

Ichno-asociaciones de la transición Precámbrico / Cámbrico en el noroeste de Argentina

Ichno-associations of the Precambrian/Cambrian transition in the North-West Argentina

F. G. ACEÑOLAZA ⁽¹⁾ Y R. N. ALONSO ⁽²⁾

RESUMEN

El descubrimiento de numerosos icnogéneros e impresiones de organismos de cuerpos blandos (*Asaphoidichnus*, *Cochlichnus*, *Didymaulichnus*, *Dimorphichnus*, *Diplichnites*, *Glockeria*, *Gordia*, *Helmintoida*, *Helminthoidichnus*, *Helminthopsis*, *Helminthoraphe*, *Monomorphichnus*, *Multipodichnus*, *Neonereites*, *Nereites*, *Oldhamia*, *Paliella*, *Planolites*, *Protichnites*, *Protopaleodyction*, *Protovigularia*, *Scolicia*, *Squamodyction*, *Taphrohelminthopsis*, *Tasmanadia*, *Tiernavia*, *Torrowangea* y *Treptichnus*), en pizarras y cuarcitas de la Formación Puncoviscana *s.l.* de diferentes localidades del noroeste argentino, ha permitido tener un panorama más claro acerca de las características de la cuenca que conformó el orógeno Pampeano (Véndico/Cámbrico inferior). El material es demostrativo de la amplia biodiversidad en diferentes niveles que representan la evolución de la cuenca tanto en sus aspectos estructurales como temporales. La distribución del registro paleoicnológico y su posición relativa en la secuencia sedimentaria sugieren una particular disposición del mismo, conforme a las características evolutivas de la cuenca. Dicha disposición queda expresada en tres icnofacies o asociaciones (*Beltanelliformis*, *Nereites* y *Oldhamia*) que representarían diferentes momentos de la evolución del orógeno Pampeano

⁽¹⁾ INSUGEO (UNT-CONICET). Miguel Lillo 205.- 4000 Tucumán. Argentina. Correo: facenola@satlink.com

⁽²⁾ UNSa-CONICET. Buenos Aires 177, 4400 Salta. Argentina. Correo: ralonso@unas.edu.ar

Palabras clave: Icnofósiles, Impresiones de organismos de cuerpos blandos, Véndico, Cámbrico Inferior, Gondwana occidental, Argentina.

ABSTRACT

The discovery of numerous ichnogenera and soft-bodies organisms imprints (*Asaphoidichnus*, *Cochlichnus*, *Didymaulichnus*, *Dimorphichnus*, *Diplichnites*, *Glockeria*, *Gordia*, *Helmintoida*, *Helminthoidichnus*, *Helminthopsis*, *Helminthoraphe*, *Monomorphichnus*, *Multipodichnus*, *Neonereites*, *Nereites*, *Oldhamia*, *Paliella*, *Planolites*, *Protichnites*, *Protopaleodyction*, *Protovigularia*, *Scolicia*, *Squamodictyon*, *Taphrohelminthopsis*, *Tasmanadia*, *Tiernavia*, *Torrowangea* and *Treptichnus*) in the quartzites and slates of Puncoviscana Formation *s.l.* in several localities of Northwestern Argentina, let us know in better way the characteristics of the basin that formed the Pampean orogen. The ichnological material here shown is demonstrative of the wide biodiversity of these units. All these elements represent in part the evolution of the Upper Precambrian/Lower Cambrian basins in western Gondwana. The regional distribution of the ichnofauna, and the relative position in the sedimentary sequence, suggest that the different ichno-associations (*Beltanelliformis*, *Nereites* and *Oldhamia*) should be assigned to different moments on the Pampean orogen evolution.

Keywords: Trace fossils, Soft-bodied organism imprints, Vendian, Lower Cambrian, Western Gondwana, Argentina.

INTRODUCCION

Desde inicios de la década de los 70, numerosos y variados hallazgos de icnofósiles en afloramientos de diversas localidades del noroeste de Argentina llevaron a plantear la posibilidad de que parte de una secuencia de pelitas y areniscas ligeramente metamorfizadas y muy deformadas, hasta entonces consideradas precámbricas, contuvieran niveles que pudieran pertenecer al Cámbrico basal (Mirrè y Aceñolaza, 1972; Aceñolaza y Durand, 1973). Estas rocas, conocidas en sentido amplio con el nombre de Formación Puncoviscana, habían sido atribuidas genéricamente al Precámbrico o Proterozoico Superior, basándose en el hecho de que yacen en discordancia por debajo de una secuencia siliciclástica fosilífera de probada edad cambro-ordovícica (Keidel, 1937, 1947; Turner, 1960; Borrello, 1972).

