquellas donde está expuesta su base, las sedimentitas ordovícicas se disponen discordantemente sobre las cuarcitas y pelitas del Grupo Mesón. La fauna de trilobites está integrada principalmente por agnóstidos y

olénidos, de los que se han descrito 12 y 14 especies, respectivamente. En menor proporción se hallan remopléuridos (4 especies), ceratopígidos (4 especies), asáfidos (4 especies), hapalopléuridos (3 especies); con una única especie se encuentran representados hárpidos, shumárdidos, ?nileidos, plioméridos, caliménidos, catilicefálidos, loganélidos y ?loncocefálidos. Esta fauna se caracteriza por el olénido *Parabolina argentina*, presente en forma constante en la mayoría de las localidades.

En la sección de Santa Victoria, los 250 metros inferiores son muy poco fosilíferos, al igual que en otras zonas donde el único elemento dominante es *Parabolina argentina*, especie que puede estar acompañada de raros agnóstidos y algunos olénidos tales como Plicatolina. Los primeros representantes de *Dictyonema flabelliforme* hacen su aparición junto con los últimos exponentes de *P. argentina*, haciéndose muy frecuentes en la Zona de *Kainella meridionalis*, alrededor de 700 metros por encima del contacto con el Grupo Mesón infrayacente. En la Formación Volcancito, en La Rioja, aproximadamente 60 metros por encima de los niveles con *P. argentina* se halla una variada fauna de graptolitos integrada por *Callograptus*, *Anisograptus* y *Aspidograptus* (TURNER, 1959).

La fauna de la Zona de *P. argentina* es sucedida por una nueva asociación, donde el elemento más característico es *Kainella meridionalis*. Esta asociación de trilobites guarda similitudes con la precedente, si bien es notable la desaparición de diversos olénidos, tales como *Parabolina*, *Beltella* y *Jujuyaspis*, así como de algunas especies de agnóstidos y hapalopléuridos.

#### LA CORRELACION ENTRE SUDAMERICA Y BALTOSCANDIA

##### Discusión

Existen diversos criterios faunísticos para establecer la correlación bioestratigráfica entre las series europeas y sudamericanas, dadas las estrechas afinidades entre ambas faunas.

a) El graptolito dendroideo *Dictyonema flabelliforme*, como se expresó precedentemente, hace su aparición, en la mayoría de las secciones argentinas, en la parte-media superior de la Zona de *P. argentina* y continúa en horizontes más jóvenes (Zona de *Kainella*) con gran cantidad de ejemplares. En Bolivia la situación es similar (SUÁREZ SORUCO, 1975:21), coincidiendo la máxima expansión de *D. flabelliforme* con los niveles portadores de *Kainella meridionalis*. En la región de Oslo, las llamadas "Ceratomyge Series" suceden a las "Olenid Series", y la Zona de *D. flabelliforme* constituye su base. Esta zona se la encuentra inmediatamente por encima de la Zona de *Acerocare ecorne*, alrededor de 2 metros por sobre los últimos niveles portadores de este olénido.

Con referencia a las faunas de trilobites, vamos a considerar especialmente los olénidos, por ser éstas las formas más frecuentes, tanto en América como en Escandinavia.

b) El género *Parabolina* está presente en Argentina con diversas especies, de las cuales la más representativa por su notable abundancia es *P. argentina*. Esta especie, tal como lo destacaran HARRINGTON y LEANZA (1957:85), presenta estrechas afinidades con *P. lobata* (sinónimo de *P. longicornis*), sobre todo por la translabelación del par lp de surcos glabulares y el desarrollo de una larga espina torácica (macropleura) en el 8º segmento. *P. lobata* (con sus dos subespecies *lobata* y *praecurrens*) es una forma característica de la Subzona de *Peltura scarabeoides* (V c) dentro de las zonas de *Peltura*. Esta subzona se ubica en la parte superior de las Series

Olenidianas, inmediatamente por debajo de la Zona de *Acerocare*.

c) La especie *Jujuyaspis keideli* está presente tanto en Baltoscandia como en Argentina y Bolivia. Recientemente ha sido también citada para México (ROBINSON y PANTOJA, 1968). En Argentina, *J. keideli* está presente en la parte media-superior de la Zona de *P. argentina*, con la cual es poco frecuente que coexista. Su distribución estratigráfica es en gran parte excluyente con la de *P. argentina*, por lo que virtualmente podría hablarse de una "Zona de *Jujuyaspis keideli*" intercalada entre las zonas de *Parabolina* y *Kainella*. En Noruega esta especie está presente con una subespecie distinta, *Jujuyaspis keideli norvegica*, la que se encuentra en la parte inferior de la Zona de *Dictyonema*, muy próxima al límite con el Cámbrico Superior (Zona de *Acerocare*).

