

## Biofacies de Conodontes de la Formación Ponón Trehué y la importancia bioestratigráfica como sección tipo para el límite del Ordovícico Medio-Ordovícico Superior de Cuyania (Argentina)

Susana HEREDIA<sup>1</sup> y Carla ROSALES<sup>2</sup>

**Abstract.** CONODONT BIOFACIES OF THE PONÓN TREHUÉ FORMATION AND ITS BIOSTRATIGRAPHICAL IMPORTANCE AS A TYPE SECTION FOR THE MIDDLE - UPPER ORDOVICIAN OF CUYANIA (ARGENTINA). The Ponón Trehué Formation (Mendoza Province, Argentina) is composed by a coarse clastic sequence transitionally followed by a fine dark carbonate sequence. The following conodont biozones can be recognized: *Pygodus serra* Zone with the *Eoplacognathus robustus* Subzone and the *Eoplacognathus lindstroemi* Subzone, and *Pygodus anserinus* Zone with the *Sagittodontina kielcensis* subzone and the *Amorphognathus inaequalis* subzone. Conodont population was studied and analysed, and several biofacies of the upper Middle Ordovician-lower Upper Ordovician conodonts from the Ponón Trehué Formation have been recorded. The significance of this section is pointed out as type locality for the Middle-Upper Ordovician boundary at Cuyania.

**Resumen.** BIOFACIES DE CONODONTES DE LA FORMACIÓN PONÓN TREHUÉ Y LA IMPORTANCIA BIOESTRATIGRÁFICA COMO SECCIÓN TIPO PARA EL LÍMITE DEL ORDOVÍCIICO MEDIO-ORDOVÍCIICO SUPERIOR DE CUYANIA (ARGENTINA). La Formación Ponón Trehué (provincia de Mendoza, Argentina) está compuesta por una secuencia clástica gruesa seguida, transicionalmente, por calizas oscuras de grano fino. La bioestratigrafía de esta formación está basada en conodontes. Se han reconocido las siguientes biozonas de conodontes: la Zona de *Pygodus serra* con la Subzona de *Eoplacognathus robustus* Subzona y la Subzona de *Eoplacognathus lindstroemi*, y la Zona de *Pygodus anserinus* con la Subzona de *Sagittodontina kielcensis* y la Subzona de *Amorphognathus inaequalis*. Se ha estudiado y analizado la población de conodontes (Ordovícico Medio alto - Ordovícico Superior bajo) de la Formación Ponón Trehué, definiendo varias biofacies. Se subraya la importancia de la sección como estrato tipo en Cuyania para el límite Ordovícico Medio-Ordovícico Superior.

**Key words:** Ponón Trehué, Mendoza, conodonts, Middle-Upper Ordovician biostratigraphy, biofacies.

**Palabras clave:** Ponón Trehué, Mendoza, conodontes, bioestratigrafía Ordovícico Medio-Superior, biofacies.

### Introducción

Al sur de la provincia de Mendoza se encuentra una unidad morfo-estructural con características propias denominada por Criado Roqué (1972) como Bloque de San Rafael, la cual representa la continuidad al sur de la Provincia Geológica de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza (*sensu* Furque y Cuerda 1979). Las rocas ordovícicas allí expuestas carecen de la magnitud en afloramiento en comparación con las de Precordillera, pero se han constituido en una valiosa referencia tanto por las características de los contactos con el basamento precámbrico como por la importancia de las asociaciones de fósiles que han permitido las determinaciones de las edades de estas rocas, y a su vez reconocer la extensión del terrane de Precordillera.

Las unidades ordovícicas afloran en dos áreas cercanas a la ciudad de San Rafael; una al oeste, en el Cerro Bola y otra al sur, en el sector del Arroyo Ponón Trehué (Figura 1). En el sector del Arroyo Ponón Trehué aflora una unidad clástica, clástica-calcárea y clástica olistostrómica, cuyo reconocimiento en afloramiento es complejo. El contacto inferior de esta unidad con el basamento cristalino es por

<sup>1</sup> CONICET- Universidad Nacional de San Juan, Av. Libertador San Martín y Urquiza (5400), San Juan.  
E-mail: [sheredia@unsj.edu.ar](mailto:sheredia@unsj.edu.ar)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de San Juan, Av. Libertador San Martín y Urquiza (5400), San Juan.

una superficie de erosión mientras que el superior es por falla (Criado Roque, 1972). Esta repite los últimos tramos de la sucesión ordovícica y, finalmente, la pone en contacto con rocas de edad carbonífera asignadas a la Formación Pájaro Bobo (Núñez, 1979) mediante una discordancia.

La Formación Ponón Trehué es una secuencia siliciclástica gruesa que de forma puntual desarrolla pequeños espesores de calizas con importantes porcentajes de material clástico grueso en donde son frecuentes macro y microfósiles y hacia el techo predominan pelitas, areniscas conglomerádicas y conglomerados. Entre estos aparecen olistolitos de calizas y bloques prismáticos de granitoides, anfibolitas y gneises. La composición litológica y su expresión en el campo permiten diferenciar dos miembros: Miembros Peletay y Los Leones. El Miembro Peletay (*sensu* Heredia, en prensa) está caracterizado por un aumento del material carbonático desde la base al tope. Los 25 m de esta sucesión representan una transición desde un régimen de aguas someras de clásticos gruesos (Astini, 2002) a uno de calizas y pelitas negras de aguas profundas (Heredia y Beresi, 2000; Beresi y Heredia, 2000; Heredia, 2001; Astini, 2002) (Figura 2).