Los afloramientos de la Formación Puncoviscana forman parte del núcleo central de los Andes Orientales en Argentina, desde el límite con Bolivia (21° 30' S), donde sería equivalente a la Formación San Cristóbal, hasta la latitud de Tucumán (28° S). Asimismo, rocas con características petrográficas y contenido de icnofósiles similares, se localizan de manera discontinua en distintas localidades de Catamarca y La Rioja (31° S).

Debemos destacar que, a partir de la década de los 70, en diferentes puntos del mundo, se comenzaba a realizar una profunda revisión de conceptos sobre la transición Precámbrico/Cámbrico, con el objeto de definir un estratotipo representativo de esa etapa del tiempo geológico (Cowie y Harland, 1989). Esta situación permitió incorporar los afloramientos del norte de Argentina a la discusión internacional teniendo en cuenta, especialmente, que la diversidad de icnofósiles allí presente no sólo serviría para brindar un dato más sobre la distribución de los diversos icnotaxones conocidos hasta el momento, sino que también instalaba el debate del tema en Sudamérica.

En los últimos años, descubrimientos de nuevas localidades con icnogéneros aún no citados, o en condiciones de mejor calidad de preservación, han permitido retomar el tema, ampliar el panorama de la biodiversidad que caracteriza la cuenca de Puncoviscana así como efectuar inferencias sobre las condiciones paleobiogeográficas en que los organismos generadores se desarrollaron. En este sentido la presente contribución incorpora recientes datos a la mencionada problemática, actualizando la información disponible a partir de nuevos trabajos de campo hechos en las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy. Asimismo se plantea un modelo de distribución de dichos organismos teniendo en cuenta los criterios estructurales y sedimentarios que derivan de la posición de la cuenca en el borde occidental del Gondwana.

ENCUADRE GEOLÓGICO

Los afloramientos de rocas del intervalo Precámbrico Superior/Cámbrico Inferior se extienden por una amplia región del noroeste de Argentina, desde La Rioja hasta el sur de Bolivia, sobre una distancia de alrededor de 1.200km en sentido meridional. La secuencia está integrada predominantemente por cuarcitas y pelitas, y, en menor proporción, conglomerados y calizas.

El conjunto está fuertemente deformado, situación que hasta el presente ha impedido lograr una sucesión estratigráfica continua que permita identificar la posición relativa de cada uno de sus componentes. En este sentido, no dejamos de valorar el esquema estratigráfico presentado por Salfity *et al.* (1975), quienes diferencian cuatro términos litológicos de abajo a arriba, a saber: Formación Sancha (pelitas y turbiditas), Formación Las Tienditas/Volcán (calizas), Formación Corralito (psefitas) y Formación Puncoviscana (pelitas y turbiditas). A excepción de las psefitas y calizas, no es fácil reconocer grandes diferencias entre las unidades Sancha y Puncoviscana, máxime cuando en los últimos trabajos de campo desarrollados en el sector comprobamos que ambas tienen a *Nereites saltensis* como una icnoespecie común. Valga la misma aseveración para la reciente denominación de Formación Los Guachos (Moya, 1998) que propugna un nuevo nombre para los ya mencionados sin aportar elementos que clarifiquen la cuestión estratigráfica y de distribución regional. Esta situación, sumada al hecho de que hay autores que han producido abundante nomenclatura, incluyendo a las unidades que le son equivalentes, y definiendo formaciones sin tener en cuenta las nor-

mas del Código Argentino de Estratigrafía, es el motivo que adoptemos, a pesar de lo ambiguo, el clásico nombre de Formación Puncoviscana que fuera definido por Turner (1960) para la Sierra de Santa Victoria (Salta).

Valga asimismo hacer mención a la reciente contribución de Omarini *et al.* (1999), quienes, a partir de los datos que ofrecieron las rocas volcánicas intercaladas a la Formación Puncoviscana, trataron de componer una columna estratigráfica de esta unidad.

De los afloramientos de Los Guachos y de San Antonio de los Cobres (Salta) recientemente hemos logrado una mayor y bien conservada colección de material icnológico que nos permite consolidar algunas ideas acerca de la importante icnobiodiversidad que contiene esta unidad estratigráfica en las provincias del norte argentino. A efectos de ofrecer nuevos datos sobre ella, así como de la recolectada con anterioridad en otras localidades (Figs. 2 y 3), damos a continuación una información sumaria sobre los icnofósiles recolectados hasta el presente.