d) El género *Angelina* está representado en Argentina y Bolivia por lo menos por tres especies. Dos de ellas, *A. byeronimi* y *A. punctolineata* están presentes en la Zona de *P. argentina*; la primera es una forma longeva que persiste hasta la Zona de *Triarthrus tetragonalis*, mientras que la segunda está restringida a las Zonas de *Parabolina* y *Kainella*. Otra especie, *A. kayseri*, se encuentra sólo en la Zona de *Kainella*. En Europa este género está presente en el Tremadociano Supe-

rior de Gales (*A. sedgwicki*) y en la transición entre el Inferior y el Superior (*A. vexata*).

e) El género *Beltella*, al igual que el precedente, está presente en Inglaterra, Argentina y Bolivia. *B. ulrichi* es una especie que en Sudamérica está restringida a la Zona de *Parabolina*, mientras que en Gran Bretaña la especie similar *B. depressa* es característica del Tremadociano Inferior.

f) El género *Salaspis*, representado por la especie *S. steinmanni*, ha sido hallado en la Provincia de Salta por encima de niveles portadores de *Kainella meridionalis*, por lo que probablemente corresponda a la Zona de *T. tetragonalis*. KOBAYASHI (1937:480) menciona la presencia de esta especie en la localidad de Guanacuno, en Bolivia. En la región Báltica el género *Salaspis* se presenta en la parte superior de las Calizas con *Ceratopyge* (Zona de *Apatokephalus serratus*), correspondientes al Tremadociano Superior. La especie *S. viator* se menciona para el Arenigiano Inferior de Suecia (Zona de *Plesiomegalaspis armaia*).

g) El género *Protopeltura* está poco representado en Argentina, donde se ha descrito *P. mesembria*, aparentemente restringida a la Zona de *Kainella*, aunque esto no ha podido ser confirmado. Otra especie, posiblemente referida a este género, fue descrita por el autor (BENEDETTO, 1975) como

#### CUADRO I

#### CORRELACION ENTRE LAS ZONAS FAUNISTICAS DEL CAMBRICO SUPERIOR-ORDOVICICO INFERIOR DE SUDAMERICA, EUROPA Y AMERICA DEL NORTE. POSICION DEL LIMITE CAMBRO — ORDOVICICO

		REGION BALTICA	NW. ARGENTINA BOLIVIA	W. ARGENTINA (SAN JUAN-MENDOZA)	MEXICO	AMERICA DEL NORTE (CENTRO-W)
ORDOVICICO	TREMADOCIANO	ZONA DE CERATOPYGE	ZONA DE NOTOPELTIS			
		ZONA DE SYMPHYSURUS	ZONA DE TRIARTHURUS ZONA DE KAINELLA		FAUNA DE PELTOCARE	Z. DE KAINELLA Z. DE PARAPLETHOPELTIS Z. DE SYMPHYSURINA
CAMBRICO	"OLENID SERIES"	ZONA DE DICTYONEMA	ZONA DE PARABOLINA	FAUNA DE HUNGAIA	FAUNA DE PARABOLINA	ZONA DE SAUKIA
		ZONA DE ACEROCARE ZONAS DE PELTURA				ZONA DE PTYCHASPIS PROSAUKIA

===== LIMITE PROPUUESTO

- - - - - LIMITE UTILIZADO

?*P. vizcachensis* y procede de la Zona de *P. argentina*. En la región Báltica el género *Protopeltura* está representado por seis especies, las que se distribuyen entre las Zonas III (*Parabolina spinulosa*) y V b (*Peltura minor*), es decir, en la parte media-superior de las Series Olenidianas.

h) Por último, el género *Peltocare* está presente en Argentina, México y Escandinavia. En Argentina está representado por una única especie, *P. glaber*, la que sería co-específica con *P. norvegicum* (HENNINGSMÖEN, 1957:248), de la región Báltica. *P. glaber* está presente en la Zona de *T. tetragonalis* y posiblemente en la Zona de *Notopeltis ortometopa*, en la que se ha hallado sólo un pigidio. En México, ROBINSON y PANTOJA (1968) encontraron la especie *P. norvegicum* en niveles suprayacentes a *Parabolina* cf. *P. argentina*. En Europa este género está representado por una especie en Gales (*P. olenoides*) presente en el Tremadociano Superior y por una especie típica de Suecia y Noruega, *P. norvegicum*, presente en la Zona de *Symphysurus incipiens* de edad también Tremadociano Superior.