La bioestratigrafía de estos depósitos ha sido basada en conodontes (Heredia, 1982; Bordonaro *et al.* 1996; Heredia, 1996; Leslie y Lehnert, 1999; Lehnert *et al.*, 1999; Heredia, 2001; Heredia, 2002) siguiendo el esquema propuesto por Albanesi y Ortega (2002). Esta comprende transicionalmente desde la parte superior de la Biozona de *Pygodus serra*, con las subzona de *Eoplacognathus robustus* a la parte superior de *Pygodus anserinus* con la subzona de *Amorphognathus inaequalis* (*sensu* Fortey *et al.*, 2000).

El propósito de este estudio es analizar la población de conodontes incluida en estas rocas, atendiendo a su distribución vertical y las relaciones entre las especies. Se destaca también la importancia de las diferentes biozonas reconocidas teniendo en cuenta la nueva clasificación del Sistema Ordovícico (Webby, 1998; Finney, 2005) y se propone esta sección como estratotipo local en el ámbito de Cuyanía para el límite del Ordovícico Medio-Ordovícico Superior.

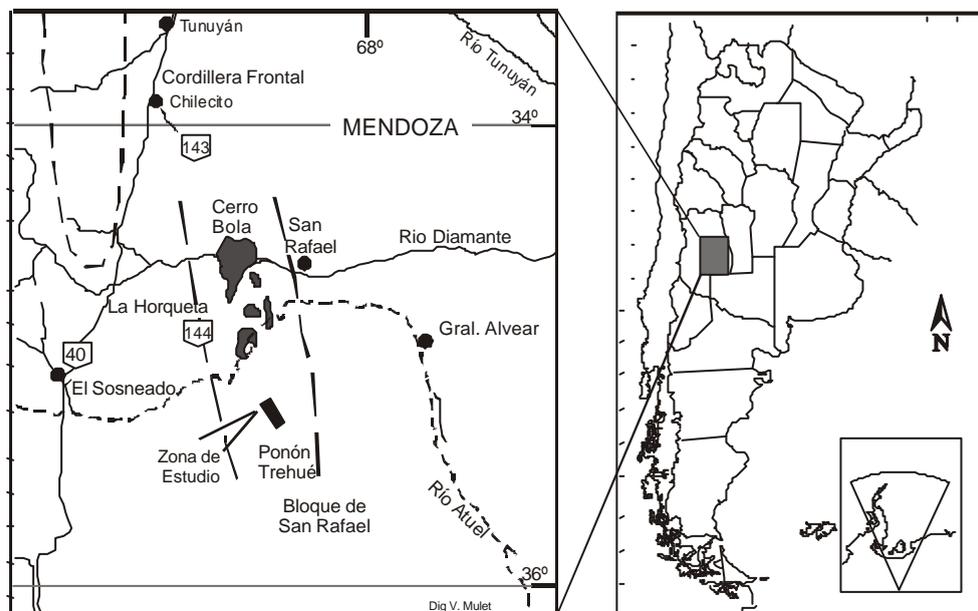


Fig. 1: Mapa de ubicación.

## Materiales y Bioestratigrafía

Las muestras para la extracción de conodontes provienen del Perfil La Tortuga y se corresponden con 19 niveles de calizas mixtas sobre la sección. La relación de distancia entre los puntos de muestreo es relativa y ha atendido a razones de definir pases de biozonas fundamentalmente, siendo así más espaciada en los tramos basales y superiores y con mayor intensidad en el muestreo en los niveles intermedios tales como PT 9 a PT12. Los conodontes están presentes en un número variable de ejemplares a lo largo del perfil y van desde pocos ejemplares en el nivel PT3 a cientos en el nivel PT11'.

La colección de conodontes estudiada se encuentra depositada en el Museo de Paleontología de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (CORD-MP 2220-2358) (colección S. Heredia).

La preservación de los conodontes es muy buena y frecuentemente aparecen completos. Los elementos de conodontes pueden manifestar alteración del color original por efectos de la temperatura, el color de alteración puede ser usado para definir el grado CAI o *Color Alteration Index* (Epstein *et al.*, 1977). En la presente colección es de 6 a 6 ½, indicando paleotemperaturas de más de 500° C. Este rango de paleotemperatura ha sido medido en los niveles basales donde se han registrado los conodontes más antiguos, la litología dominante son areniscas conglomerádicas con cemento carbonático. Se ha preferido desestimar las observaciones realizadas para CAI de los ejemplares provenientes de los términos más altos de la sección por el notorio enriquecimiento de carbono observado en las micropiezas, el cual es el resultado de haber sido preservadas en las calizas de colores oscuros a negros por su alto contenido en materia orgánica. Este incremento en el carbono no refleja las verdaderas condiciones de soterramiento a las cuales estuvieron sometidas estas rocas (Epstein *et al.*, 1977; Rejebian *et al.*, 1987; Nowlan y Barnes, 1987; Albanesi *et al.*, 1998). Una respuesta probable para el resultado observado por el cambio de color podría ser debida al efecto de la carga litostática, sugiriendo presiones de 9000 a 10000 m de espesor de sedimentos (Epstein *et al.*, 1977). Este tipo de presiones suele estar asociada a eventos metamórficos regionales (Rejebian *et al.*, 1987).

La colección total de conodontes de la Formación Ponón Trehué alcanza un número de ca. 1180 elementos, los cuales están agrupados en 36 especies multielementales. Excepto una todas las especies identificadas se corresponden a taxa bien conocidos y descritos en la literatura específica reciente, por lo que no se hace necesario describir los elementos diagnosticados. Algunas formas más significativas han sido ilustradas en la Figura 3 y la distribución vertical de cinco géneros se muestra en la Figura 2.