ICNOFÓSILES DE LA TRANSICIÓN PRECÁMBRICO-CÁMBRICO EN EL NOROESTE ARGENTINO

Las numerosas pistas e impresiones de cuerpos blandos provenientes de los diferentes afloramientos del noroeste de Argentina permitieron comprobar la existencia de una amplia biodiversidad, que quedó registrada en las rocas de la transición Precámbrico-Cámbrico de este área. Investigaciones llevadas a cabo por Aceñolaza y Durand (1986), Durand y Aceñolaza (1990) y Aceñolaza *et al.* (2000), brindaron información sobre la intensa ocupación de los fondos marinos de la cuenca en la que se depositó la Formación Puncoviscana. Una evaluación de la misma permitió reconocer la presencia de icnogéneros como *Asaphoidichnus*, *Cochlichnus*, *Didymaulichnus*, *Dimorphichnus*, *Diplichnites*, *Glockeria*, *Gordia*, *Helminthoidea*, *Helminthoidichnus*, *Helminthopsis*, *Helminthoraphe*, *Monomorphichnus*, *Multipodichnus*, *Neonereites*, *Nereites*, *Oldhamia*, *Paliella*, *Planolites*, *Protichnites*, *Protopaleodyction*, *Protovigularia*, *Scolicia*, *Taphrohelminthopsis*, *Tasmanadia*, *Tiernavia*, *Torrowangea* y *Treptichnus*. Asimismo se reconoció la presencia de impresiones de organismos de cuerpo blando que fueron asignados a las especies *Beltanelliformis*, *Sweckia* y *cf. Squamodictyon*.

Como ya se mencionó, la intensa deformación de las rocas portadoras no ha facilitado integrar una secuencia estratigráfica que permita situar a las diferentes icnoespecies en una columna estratigráfica confiable. Ello, como es natural, crea dificultades que hasta la fecha impiden resolver adecuadamente el problema de la identificación y ubicación del límite entre el Proterozoico Superior y el Cámbrico. A pesar de ello, se reconoce la existencia de “asociaciones” de icnogéneros cuya adscripción a determinados sectores geográficos estimamos que puede interpretarse en el sentido de que representa diferentes posiciones cronoestratigráficas de las mismas. Ello, especialmente, se relaciona con la existencia de sectores donde se manifiesta una relativa abundancia de impresiones de organismo de cuerpo blando o de pistas de organismos reptantes (*Beltanelliformis*, *Cochlichnus*,