### CONCLUSIONES

En primer lugar, debe notarse que existe una estrecha similitud en la distribución vertical de los distintos géneros y especies de América del Sur y Europa. Por otra parte, la existencia de géneros y aun de especies comunes otorga un alto grado de confiabilidad a la correlación, a pesar de la notable distancia que separa a ambas regiones.

Las principales conclusiones referentes a la correlación entre las faunas tremadocianas de Argentina-Bolivia y Baltoscandia pueden ser resumidas como sigue:

1) La presencia común en Escandinavia y noroeste de Argentina de la especie *Jujuyaspis keideli* constituye un elemento de correlación de singular valor. Sobre la base de esta evidencia se sugiere la correlación de la Zona de *Dictyonema flabelliforme* de Baltoscandia con la parte media-superior de la Zona de *Parabolina argentina*, porción que corresponde a la distribución vertical de *J. keideli* en Argentina.

2) Esta correlación se ve corroborada por la primera aparición del graptolito *D. flabelliforme*, asociado generalmente con *J. keideli*. Como se dijo anteriormente, la aparición de ambas especies ocurre varios metros por encima de la primera aparición de *P. argentina*.

3) Los niveles situados por debajo de la primera aparición de *J. keideli* y *D. flabelliforme* si representan realmente una superficie isócrona, equivaldrían temporalmente a la parte más superior de las Series Olenidianas, tal como se muestra en el Cuadro I. Esta posibilidad se ve reforzada por la notable similitud existente entre *P. argentina* y *P. lobata*, esta última característica de las "Olenid Series". Sin embargo, hasta el presente no se han hallado otros géneros característicos del Cámbrico Superior escandinavo que confirmen esta posibilidad.

4) La presencia común en Europa y Sudamérica (y muy posiblemente de la misma especie) permite equiparar la Zona de *Symphysurus incipiens* de Baltoscandia con la Zona de *Triarthrus tetragonalis-Shumardia minutula* del noroeste de Argentina.

5) La Zona de *Kainella meridionalis*, interpuesta entre la de *Parabolina* y la de *Triarthrus* sería en parte equivalente a la Zona de *Symphysurus* (Ver Cuadro I).

6) La Zona de *Notopeltis ortometopa* de Argentina, portadora de la típica fauna de *Ceratopyge* (incluye la especie *Ceratopyge forficuloides*) puede ser correlacionada con la Zona de *Ceratopyge forficula* del Tremadociano Superior de la región Báltica.

### EL LIMITE CAMBRO-ORDOVICICO EN LA PROVINCIA PACIFICA

La Provincia faunística Pacífica tiene su representación típica en América del Norte, al oeste de los Apalaches, en la región central y occidental. En esta amplia zona existe una completa sucesión de faunas que abarca gran parte del Período Cámbrico y se continúa en el Ordovícico.

Las faunas de trilobites pacíficos son, como se sabe, radicalmente diferentes de aquellas que se presentan en la Provincia Atlántica. Los olenidos raramente están representados. Entre ellos, el género *Bienvillia* fue mencionado por WILSON (1957) para la Zona de *Hungaiia* de Quebec, y para el Trempealeauiano de los Apalaches, Texas y Nevada. PALMER (1956) menciona la presencia de *Bienvillia* en el Franciano de Nevada.

La absoluta mayoría de los trilobites cámbricos de esta provincia corresponden a diversas familias del Orden Ptychopariida, tales como Ptychopariidae, Crepicephalidae, Dike-locephalidae, Pteroccephalidae, Housiidae, Parabolinoidea, Elviniidae, Ptychaspidae, Saukiidae, Catillicephalidae, Lonchocephalidae, Hungaiidae, etc. Salvo la primera, todas las restantes se han extinguido o se extinguen a fines del Trempealeau y no sobrepasan el límite Zona de *Saukia*-Zona de *Symphysurina*, es decir, el límite Cambro-Ordovícico establecido para esta provincia faunal.