En conjunto la asociación de especies de conodontes en la Formación Ponón Trehué es similar a la presente en intervalos estratigráficos similares en secciones vinculadas al esquema Atlántico de biozonas de conodontes (Bergström, 1971; 1990).

## Bioestratigrafía de conodontes

Zona de *Pygodus serra* (Figura 2: PT 3 a PT 10).

Subzona de *Eoplacognathus robustus*. El intervalo mencionado se circunscribe a esta subzona y exhibe a la especie homónima en estadios evolutivos diversos. PT3 a PT8 (Figura 2) contienen: *Pygodus serra* (Hadding), *Eoplacognathus robustus* Bergström, *Baltoniodus prevariabilis* (Fähræus), *Periodon aculeatus* Hadding, *Ansella sinuosa* Stouge, *Ansella biserrata* Lehnert *et* Bergström, *Pseudooneotodus mitratus* (Moskalenko), *Spinodus spinatus* (Hadding), *Phragmodus polonicus* Dzik, *Strachanognathus parvus* Rhodes, *D. reclinatus* (Lindström), *Drepanoistodus aff. suberectus*, *Erismodus* sp., *Erraticodon* sp., *Panderodus aff. sulcatus*, *Protopanderodus rectus* (Lindström) y *Costiconus ethingtoni* (Fähræus).

Subzona de *Eoplacognathus lindstroemi*. Predominan formas tempranas de *E. lindstroemi* (Figura 2: PT9 a PT 10'). *Pygodus serra*, *E. robustus*, *Eoplacognathus lindstroemi*, *Baltoniodus prevariabilis-variabilis* (sensu Dzik, 1994), *A. sinuosa*, *A. biserrata*, *C. ethingtoni*, *S. parvus*, *P. aculeatus*, *Erraticodon* sp., *D. reclinatus*, *Phragmodus?* sp. y *Panderodus* sp.

Zona de *Pygodus anserinus* (Figura 2: PT 11 a PT 15)

Subzona de *Sagittodontina kielcensis*. La aparición de *P. anserinus* Lamont et Lindström señala el inicio de la biozona homónima (PT 11), donde coexiste con formas de *P. serra*. Esto sugiere la parte mas baja de la zona y la subzona de *S. kielcensis*. Este nivel (PT 11) contiene *Pygodus anserinus*, *Baltoniodus prevariabilis-variabilis*, *Periodon aculeatus* Hadding, *Strachanognathus parvus* Rhodes y *Pygodus serra*.

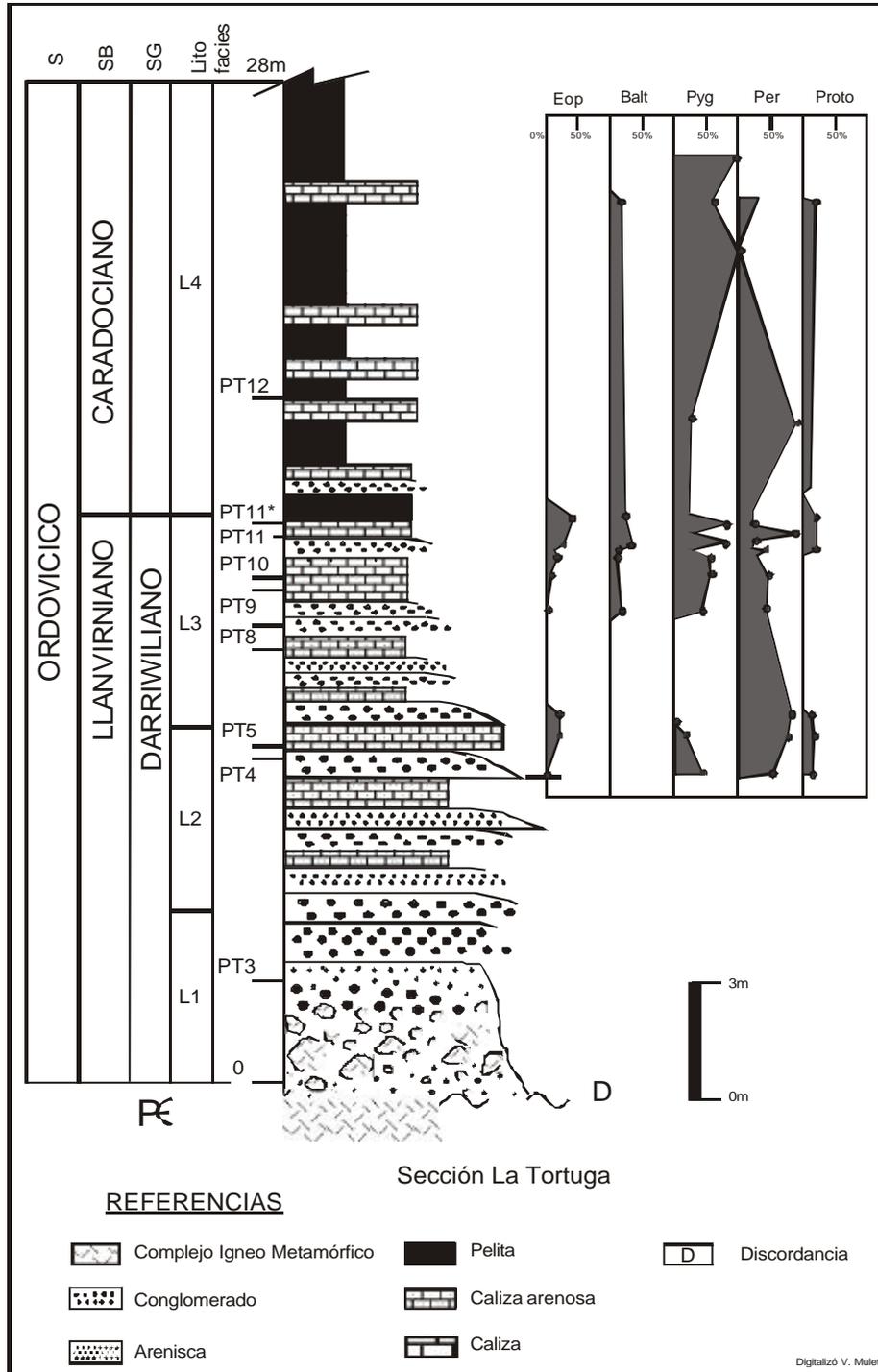
Subzona de *Amorphognathus inaequalis*. La aparición de *P. anserinus* con una forma tardía de *E. lindstroemi*, *Cahabagnathus sweeti* (Bergström) y *Baltoniodus variabilis* (Bergström) permite referir desde la PT11' a los últimos tramos de la sección a la Subzona de *A. inaequalis* del esquema Noratlántico (Bergström, 1983; Lehnert et al., 1999).