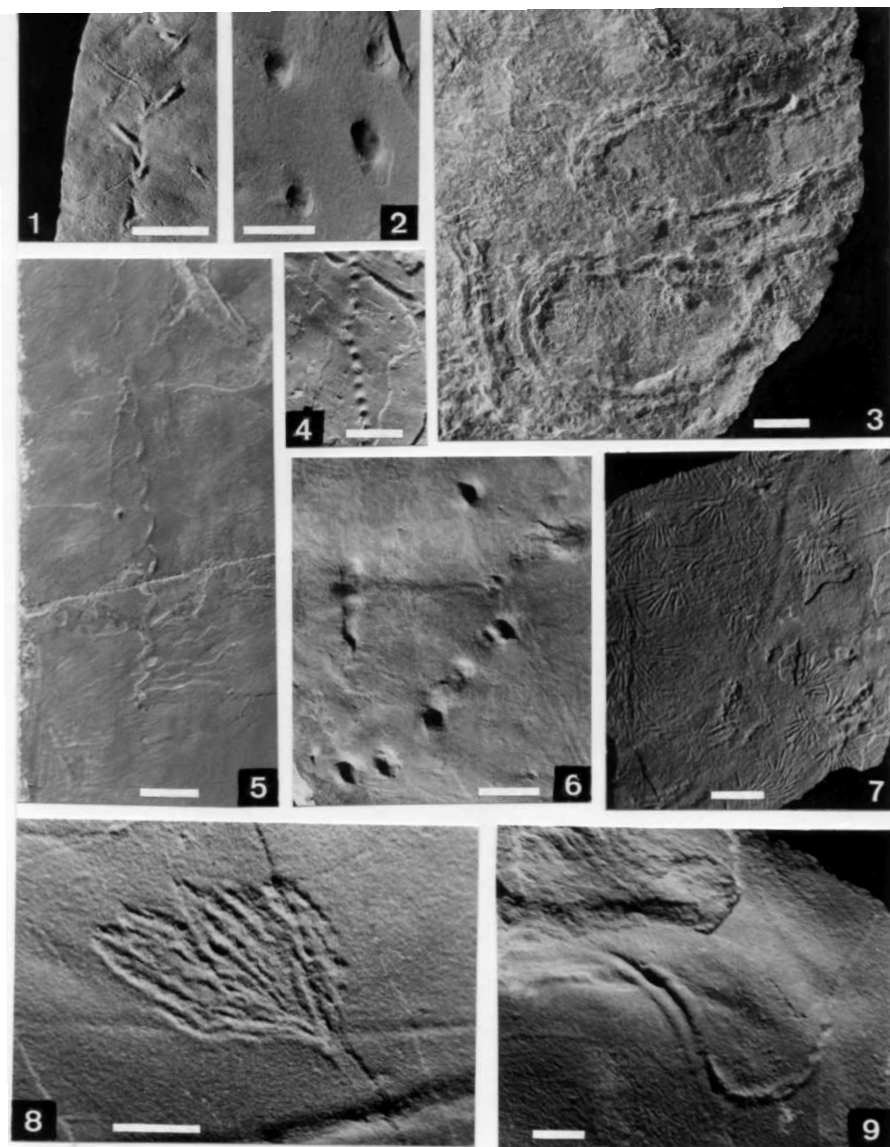


FIG. 2.- Icnofósiles de la Formación Puncoviscana. **1:** *Treptichnus* isp. **2-6** *Corophioides* isp. **3** *Nereites saltensis*. **4** *Neonereites uniserialis*. **5** *Cochlichnus anguineus*. **7** *Oldhamia radiata*. **8** *Oldhamia flabellata*. **9** *Taphrohelminthopsis* isp.. Barras de escala: 1 centímetro.

FIG. 2.- Ichnofossils from the Puncoviscana Formation. **1:** *Treptichnus* isp. **2-6** *Corophioides* isp. **3** *Nereites saltensis*. **4** *Neonereites uniserialis*. **5** *Cochlichnus anguineus*. **7** *Oldhamia radiata*. **8** *Oldhamia flabellata*. **9** *Taphrohelminthopsis* isp. Scale bars: 1 cm.

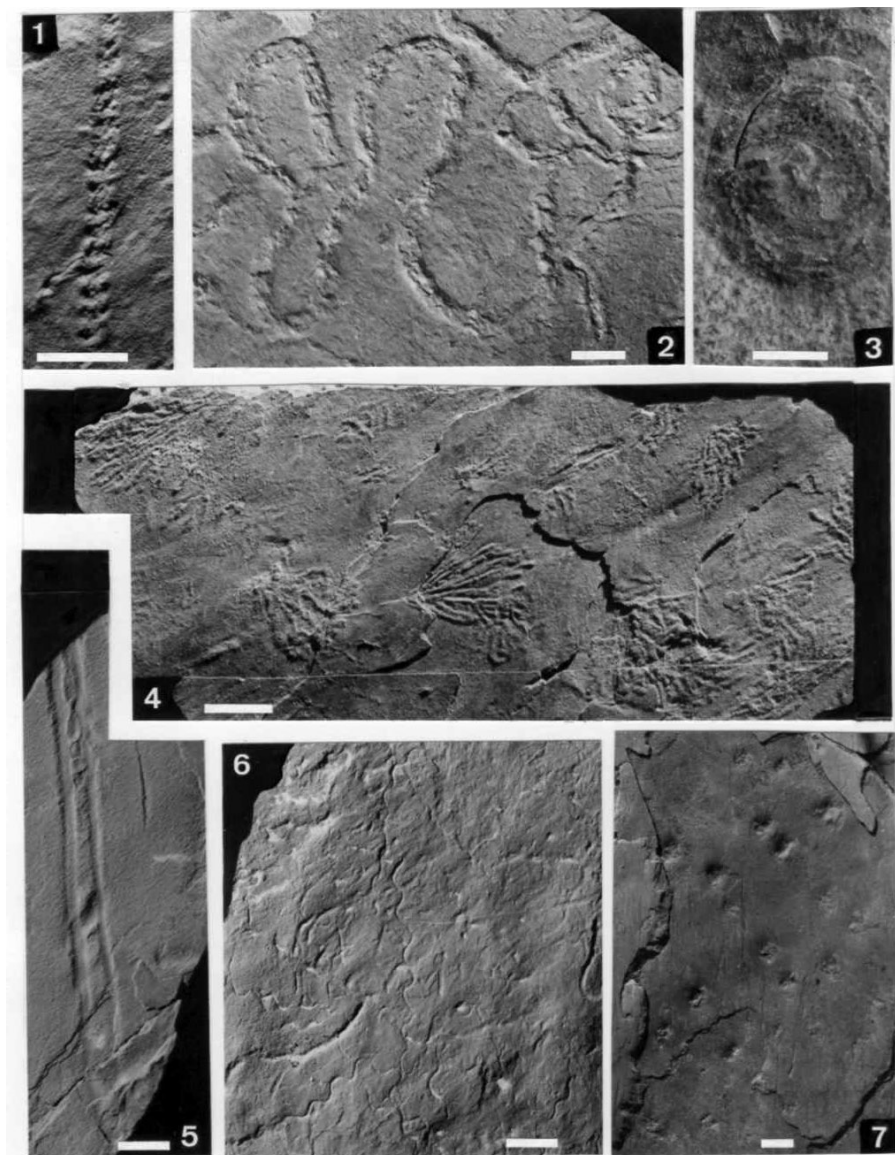


FIG. 3.- Icnofósiles de la Formación Puncoviscana (cont.): **1** *Neonereites biserialis*. **2** *Nereites saltensis*. **3** *Beltanelliformis* sp. **4**. *Oldhamia flabellata* **5**. *Didymaulichnus* isp. **6**. *Planolites* y *Cochlichnus anguineus*. **7** Fragmento de roca con varios ejemplares de *Beltanelliformis*. Barras de escala: 1 cm.