Si bien dentro del Cámbrico Superior se operan importantes cambios faunísticos, como los experimentados entre las Zonas de *Crepicephalus* y *Aphelaspis* (LOCHMAN y WILSON, 1958), sin duda el más drástico es el que se manifiesta a fines del Trempealeauiano. A la extinción de numerosas familias de trilobites a fines del Cámbrico Superior, le sucede una fauna radicalmente diferente en el Canadiense Inferior. Sobre este aspecto WHITTINGTON (1966:702) llamó la atención manifestando que: "... the Tremadoc trilobites of North America (excluding eastern Newfoundland, Nova Scotia and New Brunswick) include two assemblages, between which there are no apparent phylogenetic connections". En efecto, por sobre la fauna de *Saukia-Hungaiia* se encuentra la fauna de *Hystericurus*, estrechamente comparable a las faunas de Argentina y región Báltica, con las que mantiene un 39 y 38 por ciento de formas comunes respectivamente. Con relación a la fauna de *Saukia-Hungaiia* no hay prácticamente formas comunes.

Las faunas del Canadiense Inferior fueron divididas en tres zonas paleontológicas por ROSS (1951) y HINTZE (1953), las que, de abajo hacia arriba son: Zona de *Symphysurina* (A B), Zona de *Paraplethopeltis* (C) y Zona de *Kainella-Leiostegium* (D). Los registros son numerosos y entre los más significativos podemos mencionar el hallazgo de *Parabolimella* y *Kainella* en la Caliza Goodwin de Nevada Central (GREENE, 1955; NOLAN et al., 1956), la compleja fauna atlántica descrita por KOBAYASHI (1955) en el Oeste de Canadá (Columbia Británica) integrada entre otros por los géneros *Kainella*, *Apatokephalus*, *Peltura*, *Parabolimella*, *Beltella*, *Jujuyaspis* y *Asaphellus*, correlacionables con las Zonas A a D de ROSS y HINTZE (1953). En el Oeste de Texas, región de Marathon, WILSON (1954, 1956) describió una asociación integrada por los géneros *Symphysurina* y *Rassetia* y los géneros atlánticos *Parabolimopsis* (sin. *Leptoplastides*), *Beltella*, *Apatokephalus*, *Kayseraspis*, *Parabolimella* y *Shumardia*. En la región de Quebec (RASSETTI, 1943) y en la de Vermont (SHAW, 1955) describen una fauna de trilobites en los que coexiste el género *Symphysurina* con *Leiostegium*, *Pilekia*, *Kainella*, *Onchonotus* y *Loganopeltis*, entre otros. La mayor parte de estos géneros fueron hallados en

rocas pelíticas depositadas en áreas extracratónicas (LOCHMAN y WILSON, 1958:344), con excepción de los géneros *Hystericurus* y *Symphysurina*, normalmente asociados a facies calcáreas de la región cratónica.

### LAS FAUNAS TREMADOCIANAS SUDAMERICANAS Y SU RELACION CON LAS FAUNAS CAMBRO-ORDOVICICAS PACIFICAS

En un trabajo anterior (BENEDETTO, 1975) se analizó con cierto detalle este aspecto, considerando los nuevos descubrimientos de faunas mixtas en Nochixtlán y Sierra de Cajas (Argentina). En esa oportunidad se resumieron algunos de los principales esquemas de correlación entre la región Báltica y Norteamérica. En el caso particular de la fauna sudamericana, su correlación fue establecida sólo con las secuencias europeas. Su relación con el ordenamiento bioestratigráfico norteamericano permaneció oscura, debido a la circunstancia de no contarse con elementos faunales comunes, sobre todo en los niveles más antiguos (Zona de *Parabolina*).

El hallazgo ya mencionado de una fauna de trilobites integrada por géneros atlánticos y pacíficos en la región de Nochixtlán (México) permitió relacionar por primera vez, en forma directa, la fauna de *Parabolina* con las secuencias fosilíferas de Norteamérica. Debemos destacar que la asociación de Nochixtlán se compone de los géneros *Parabolina*, *Angelina*, *Parabolimella*, *Bienvillia*, *Leptoplastides*, *Triarthrus*, *Shumardia*, *Asaphellus*, *Pharostomina* y *Onychopyge*, todos ellos presentes en el Tremadociano Inferior de Argentina y Bolivia. Es de singular importancia el género *Onychopyge*, el que hasta la actualidad sólo ha sido localizado en América del Sur. Las especies *Leptoplastides marianus* y *Triarthrus tetragonalis* también se hallan presentes en las asociaciones tremadocianas de Salta y Jujuy (Argentina) y Bolivia. Ello representa una fuerte evidencia de sincronismo en la depositación de los términos inferiores de la Formación Tiñu y de la Formación Santa Rosita (y unidades equivalentes).