Varias especies en la conodontofauna de la Formación Ponón Trehué poseen rangos verticales muy cortos los que combinados con una distribución global los tornan de gran utilidad para una muy precisa correlación local y regional de gran alcance. Tal es el caso de la Zona de *Pygodus anserinus*. Distintos estadios de esta biozona han sido reconocidos ampliamente, en distintas secciones en el mundo. Bergström (en Pålsson et al., 2002) manifiesta la particular importancia bioestratigráfica de la base de la Zona de *Pygodus anserinus*, la cual aparece en distintas secciones de Báltica; Holy Cross Mountains, Polonia (Dzik, 1994); Alabama, Estados Unidos (Hall et al., 1986); Cottle's Island, Newfoundland (Bergström et al., 1974; Fåhraeus y Hunter, 1981) y en Dawangou, China (Bergström et al., 1999). Sin embargo de mayor importancia es la definición de las subzonas de *S. kielcensis* y de *A. inaequalis*, ya que la aparición de esta última señala el límite del Ordovícico Medio y Superior. Actualmente el estratotipo (o GSSP) para este límite está localizado en la sección Fågelsång en Suecia y está caracterizado por la primera aparición (FAD) del graptolito *Nemagraptus gracilis* señalando así la base de la serie del Ordovícico Superior y la base del Piso 5° (Bergström et al., 2000). Señalar, entonces, secciones que resulten una clara manifestación de este límite temporal permite reconocer estratotipos locales, en este caso el único de Cuyania que marca dicho evento. El nivel del cual procede la muestra PT11' (Figura 2) registra una asociación de conodontes que permite definir el cambio de la subzona de *S. kielcensis* a la de *A. inaequalis*. Este límite no está registrado en la Precordillera debido al dominio de las facies clásticas. En la región afectada por este estudio el muestreo se realizó teniendo en cuenta la importancia de la definición de las biozonas y oscila, por lo tanto, en el orden de los 6 a 7 cm entre los niveles PT 10/ PT 10' / PT11/PT 11'. Para el caso del nivel PT11' se reconoce que el mismo representa litológicamente un evento transgresivo de cierta envergadura en la cuenca con un inusual contenido de macro y microfauna.

## Biofacies

La asociación de géneros de conodontes de la Formación Ponón Trehué y particularmente del Miembro Peletay está dominada por representantes de los géneros *Pygodus*, *Periodon*, *Eoplacognathus*, *Baltoniodus* y *Protopanderodus* que aparecen dispersos en la sección (Figura 2).

Otros géneros (ver Figura 4) están representados en casi todos los niveles muestreados pero se ha seleccionado aquellos mencionados anteriormente por ser importantes indicadores de diferentes biotopos marinos (Bergström y Carnes, 1976, Pohler y Barnes, 1990, etc.). Un diagrama comparativo de la frecuencia relativa (expresada en porcentajes) de los 5 géneros mas comunes en la localidad tipo de la Formación Ponón Trehué, permite señalar varias características interesantes. En líneas generales



**Fig. 2:** Formación Ponón Trehué en su sección tipo (La Tortuga) y distribución porcentual de géneros de conodontes seleccionados.