FIG. 3.- Ichnofossils from the Puncoviscana Formation (cont.): **1** *Neonereites biserialis*. **2** *Nereites saltensis*. **3** *Beltanelliformis* sp. **4**. *Oldhamia flabellata* **5**. *Didymaulichnus* isp. **6**. *Planolites* y *Cochlichnus anguineus*. **7** Rock sample with several *Beltanelliformis*. Scale bar: 1cm.

Nereites y *Taphrelohiminthopsis*), al lado de otros con una particular frecuencia de pistas dejadas por organismos con elementos apendiculares rígidos *Oldhamia*, *Diplichnites* y *Dimorphichnus*).

Hoy es universalmente aceptado que la revolución biológica ocurrida en tiempos de la transición Proterozoico-Fanerozoico implicó no sólo aspectos que atañen a la morfología y esqueletización de los organismos, sino que también significó profundos cambios paleoecológicos, geoquímicos y preservacionales en el ambiente marino. Así como se sabe que en tiempos véndicos hay dominancia de organismos de cuerpo blando, se conoce que, a partir de la transición al Paleozoico a éstos se agregan bruscamente formas que lograron esclerotizar partes de su cuerpo, generando un rico y variado surtido de icnotaxones. Esta situación es la que también puede observarse en la cuenca en la que se depositó la Formación Puncoviscana y sus términos equivalentes en el noroeste de Argentina, y donde la sucesión de áreas en que predominan unos y otros debe tener un significado no solo paleoecológico y paleogeográfico, sino también cronoestratigráfico.

INTERPRETACIÓN PALEOGEOGRÁFICA DE LA CUENCA

El diseño de la cuenca en la que se depositó la Formación Puncoviscana tiene un rumbo general NNE-SSO, y su origen es interpretado como una estructura aulacogénica constituida en el borde de Gondwana (Aceñolaza y Durand, 1986, Avila Salinas, 1996), a partir del desarrollo evolutivo de la que Suárez Soruco (1989, 2000) denomina “*Triple Fractura Boliviana*”. Ésta, activa en tiempos post-rifeenses, habría separado, por un lado, el “Terreno Arequipa/Antofalla”, y por el otro los núcleos del Proterozoico Inferior y Medio de Guaporé y Río de La Plata, dando lugar a la apertura de una cuenca submarginal a marginal del borde occidental del Gondwana (Aceñolaza y Toselli, 2000). También debe considerarse la alternativa del posible desarrollo de la cuenca a partir de la ruptura, y colisión con Pannotia, de un terreno que abarca Cuyania, Antofalla, Belén y Arequipa (CABA), en el lapso que abarca 750 Ma a 535 Ma (ciclo Pannotiano, *sensu* Omarini *et al.*, 2000).

Sin entrar en el debate teórico en torno a la conformación de esta cuenca, debe señalarse que en la misma tuvo lugar el desarrollo de una importante secuencia sedimentaria integrada tanto por términos siliciclásticos como carbonáticos y volcániclos, con participación de acontecimientos magmáticos (plutónicos y volcánicos) de amplio registro regional (Fig. 1). Estos acontecimientos fueron interpretados por Omarini *et al.* (1999) como partes integrantes de una cuenca intracontinental en donde se desarrolló un importante acontecimiento ígneo-volcánico de tipo bimodal.

Como ya hemos mencionado, en el conjunto sedimentario hay abundantes icnofósiles que permiten afirmar que la apertura de la cuenca tuvo su inicio en el Véndico, continuando hasta el Cámbrico Inferior alto, época en la que se produce su cierre por acción de la fase orogénica Tilcárica (Turner, 1960).