El gran significado de la fauna de la Formación Tiñu radica en la presencia de dos géneros característicos del Cámbrico Superior norteamericano, *Saukia* y *Richardsonella*, así como la presencia, en los niveles suprayacentes, de *Peltocare norvegicum*. Este hallazgo aporta elementos decisivos para establecer una correlación más exacta entre la "Fauna de *Parabolina*" y el Cámbrico pacífico. Como lo destaca ROBINSON y PANTOJA (1968:775): "... the *Parabolina-Peltocare* boundary in southern México approximately correlates with the *Saukia-Symphysurina* boundary in the United States. It also suggests that the Cambrian-Ordovician boundary as traditionally defined in most of North America approximately correlates with the lower-upper boundary of the Tremadoc in Europe".

En la Sierra de Cajas, en el noroeste de Argentina, el autor halló recientemente una compleja fauna de trilobites (BENEDETTO, 1975) que estratigráficamente está localizada pocos metros por encima del contacto con las cuarcitas del Grupo Mesón (Formación Padrioc, de acuerdo a la nomenclatura utilizada por ACENOLAZA, 1968). Esta asociación está integrada por diversas formas clásicamente acadobálticas, tales como *Parabolina*, *Angelina*, *Beltella*, *Parabolimella*, *Pharostomina*, *Asaphellus*, *Protopeltura*, *Rossaspis*, *Paraplicatolina* (afin al género *Plicatolina*), etc. y por elementos de tipo pacífico, como *Buttsia* y *Pemphigaspis* (Catillicephalidae), *Aguilarella* (Lonchocephalidae) y un probable Lonchocephalidae (*Pseudotalbotina*).

El análisis de esta fauna corrobora la equivalencia de la Zona de *Parabolina argentina* de la región meridional de América del Sur con el Cámbrico Superior de América del Norte, en razón de que las familias Catillicephalidae y Loganellidae no superan el límite Trempealeauiano-Canadiense. Sobre esta base el autor postuló que en el noroeste de Argentina (y esta conclusión es válida para Bolivia por la identidad de las faunas) el límite *Parabolina-Kainella* puede ser correlacionado con el límite *Saukia-Symphysurina* de América del Norte.

### LA REUBICACION DEL LIMITE CAMBRO-ORDOVICICO

A modo de resumen de las ideas expresadas precedentemente sobre la correlación de las faunas Cambro-Ordovícicas de Argentina (y de otros países de América Latina) con otras regiones del mundo, se han construido el cuadro I. En él se muestran las probables vinculaciones de las biozonas sudamericanas con las faunas de México, América del Norte y región Báltica.

De la observación de este cuadro se desprende que el límite Cambro-Ordovícico en las dos provincias faunísticas se encuentra a diferente nivel, a pesar de la correlación más o menos ajustada que es factible realizar entre las faunas.

Es sabido que originalmente el Piso Tremadociano había sido considerado como el más alto del Cámbrico, en el clásico perfil de la región de Gales. En esta localidad afloran más de 4.500 metros de rocas pelíticas relativamente poco fosilíferas, en cuyos términos superiores se ha encontrado *Dictyonema flabelliforme*. Por arriba de estos niveles existe una evidente discordancia que separa el Tremadociano de los horizontes con fauna netamente ordovícica.

En la actualidad se ha convenido en erigir a la región escandinava como el área tipo del Cámbrico y Ordovícico Inferior europeo, en razón de contener una secuencia faunística mucho más completa y continua que la de Inglaterra. En esta región se considera al Tremadociano como la edad más temprana del Período Ordovícico. Este criterio ha sido adoptado de un modo general y así figura en el cuadro de edades geológicas compilado recientemente por VAN EYSINGA (1975). Ello obedece en gran parte a razones de orden práctico, principalmente para hacer coincidir los comienzos del Ordovícico con la aparición de los graptolitos y de algunos grupos de trilobites, tales como los Phacopida. En la región de Oslo no existe, en realidad, un cambio faunístico muy marcado entre las Series Olenidianas y el Tremadociano. Por el contrario, existe una gran continuidad filogenética entre las faunas de trilobites pretremadocianos y tremadocianos.