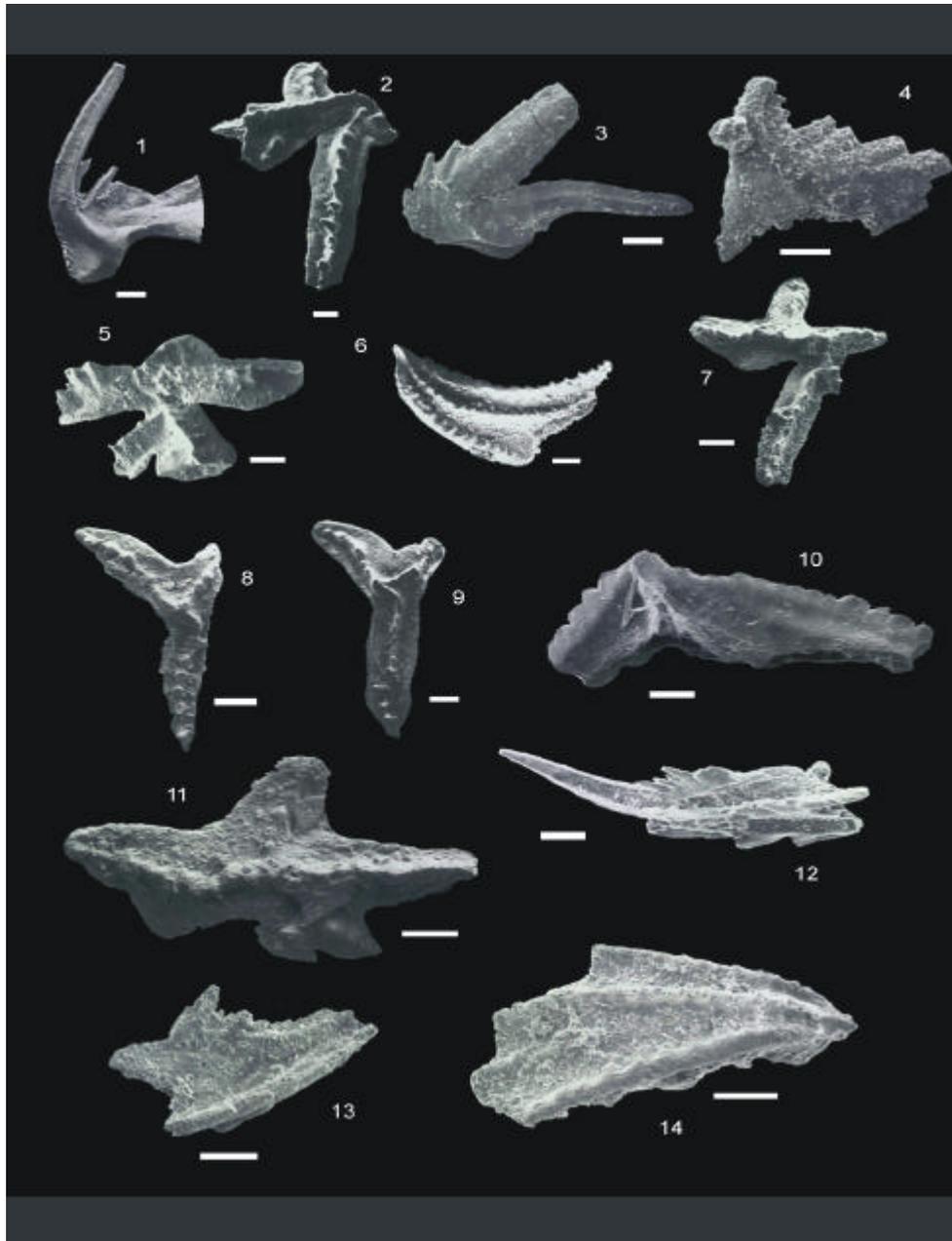
la sección exhibe desde términos relativamente someros (PT 1 a PT 6), a términos representativos de plataforma media (PT 7 a PT 11) y que se hace máximo en el PT 11', a partir de este punto hay variaciones en la composición litológica entre calizas negras y pelitas negras sosteniendo una variación de la picnoclina (PT 12 a PT 15) indicando ambientes profundos (talud superior o plataforma distal). La presencia de elementos alóctonos identificados en los niveles PT 4 y PT 5 condujo a desestimar la información que brindaban ciertos elementos utilizados como diagnósticos de biofacies, tal como *Periodon (aculeatus)*, siendo este taxón de largo rango estratigráfico e imposible de identificar entonces formas autóctonas de alóctonas.

La comparación del aspecto sedimentario de la sección con los patrones de distribución de los géneros más significativos permite observar que *Periodon* es el género más abundante, le sigue *Pygodus*, y en menor número *Eoplacognathus*, *Baltoniodus* y finalmente *Protopanderodus*.

La aparición de *Eoplacognathus* es significativa en cuanto a porcentaje de elementos se refiere ya que en ciertos tramos de la sección alcanza el 50% del total de los géneros considerados, manteniendo en otros sectores del perfil un número bajo pero constante de elementos, aproximadamente entre el 25 a 30 %. Lo mismo ocurre con *Baltoniodus*, con una presencia del 20%, excepto en el PT 10 del 30%, y cuya distribución está controlada por la irrupción de depósitos de aguas de plataforma media (Rasmussen y Stouge, 1995) en la PT 7. De la figura 2 se desprende que la relación entre la dupla *Eoplacognathus/Baltoniodus* es constante y se acompañan en ambientes o biotopos similares. Hay, sin embargo, un pico en la distribución de *Baltoniodus* que no tiene su correlato con el de *Eoplacognathus* en la PT9, lo que sugeriría que hay una parte en especial de la plataforma media que parece responder a las preferencias de este género. Por otro lado la presencia de *Eoplacognathus* se hace más importante en PT11' en coincidencia con la primera etapa de una profundización de la plataforma.

Es notoria la relación entre *Pygodus* y *Periodon*. Ambos suman el mayor porcentaje de elementos en el total de la población de conodontes en esta sección. Varios autores han citado la misma como caracterizando la biofacies de aguas frías, ambiente relativamente profundo de talud-cuenca y se la suele denominar como la dupla *Periodon-Pygodus* (Pålsson *et al.*, 2002). En este caso la interpretación es consistente con los términos altos de la sección estudiada. Sin embargo en la asociación *Periodon-Pygodus* se observa que cuando *Pygodus* muestra un elevado número de ejemplares se corresponde con un decrecimiento de la misma magnitud en los ejemplares de *Periodon*. Esta relación no ha sido observada previamente. De la comparación de los términos litológicos que reflejan la mayor profundización de la cuenca con la distribución de la curva de *Pygodus* se observa una estrecha vinculación, por lo que se propone aquí que los rangos de aparición de *Pygodus* manifestarían estar en estrecha asociación con aguas más profundas que *Periodon*, o eventualmente alcanzan términos más distales que *Periodon*.