La icnofauna mencionada, que forma parte del contexto sedimentario, hasta el presente se la reconoce dispuesta constituyendo tres icnoasociaciones que, entre

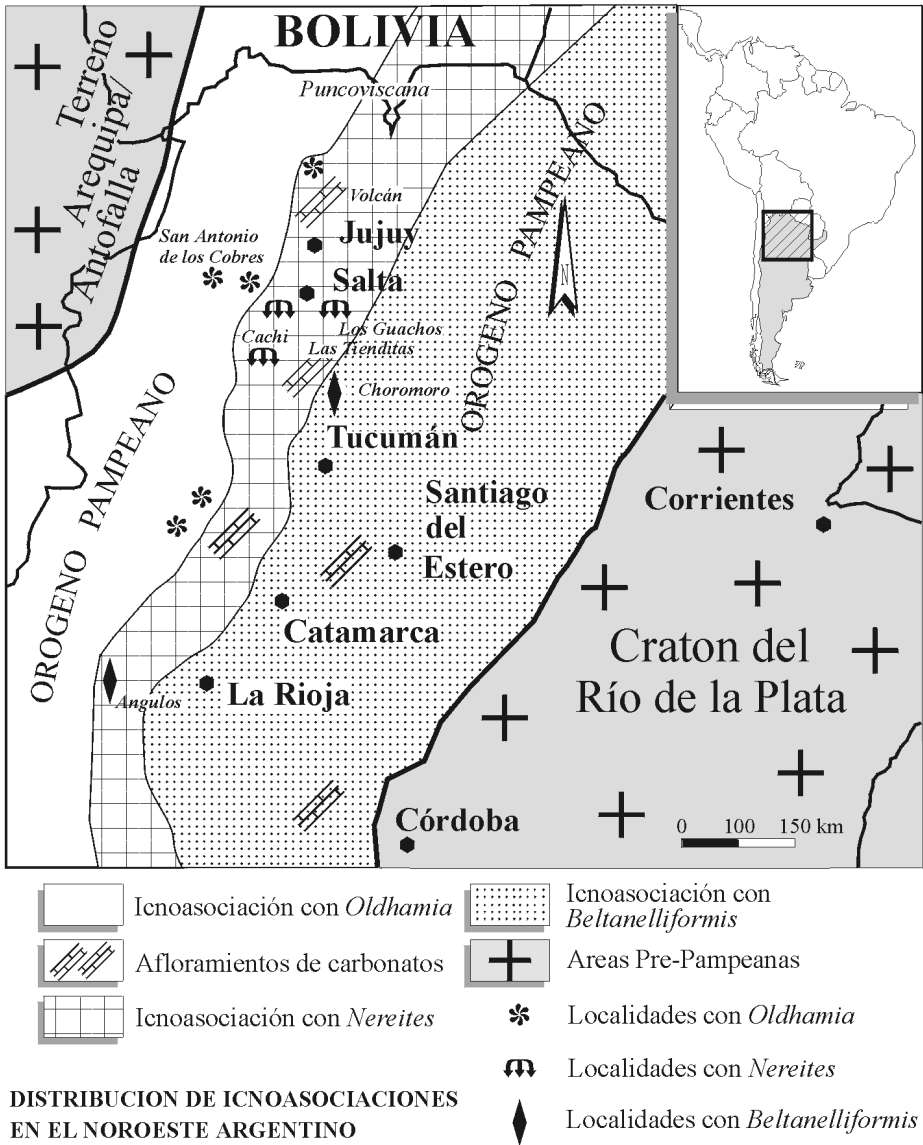


FIG. 1.- Distribución de ichnoasociaciones en el Orogén Pampeano (Proterozoico Superior-Cámbrico Inferior).

FIG. 1.- Distribution of ichnoassociations in the Pampean Orogen (Upper Proterozoic-Lower Cambrian)

sí, tienen pocos elementos en común, y que son las de *Beltanelliformis*, *Nereites* y *Oldhamia*.

- La íconoasociación de *Beltanelliformis*, está presente en facies heterolíticas caracterizadas por areniscas finas a medias, dispuestas en bancos, entre los que se intercalan pelitas, siendo representativas de facies proximales dentro de la cuenca mencionada (Jezek, 1990). Estas facies caracterizan fundamentalmente los afloramientos de esta unidad presentes en diferentes puntos de Tucumán (Cumbres Calchaquíes y Choromoro). En estos niveles se ha señalado también la presencia de *Protopaleodictyon* y *cf. Squamodictyon*, junto a posibles vendoténidos. A esta misma zona podrían referirse los sedimentos de Angulos, en la provincia de La Rioja.
- La íconoasociación de *Nereites saltensis* está presente en facies arenosas finas, generalmente ocupando la interfase arena-limo, con muy buen grado de preservación, en facies intermedias a distales (Jezek, 1990), con amplia distribución al sur de la ciudad de Salta, desde Los Guachos en el este, Campo Quijano en el centro, hasta Cachi en el oeste. Esta íconoasociación tiene, entre otros a los icnogéneros *Tasmanadia*, *Helminthoidichnus*, *Taphrohelminthopsis* y *Glockerichnus*.
- La íconoasociación de *Oldhamia* está presente en facies de grano fino que varían entre areniscas finas y limolitas laminadas con muy buen grado de preservación, representativas de facies distales (Jezek, 1990). El conjunto, característico de los afloramientos de San Antonio de los Cobres, está dado por las icnoespecies *O. antiqua*, *O. flabellata* y *O. radiata*, estando acompañadas, entre otros por los icnogéneros *Cochlichnus*, *Dimorphichnus*, *Diplichnites* y *Protichnites*.