En América del Sur, lamentablemente, no es factible discriminar la intensidad del cambio faunístico, dado que las primeras faunas tremadocianas hacen su aparición abruptamente, con la iniciación del nuevo ciclo sedimentario que sucede al Grupo Mesón. Entre ambos ciclos sedimentarios media una discordancia que abarca, seguramente, parte del Cámbrico Superior.

En la cuenca cámbrica del oeste de Argentina (Mendoza, San Juan), las unidades fosilíferas (Caliza La Cruz) no muestran relaciones estratigráficas con otras formaciones más jóvenes. En la región, la unidad litológica de edad Ordovícica aflorante es la Formación San Juan (Arenigiano-Llanvirniano), pero en ningún caso se han observado sus relaciones con las calizas cámbricas.

En Venezuela (ROD, 1955; FREDERICKSON, 1958), las metalimolitas de la Formación Mireles contienen una fauna integrada únicamente por *Parabolina argentina*. Sus relaciones



con unidades más antiguas son poco claras, aunque aparentemente está discordante sobre el Complejo de El Tinaco, metamórfico.

En México las pelitas de la Formación Tiñu se apoyan discordantemente sobre gneises precámbricos, por lo que tampoco se conocen sus relaciones con faunas más antiguas.

En Norteamérica, por el contrario, existe una completa sucesión de faunas cámbricas, y el límite entre los períodos Cámbrico y Ordovícico se ha establecido paleontológicamente. El mismo coincide con el notable cambio faunal que ocurre al culminar la Zona de *Saukia*, como se ha destacado precedentemente.

Dado que las secuencias bioestratigráficas más representativas por su continuidad son las escandinavas (para la Provincia Atlántica) y las norteamericanas (para la Provincia Pacífica), necesariamente se ha tomado como patrón comparativo a una de las dos. Una alternativa que vamos a considerar es la uniformización del límite Cambro-Ordovícico en ambas provincias.

A estos efectos existen, evidentemente, dos posibilidades: 1) Retroceder el límite en América del Norte, ubicándolo entre las Zonas de *Ptychaspis-Prosaugia* y *Saukia*, o, 2) Ubicar el límite en la región Báltica por sobre la Zona de *D. flabelliforme*.

La primera posibilidad debe ser rápidamente descartada por cuanto no existe entre las zonas señaladas un cambio faunístico suficientemente notable que justifique ubicar en esa posición el límite en cuestión. Con respecto a esto, LOCHMAN y WILSON (1958:347) señalan que alrededor de 40 al 150 por ciento de las formas superan el límite *Prosaugia-Saukia* y que básicamente existe una continuidad en la evolución de las familias de trilobites. El nivel de máximo cambio faunístico se verifica entre el Cámbrico Medio y el Cámbrico Superior y entre el Trempealeauiano y el Canadiense. En este último intervalo ocurre el drástico pasaje de la fauna de *Saukia-Hungaria* a la fauna de *Hystricurus-Symphysurina*.

La segunda alternativa parece ser la más favorable y es la que se propone en el presente trabajo. De acuerdo a este esquema, el límite Cámbrico-Ordovícico quedaría ubicado, convencionalmente, entre la Zona de *Dictyonema flabelliforme* y la Zona de *Symphysurus* (o sus equivalentes en otras regiones de Europa) de la zonación bioestratigráfica de Escandinavia.

Un acontecimiento biológico de amplia distribución geográfica es la expansión cosmopolita del género *Kainella*. Ello reviste una gran importancia práctica, pues permitiría definir un plano aproximadamente isócrono: en América del Norte constituye un importante componente de las faunas canadienses; en Asia se lo registra por encima de faunas "trempealeauianas" con sauquidos (SAURIN, 1956); en América del Sur posee una gran distribución y está presente en forma constante en las faunas de trilobites que suceden a la "Fauna de *Parabolina*".

Aplicando el criterio expuesto a las faunas Argentino-Bolivianas, el límite entre los períodos Cámbrico y Ordovícico quedaría situado entre la Zona de *Parabolina argentina* y la Zona de *Kainella meridionalis*.