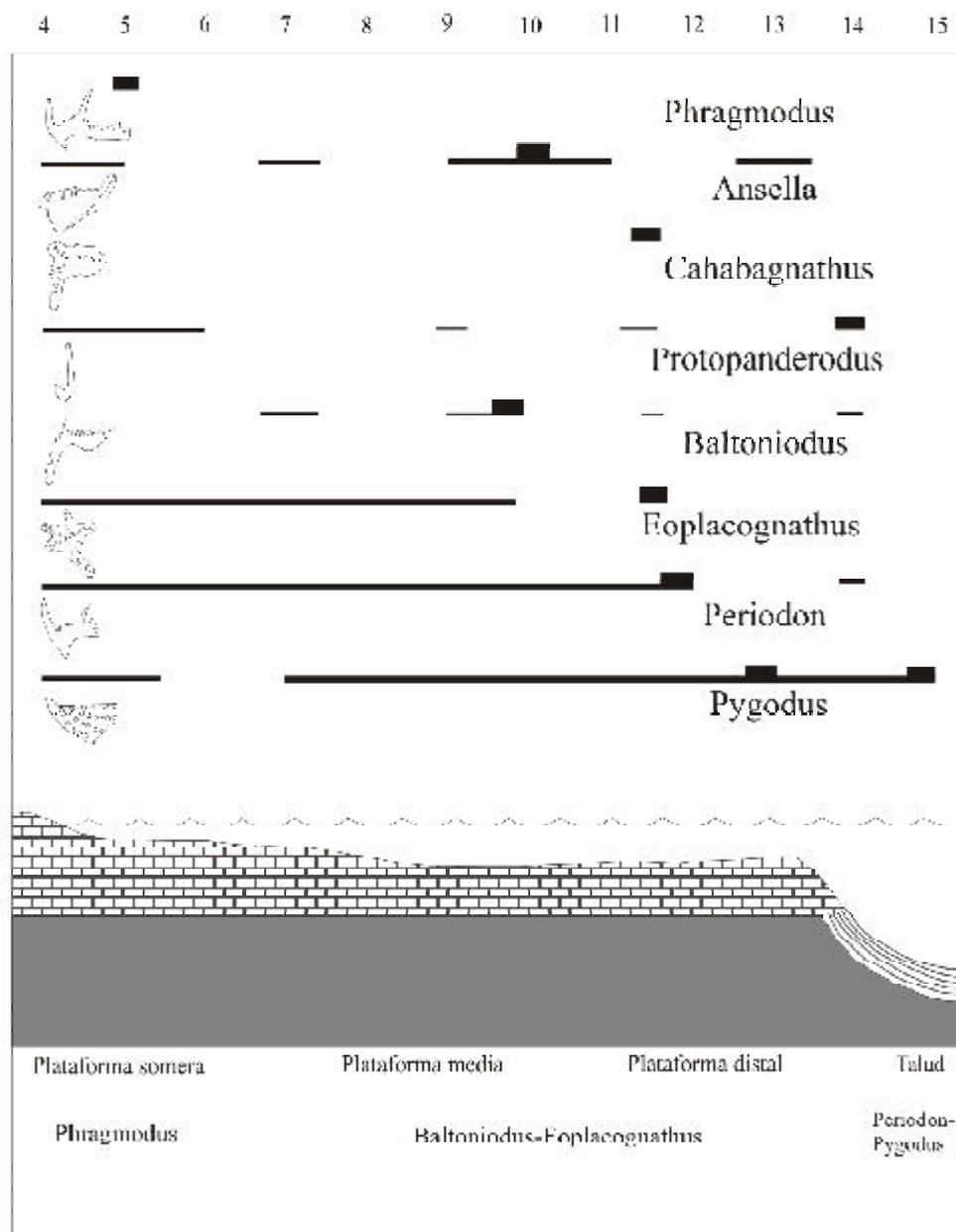
Tal como ocurre en Báltica, en la sección analizada es llamativa la ausencia de géneros indicadores de aguas someras, lo que sí ocurre en el Este de Estados Unidos (Bergström y Carnes, 1976). Esto es debido, quizás, a la temperatura del agua (Pålsson *et al.*, 2002) por lo tanto una primera aproximación a la distribución de los géneros que aparecen en Ponón Trehué respondería a esta condición. Siendo templadas en áreas de plataforma media y más frías en plataforma distal-talud superior. Sería este factor, entonces, lo que limitaría finalmente la distribución de la dupla *Eoplacognathus-Baltoniodus*, cada uno con marcadas preferencias dentro de este ambiente. Se delimitan dos subambientes: uno con preferencia de aguas más templadas y otro hacia templadas-frías. Se observa, además, que la relación en la dupla *Pygodus-Periodon* está fuertemente controlada por una situación similar, donde *Periodon* representaría formas más vinculadas a ambientes de plataforma distal y *Pygodus* a cuenca oceánica. La distribución reflejada en las Figuras 2 y 4, donde formas más someras (*Periodon*) dan paso gradualmente a la presencia neta de formas de aguas profundas (*Pygodus*), se correspondería con la presencia de un modelo ecológico necto-bentónico según Pohler y Barnes