La cuestión está en definir si estas íconoasociaciones son representativas de facies dentro de un mismo episodio sedimentario, o si constituyen diferentes etapas temporales en el desarrollo y evolución de la cuenca.

Si se tienen en consideración los datos que aportan la sedimentología y geología estructural, puede sostenerse que la región que contiene la asociación *Beltanelliformis* es la que se ubica en posición más cercana al núcleo cratónico del Río de la Plata (Fig.1). En este ámbito, la abundancia de cuarcitas y de paleocorrientes de rumbo E o SE inducen a suponer la procedencia de sus materiales líticos desde un alto continental-litoral coincidente con las rocas del mencionado cratón (Jezek, 1990), situación que pudo haber ocurrido en las etapas más antiguas del orógeno Pampeano que acompañaron al proceso de apertura del mismo.

Inmediatamente al oeste y siguiendo el eje de la cuenca, se dispone el área que contiene la íconoasociación de *Nereites*, intermedia entre la anterior y la que contiene icnofósiles en los que se aprecian registros de estructuras apendiculares, como es el caso de *Oldhamia*, *Diplichnites* o *Dimorphichnus* y que se sitúa aún más al oeste, y en posición más distal con respecto al Cratón del Río de la Plata. Debe destacarse el significado cronoestratigráfico del icnogénero *Oldhamia* el cual se reconoce como característico del Cámbrico inicial de todo el mundo (Crimes, 1994; Lindholm y Casey, 1990). Ello, especialmente, contribuye de forma sustancial a la interpretación evolutiva y temporal de la cuenca, y confirma la menor antigüedad de los niveles portadores de las icnoespecies de esta asociación.

Recientemente Crimes (2000) ha descrito como un hecho comprobable la evolución de las icnocomunidades bénticas desde zonas de plataforma a otras de profundidad en el lapso temporal que va desde el Véndico al Paleozoico inferior. En ese sentido dicho autor reconoce que las icnofacies de aguas profundas son más ricas en número de icnoespecies hacia fines del Véndico, y particularmente a partir del Cámbrico basal. De alguna manera, dicha hipótesis se comprueba en el esquema propuesto, ya que los niveles que contienen *Beltanelliformis* presentan caracteres sedimentológicos más propios de una plataforma (Jezek, 1990), mientras que, en términos relativos, los que representan ámbitos más profundos son coincidentes con la secuencia que contiene primero a *Nereites* y luego a *Oldhamia*.

CONCLUSIONES

El contenido paleontológico mencionado confirma la amplia distribución regional que tienen los distintos icnogéneros presentes en la Formación Puncoviscana *s.l.*, y aporta elementos de relevancia para la interpretación evolutiva del orógeno Pampeano. Ello implica reconocer la existencia de no menos de tres icnoasociaciones: una caracterizada por *Beltanelliformis sp.*, otra por *Oldhamia isp.* y la tercera, por *Nereites saltensis*. Aunque las características litológicas no permitan suponer que éstas icnoasociaciones tipifiquen facies diferentes dentro de un mismo episodio sedimentario si hay, en cambio, buenos indicios para interpretar que se encuentran en posiciones distintas dentro de la sucesión estratigráfica general de la cuenca. Así, por ejemplo, la caracterizada por *Oldhamia isp.* es posible que constituya la icnoasociación más joven (Tommotiense), mientras que la que contiene a *Nereites saltensis* parece ligeramente más antigua (transición Véndico-Tommotiense), situación que también es válida para la de *Beltanelliformis*, que caracterizaría las capas más antiguas (Véndico).

El conjunto de las tres icnoasociaciones sería representativo del proceso de colonización del ámbito marino, que progresó desde áreas de plataforma interna hacia regiones de mayor profundidad, tal como se ha verificado en otras partes del mundo, en el lapso Véndico-Paleozoico inferior.

Agradecimientos: Se agradece a los revisores del presente artículo Dres. Miguel Angel San José Lancha y Pedro Herranz por las importantes sugerencias que se nos hicieran llegar, como asimismo al Sr. Daniel Ruiz Holgado por su colaboración en la preparación del material gráfico.

REFERENCIAS

- ACEÑOLAZA, F. G., ACEÑOLAZA, G., ESTEBAN, S. (2000): Bioestratigrafía de la Formación Puncoviscana y unidades equivalentes en el NOA In: González Bonorino, G. *et al.* Geología del Noroeste Argentino. *Relatorio del 14º Congreso Geológico Argentino* (Salta), 1: 91-114.