#### BIBLIOGRAFIA

- ACEÑOLAZA, F. G. (1968): "Geología estratigráfica de la Región de la Sierra de Cajas, Dpto. Humahuaca (Provincia de Jujuy)". *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 23(3):207-222.
- BENEDETTO, J. L. (1975): "Una nueva fauna de trilobites tremadocianos de la Provincia de Jujuy (Sierra de Cajas), Argentina". *Ameghiniana*, en prensa.

- BORRELLO, A. V. (1963 a): "*Fremontella inopinata* n. sp. del Cámbrico de la Argentina". *Ameghiniana*, 3(2):51-55.
- (1963 b): "Sobre el desarrollo bioestratigráfico del Cámbrico en la Precordillera". *II. Jorn. Geol. Arg.*, III.
- BOTELLO, R. & SUÁREZ, R. (1973): "Estratigrafía de la región de Culpina. Introducción a la zonación bioestratigráfica del Ordovícico Inferior en base a su graptofauna". *Bol. Soc. Geol. Boliviana*, 20:97-108.
- DESTOMBES, J. (1960): "Sur l'extension du Trémadoc dans le Sud Marocain". *Soc. Sci. Nat. et Phys. Maroc*, 3(45).
- FREDERICKSON, E. A. (1958): "Lower Tremadocian trilobites from Venezuela". *J. Pal.*, 32(2):541-543.
- GREENE, J. M. (1955): "Paleozoic stratigraphy of Clear Creek Canyon, Monitor Range, Nye County, Nevada". *M. A. Thesis, Columbia Univ.*
- HARRINGTON, H. J. (1938): "Sobre las faunas del Ordovícico Inferior del Norte Argentino". *Rev. Museo La Plata (n. ser.)*, 1, *Secc. Paleont.*, 4: 109-289.
- (1973): "El Ordovícico del Norte Argentino" (Resumen del relato). *Ameghiniana*, 10(3):270-271.
- & LEANZA, A. F. (1943): "La faunula del Tremadociano Inferior de Salitre, Bolivia". *Rev. Museo La Plata (n. ser.)*, *Secc. Paleont.*, 2: 343-356.
- (1957): "Ordovician trilobites of Argentina". *Univ. Kansas Press*, 276 pp.
- & KAY, M. (1951): "Cambrian and Ordovician faunas of Eastern Colombia". *J. Pal.*, 25(5):655-668.
- HENNINGSMOEN, G. (1957): "The trilobite Family Olenidae, with description of norwegian material and remarks on the olenid and Tremadocian Series". *Skr. Norske Vid., Akad. Oslo*, 1, *Nat. Kl.*, 1: 303 pp.
- HINTZE, L. F. (1953): "Lower ordovician trilobites from Western Utah and Eastern Nevada". *Utah Geol. Surv., Bull.* 48, 249 pp.
- JAKSON, D. E. (1964): "Observations on the sequence and correlation of Lower and Middle Ordovician graptolites faunas of North America". *Geol. Soc. Amer., Bull.* 75 (6): 523-534.
- KAYSER, E. (1897): "Beiträge zur Kenntnis ainiger paläozoischer Faunen Südamerikas". *Zeitschr. deutsch. Geol. Gesell.*, 49: 274-317.
- (1898): "Weiterer Beitrag zur Kenntnis der älteren paläozoischen Faunen Südamerikas". *Ibid.*, 50:543-429
- KOBAYASHI, Y. (1934): "The Cambro-Ordovician formations and faunas from South Chosen. Part II: Lower Ordovician faunas". *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Secc. 2*, 8(9):521-585.
- (1937): "The Cambro-Ordovician shelly faunas of South America". *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Secc. 2*, 4 (4):369-522.
- (1955): "The Ordovician fossils from the McKay Group in British Columbia, Western Canada, with a note on the Early Ordovician paleogeography". *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Secc. 2*, 9(3): 355-493.
- LEANZA, A. F. (1947): "El Cámbrico medio de Mendoza". *Rev. Mus. La Plata (n. ser.)*, 3, *Secc. Paleont.*, 17: 223-235.
- LOCHMAN, C. & WILSON, J. L. (1958): "Cambrian biostratigraphy in North America". *J. Pal.*, 32: 312-350.
- LU, Y. H. (1959): "Subdivision and correlation of the Ordovician rocks of South China". *Peking Geol. Press*, 113 pp.
- NOLAN, T. B.; MERRIAM, C. W. & WILLIAMS, J. S. (1956): "The stratigraphic section in the vicinity Eureka, Nevada". *U. S. Geol. Surv., Prof. Paper* 276: 5-36.