**Fig. 3:** Fotografías de Microscopio Electrónico de Barrido. Escala 0,1 mm. Conodontes autóctonos de la sección La Tortuga, Formación Ponón Trehué, Sierra Pintada, Mendoza. 1,3-4 *Periodon aculeatus* (Hadding, 1913). Elementos M, Sc, vista lateral. CORD MP 2.323(1-3). Sección La Tortuga M3. 2,5,8-9 *Eoplacognathus robustus* (Bergström, 1971). Elemento M, vista superior. CORD MP 2.308(1). Sección La Tortuga M2. 6 *Pygodus serra* (Hadding, 1913). Vista superior. CORD MP 2.236 (1). Sección La Tortuga M9. 7,11 *Eoplacognathus lindstroemi* (Hamar, 1964). Elementos Pa, vista superior. CORD MP 2.269 (1) y 2.270 (1). Sección La Tortuga M9 y M10. 10, 12-13 *Baltoniodus prevariabilis* (Fahraeus, 1966). Vista lateral. CORD MP 2.225(1-3). Sección La Tortuga M7. 14 *Pygodus anserinus* (Lamont & Lindström, 1957). Vista superior. CORD MP 2.239(1). Sección La Tortuga M12.

(1990). Otra observación es que estos géneros, aparentemente, prefieren temperaturas frías y toleran temperaturas templadas.

Los valores de *Protopanderodus* en la sección arrojan porcentajes no significativos, su curva porcentual no posee alteraciones mayores.



**Fig. 4:** Modelo de biofacies de conodontes para el Ordovícico Medio-Superior de la Formación Ponón Trehú. Las rastras indican presencia y abundancia máxima. Se han incorporado géneros presentes en diferentes niveles de la sección estudiada que complementan la información.

## Conclusiones

La Formación Ponón Trehué posee un especial interés en la medida que registra el límite del Ordovícico Medio-Ordovícico Superior, de acuerdo con la definición del mismo en el esquema de la clasificación global de las series y pisos. A pesar de no poseer registro de graptolitos en esta sección, la presencia del fósil guía *Pygodus anserinus* y de un conjunto de conodontes determinativos de la subzona de *A. inaequalis* permite señalar la base del Ordovícico Superior, erigiendo así en un contexto local un estratotipo de este límite para Cuyania.

La evidencia litológica sugiere que la Formación Ponón Trehué fue depositada en un ambiente somero cuyos términos gradan a plataforma media y hacia el tope evidencian un ambiente de talud superior. Esto es consistente con el hecho que los conodontes representan la biofacies de *Baltoniodus-Eoplacognathus* y la de *Periodon-Pygodus*. Esta última presenta variaciones en las curvas sugiriendo una dispersión diferente dentro de este último biotopo controlada por la tolerancia a variaciones en la temperatura fría del agua.

## Bibliografía

- Albanesi, G., Hünicken, M. y Barnes, C. 1998. Bioestratigrafía de conodontes de las secuencias ordovícicas del cerro Potrerillos, Precordillera Central de San Juan, República Argentina. En: Hünicken, M. A. (ed.), Bioestratigrafía, Biofacies y Tafonomía de conodontes de las secuencias ordovícicas del cerro Potrerillo, Precordillera Central de San Juan, República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias* 12: 7-72. Córdoba.
- Albanesi, G. y Ortega, G. 2002. Advances on Conodont-Graptolite Biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina. En: Aceñolaza, F.G. (Ed.) Aspects of the Ordovician System in Argentina. INSUGEO, *Serie Correlación Geológica*, 16:143-166, San Miguel de Tucumán.
- Astini, R. 2002. Los conglomerados basales del Ordovícico de Ponón Trehué (Mendoza) y su significado en la historia sedimentaria del terreno exótico de Precordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57(1):19-34. Buenos Aires
- Beresi, M. y Heredia, S. 2000. Eventos sedimentarios del Ordovícico de la provincia de Mendoza, oeste de Argentina: interpretación y análisis. 17th Geoscientific Latinamerica Colloquium. Institut für Geologie und Paläontologie. Universität Stuttgart. XVII Simposio sobre la Geología de Latinoamérica. Profil band 18, pag. 23. Alemania.
- Bergström, S. 1971. Conodont biostratigraphy of the Middle and Upper Ordovician of Europe and Eastern North America. En: Sweet, W.C. y Bergström, S. (Eds.): Symposium on Conodont Biostratigraphy. *Geological Society of America Memoir*, 127:83-161. Boulder.
- Bergström, S. 1983. Biogeography, evolutionary relationships and biostratigraphic significance of Ordovician platform conodonts. *Fossils and Strata*, 15:35-58. Oslo.
- Bergström, S. 1990. Relations between conodont provincialism and changing palaeogeography during the Early Palaeozoic. In: McKerrow, W.S. y Scotese, C.R. (eds.). Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. *Geological Society of London Memoir*, 12: 105-121.
- Bergström, S., Riva, J. y Kay, M. 1974. Significance of conodonts, graptolites, and shelly faunas from the Ordovician of Western and North-Central Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 11:1625 – 1660.
- Bergström, S. & Carnes, J.B. 1976. Conodont biostratigraphy and paleoecology of the Holston Formation (Middle Ordovician) and associated strata in eastern Tennessee. En: Barnes, C.R. (ed.). Conodont Paleoecology. *The Geological Association of Canada, Special Paper*, 15: 27 – 57.
- Bergström S. M., Finney, S. C., Xu, C., Pålsson, C., Zhi-hao, W. y Grahn, Y. 2000. A proposed global boundary stratotype for the base of the Upper Series of the Ordovician System: The Fågelsång section, Scania, southern Sweden. *Episodes*, 23: 102-109.
- Bergström, S.M., Finney, S.C., Chen Xu, y Wang Zhi-hao 1999. The Dawangou section, Tarim Basin (Xinjiang Autonomous Region), China: Potential as global stratotype for the base of the *Nemagraptus gracilis* Biozone and the base of the global Upper Ordovician Series: *Acta Universitatis Carolinae-Geologica* 1999, v. 43, p. 69-71.
- Bordonaro, O., Keller, M. y Lehnert, O. 1996. El Ordovícico de Ponón Trehue en la Provincia de Mendoza (Argentina): Redefiniciones estratigráficas. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas, 1: 541-550. Buenos Aires.
- Criado Roqué, P. 1972. Bloque de San Rafael. En: Leanza, A. (ed.). Geología Regional Argentina, Córdoba: 72–295.