- ACEÑOLAZA, F. G. Y DURAND, F. (1973): Trazas fósiles del basamento cristalino del noroeste argentino. *Boletín Asociación Geológica de Córdoba*, 1 (1-2), 45-55.
- ACEÑOLAZA, F. G. Y DURAND, F. (1984): The trace fossil *Oldhamia*. Its interpretation and occurrence in the Lower Cambrian of Argentina. *Neues Jahrbuch Geologie und Paläontologie, Monatshefte* H 12: 728-740.
- ACEÑOLAZA, F. G. Y DURAND, F. (1986): Upper Precambrian-Lower Cambrian biota from the Northwest of Argentina. *Geological Magazine*, 123 (4): 367-374.
- ACEÑOLAZA, F. G. Y TOSELLI, A.J. (2000): Argentine Precordillera: allochthonous or autochthonous Gondwanic ?. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*. Teil 1., 7/8: 743-756.
- BORRELLO, A. (1972): La estructura assyntica de la Argentina. *Revista Brasileira de Geociencias*, 2 (2):71-84.
- CRIMES, P.(1994): The period of early evolutionary failure and the dawn of evolutionary success: The record of biotic changes across the Precambrian-Cambrian boundary. In: S. Donovan (ed.) *The paleobiology of trace fossils.*, 105 –133. Wiley Editorial (N.Y.)
- CRIMES, P. (2000): Evolution of the deep-water bentic community. In: Zhuravlev, A., Riding, R. (eds) *The ecology of the Cambrian radiation. Perspectives, Paleobiology & Earth History*, 275-297. Columbia University Press, New York
- COWIE, J. Y HARLAND, W. (1989): Chronometry. In: Cowie, J., Brasier, M. (eds). *The Precambrian-Cambrian boundary*. Oxford Monographs on Geology and Geophysics 12: 186-198. Oxford
- KEIDEL, J. (1937): La Prepuna de Salta y Jujuy. *Revista del Centro de Estudiantes del Doctorado en Ciencias Naturales de Buenos Aires*, 1 (3): 125-154.
- KEIDEL, J. (1947): El Precámbrico. In: *Geografía de la República Argentina*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA 1: 48-126. Buenos Aires.
- JEZEK, P. (1990): Análisis sedimentológico de la Formación Puncoviscana entre Tucumán y Salta. In: Aceñolaza, F., Miller, H., y Toselli, A (eds.). *El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino*. Serie Correlación Geológica 4: 9-36. Tucumán.
- LINDHOLM, R. Y CASEY, J. (1990): The distribution and possible biostratigraphic significance of the genus *Oldhamia* in the slates of the Blow Me Down Brock Formation, western Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 27: 1270-1287.
- MIRRÉ, J. C. Y ACEÑOLAZA, F.G. (1972): El hallazgo de *Oldhamia* sp. (traza fósil) y su valor como evidencia de edad cámbrica para el supuesto Precámbrico del Borde occidental del Aconquija, provincia de Catamarca. *Ameghiniana Revista de la Asociación Paleontológica Argentina*, 9 (1): 72-78.
- MOYA, C. (1998): El Paleozoico inferior de la Sierra de Mojotoro, Salta-Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 53 (2): 219-238.
- OMARINI, R. H., SUREDA, R.J., GÖTZE, H.J., SEILACHER, A., PFLÜGER, F. (1999): Puncoviscana folded belt in northwestern Argentina: testimony of Late Proterozoic Rodinia fragmentation and pre-Gondwana collisional episodes. *International Journal Earth Sciences*, 88:76-97.
- SALFITY, J., OMARINI, R., BALDIS, B., GUTIERREZ, W. (1975): Consideraciones sobre la evolución geológica del Precámbrico y Paleozoico del Norte Argentino. *Actas 2 Congreso Iberoamericano Geología Económica*. Buenos Aires. 4: 341-343.
- SUAREZ SORUCO, R. (1989): Desarrollo tectonosedimentario del Paleozoico inferior de Bolivia. Información Geológica UAFT. *Simposio Bodas de Oro de la Universidad Tomás Frias*, Potosí, II: 1-11.

- SUAREZ SORUCO, R. (2000): Compendio de Geología de Bolivia. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*. 18 (1-2): 1-144.
- SUREDA, R. J., OMARINI, R.H., ALONSO, R. N., (1999): El ciclo Pannotiano, la perspectiva histórica y las nuevas definiciones. In: G. González-Bonorino (ed.): *Geología del Noroeste Argentino. XIV Congreso Geológico Argentino*, Relatorio, I: 21-27. Salta.
- TURNER, J. C. (1960): Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria (Argentina). *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba*, 41: 163-196.