- PALMER, A. R. (1956): "The Cambrian System of Great Basin in Western United States". *Cambrian Symp., 20th Inter. Geol. Congr., México, Part. II*: 663-682.
- POULSEN, V. (1958): "Contributions to the Middle Cambrian paleontology and stratigraphy of Argentina". *Mus. Min. Geol. Univ. Copenhagen, Com. Paleont.*, 103: 1-22.
- (1960): "Fossils from Late-Middle Cambrian *Bolaspidella* Zone of Mendoza, Argentina". *Ibid.*, 113:1-42.
- RASETTI, F. (1943): "New Lower Ordovician trilobites from Lévis, Quebec". *J. Pal.*, 17:101-104.
- ROBINSON, R. A. & PANTOJA-ALOR, J. (1968): "Tremadocian trilobites from the Nochixtlán Region, Oaxaca, Mexico". *J. Pal.*, 42(3):767-800.
- ROD, E. (1955): "Trilobites in "Metamorphic" rocks of El Baúl, Venezuela". *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 39(9):1865-1868.
- ROSS, R. J. (1951): "Stratigraphy of the Garden City Formation in Northeastern Utah and its trilobite faunas". *Peabody Mus. Nat. Hist., Yale Univ. Bull.*, 6:161 pp.
- (1965): "Early Ordovician trilobites from Seward Peninsula, Alaska". *J. Pal.*, 39:17-20.
- & BERRY, E. B. (1963): "Ordovician graptolites of the Basin Ranges in California, Nevada, Utah and Idaho". *U.S. Geol. Surv., Bull.* 1.134, 177 pp.
- RUSCONI, C. (1950): "Diferentes organismos del Ordovícico y del Cámbrico de Mendoza". *Rev. Mus. Hist. Nat. Mendoza, Argentina*, 4:63-70.
- (1951): "Trilobites cámbricos del Cerro Pelado (Mendoza)". *Bol. Paleont., Argentina*, 24:1-2.
- (1954): "Fósiles cámbricos y Ordovícicos de San Isidro". *Ibid.*, 30: 1-4.

- (1956): "Correlaciones Cambro-Ordovícicas entre Mendoza y Norte América". *Cambrian Symp., 20th Inter. Geol. Congr., México, Part. II*: 751-762.
- SHAW, A. B. (1955): "The paleontology of Northwestern Vermont. IV: A New trilobite genus". *J. Pal.*, 29:187.
- SKEVINGTON, D. (1963): "A correlation of Ordovician graptolite-bearing sequences". *Geol. Fören. i. Stokholm Förhand.*, 85:298-319.
- STEINMANN, G. & HOEK, H. (1912): "Das Silur und Cambrium des Hochlandes von Bolivia und ihre Fauna". *N. Jahrb. Min. Geol. Paläont.*, 34: 176-252.
- SUÁREZ SORUCO, R. (1975): "El Sistema Ordovícico en Bolivia". *Centro Tecnol. Petrol.*, Santa Cruz, Bolivia, 91 pp.
- TORO, M. (1973): "Paleontología de las unidades aflorantes sobre la Quebrada del río Purmamarca, al Oeste de La Ciénaga, Dpto. de Tumbaya, Provincia de Jujuy". *Univ. Nat. Salta, Dpto. Ciencia Nat., Seminario II*, Inédito.
- TURNER, J. M. (1959): "Faunas graptolíticas de América del Sur". *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 14 (1-2): 3-180.
- VAN EYSINGA, F. W. B. (1975): "Geological Time Table". *Elsevier Scient. Publ.*, Amsterdam.
- WHITTINGTON, H. B. (1966): "Phylogeny and distribution of ordovician trilobites". *J. Pal.*, 40(3): 669-737.
- WILSON, H. B. (1954): "Late Cambrian and Early Ordovician trilobites from Marathon Uplift, Texas". *J. Pal.*, 28: 249-285.
- (1956): "Revisions in nomenclature and new species of Cambro-Ordovician trilobites from Marathon Uplift, West Texas". *J. Pal.*, 30:1.341-1.349.
- (1957): "Geography of the Olenid trilobite distribution and its influence on Cambro-Ordovician correlation". *Amer. J. Sci.*, 255: 321-340.