- Criado Roqué, P. e Ibañez, G., 1976. Provincia geológica Sanrafaelino-pampeana. *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias, 1:837-869. Córdoba.
- Dzik, J. 1994. Conodonts of the Mojca Limestone. En: J. Dzik, E. Olempska y A. Pisera (Eds.). Ordovician carbonate platform ecosystem of the Holy Cross Mountains. *Palaeontologia Polonica* 53:43-128. Warszawa.
- Epstein, A.G., Epstein, J.B. y Harris, L.D. 1977. Conodont Color Alteration – an Index to Organic Metamorphism. *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 995: 1 – 27.
- Fähræus, L. y Hunter, D. 1981. Paleocology of selected conodontophorid species from the Cobbs Arm Formation (Middle Ordovician), New World Island, north-central Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 18: 1653-1665. Ottawa
- Finney, S. 2005. Global Series and Stages for the Ordovician System: a progress report. *Geologica Acta*. Barcelona. Vol. 3(4): 309-316.
- Fortey, R.A., Harper, D.A.T., Ingham, J.K., Owen, A.W., Parkes, M.A., Rushton, A.W.A. y Woodcock, N. 2000. A revised correlation of Ordovician rocks in the British Isles. *The Geological Society, Special Report n° 24*; 83 pp.
- Furque, G. y Cuerda, A. J. 1979. Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. En: *2do Simposio de Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, 1: 455-522. Córdoba.
- Hall, J. C., Bregström, S. M. y Schmidt, M. A. 1987. Biostratigraphy and facies relationships in the Middle Ordovician of the Southernmost Appalachians in Alabama. En: Shumaker, R. (ed.). *Appalachian Basin Industrial Associates*, 13: 181-217.
- Heredia, S. 1982. *Pygodus anserinus* Lamont et Lindström (Conodonto) en el Llandeillano de la Formación Ponón Trehue. *Ameghiniana*, 19: 101-104. Buenos Aires.
- Heredia, S. 1996. El Ordovícico del Arroyo Ponón Trehué, sur de la provincia de Mendoza. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. Actas I: 601-605. Buenos Aires.
- Heredia, S. 2001. Late Llanvirn conodonts from Ponón Trehué Formation, Mendoza, Argentina. *G&EA* 16:101-117.
- Heredia, S. y Beresi, M. 2000. Conodont biostratigraphy and paleoenvironment of the Late Llanvirn -Lower Caradoc (Ordovician), south of the province of Mendoza, Argentina: *17th Geoscientific Latinamerica Colloquium*. Institut für Geologie und Paläontologie. Universität Stuttgart. XVII Simposio sobre la Geología de Latinoamérica Profil, Band 18, 48.
- Lehnert, O., Bergström, S., Keller, M. y Bordonaro, O. 1999. Middle Ordovician (Darrivilian – Caradocian) conodonts from the San Rafael region, west-central Argentina: Biostratigraphic, paleoecologic and paleogeographic implications. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana* 37(2-3):199-214. Modena.
- Leslie, S. & Lehnert, O. 1999. New insight into the phylogeny and paleogeography of *Cahabagnathus* (Conodonta). *Acta Universitatis Carolinae – Geologica* 1999, 43: 443 – 446. Praha.
- Nowlan, G. S. & Barnes C. R. 1987. Thermal maturation of Paleozoic strata in eastern Canada from conodont colour alteration index (CAI) data with implications for burial history, tectonic evolution, hotspot tracks and mineral and hydrocarbon exploration. *Geological Survey of Canada Bulletin*. 367: 1-47.
- Núñez, E. 1979. Descripción Geológica de la Hoja 28d, Estación Soitúe. Provincia de Mendoza. *Servicio Geológico Nacional Boletín* 166:1-67.
- Pålsson, C., Månsson, K. y Bergström, S. M. 2002. Biostratigraphical and palaeoecological significance of graptolites, trilobites and conodonts in the Middle-Upper Ordovician Andersö Shale: an unusual “mixed facies” deposit in Jämtland, central Sweden. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 93: 35-57.
- Pohler, S. y Barnes, C. 1990. Conceptual models in conodont paleoecology. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 118: 409 – 440.
- Rejebian, V. A., Harris, A. G. y Huebner, J. S. 1987. Conodont color and textural alteration: An index to organic metamorphism and hydrothermal alteration. *Geological Society of America Bulletin*, 99: 471-479.
- Webby, B.D. 1998. Steps toward a global standard for Ordovician stratigraphy. *Newsletters in Stratigraphy*, 36: 1-33.

**Recibido:** 20 de Diciembre de 2005

**Aceptado:** 21 de Junio de 2006