

*Icnofósiles del Grupo Lavalleya,
Neoproterozoico de Uruguay*

**Ichnofossils from the Lavalleya Group,
Neoproterozoic of Uruguay**

Florencio Gilberto ACEÑOLAZA¹, Leda SÁNCHEZ BETTUCCI² y Juan Carlos FERNICOLA³

¹ INSUGEO— Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de Tucumán, Miguel Lillo 205, 4000 Tucumán, Argentina.

² Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay.

³ Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia». Av. Angel Gallardo 470. Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

La secuencia metasedimentaria del Grupo Lavalleya ha provisto nuevos icnofósiles correspondientes a los icnogéneros *Planolites* y *Vimenites*, que permiten ampliar el conocimiento de la bioestratigrafía del Neoproterozoico de Uruguay. Asimismo permiten efectuar consideraciones sobre las relaciones geológico-regionales entre estas capas y otras de igual posición estratigráfica en Sudamérica.

Palabras clave: Icnofósiles, Neoproterozoico, Ciclo Brasiliano, Grupo Lavalleya, Uruguay.

ABSTRACT

The Upper Precambrian sequences in southern Uruguay, the Lavalleya Group, have provided some new occurrences of trace fossils that enrich the biostratigraphical knowledge of this Neoproterozoic succession. Morphological characters of two ichnogenera can be recognised (*Planolites* and *Vimenites*), in some outcrops described for the first time. Considerations on the geological and regional relations of this formation within the South American framework are also presented.

Key words: Ichnofossils, Neoproterozoic, Brazilian cycle, Uruguay, Lavalleya Group.

INTRODUCCIÓN

Desde hace algo más de una década se reconoce la existencia de trazas fósiles en rocas del Neoproterozoico que afloran en distintas localidades de Sudamérica. Éstas, normalmente afectadas por fenómenos diagenéticos y/o metamórficos, suelen adolecer de la suficiente información morfológica que ayude a una mayor precisión determinativa, creando naturales dudas sobre su origen. A pesar de ello, el reiterado descubrimiento de este tipo de señales de actividad de organismos en el sustrato, nos da pautas acerca de la potencialidad biótica que para este tiempo geológico hubo en dicho ámbito geográfico.

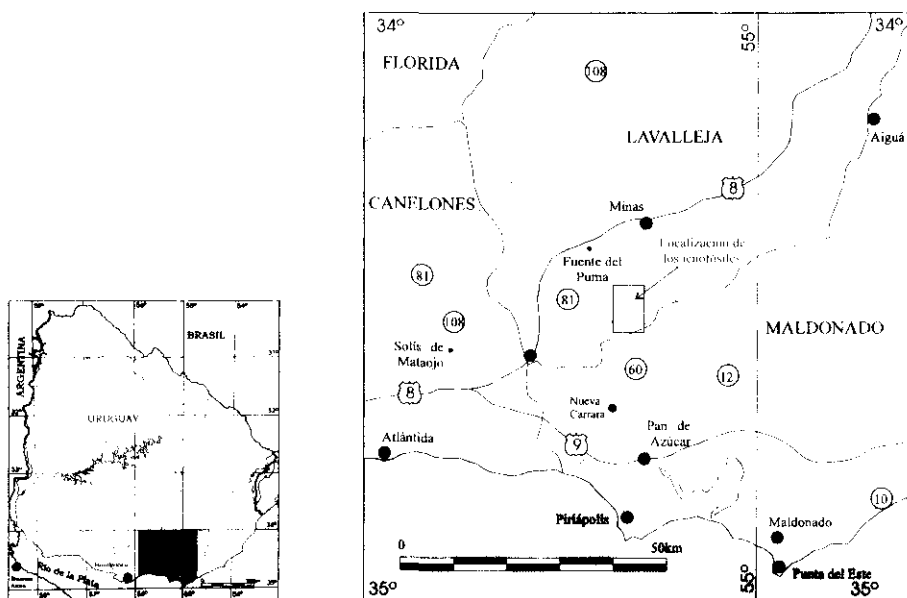
Es conocido el hecho de que durante el Neoproterozoico, la diversidad biótica presente en los ambientes marinos comienza a dejar registros más nítidos de su existencia en las sucesiones sedimentarias. La aparición de Metazoa, ocurrida hace aproximadamente 700 Ma, estuvo directamente vinculada con el progresivo aumento de la disponibilidad de oxígeno en la atmósfera y con la existencia de amplias plataformas marinas en las cuales se potenció la vida sobre el planeta. Estos conceptos surgen de los numerosos trabajos desarrollados por distintos autores, que en distintas partes del mundo han comprobado el paulatino incremento de la bioturbación en las rocas sedimentarias neoproterozoicas (CLOUD, 1976, 1983; BERGSTRÖM, 1990; CRIMES, 1994).

Los registros en Brasil, Bolivia, Argentina y, recientemente en Uruguay, nos dan pautas acerca de lo que acontecía en esta región de Sudamérica. Estudios recientes realizados sobre el Grupo Lavalleya (SÁNCHEZ BETTUCCI & COSARINSKY, 1997) permitieron reconocer algunas pistas fósiles en unidades sedimentarias afectadas por un metamorfismo en bajo grado que afloran en Sierra de las Ánimas y ruta nacional 60, en los departamentos de Maldonado y Lavalleya (Uruguay).

El hallazgo de estos icnofósiles en el Grupo Lavalleya resulta de importancia, puesto que permiten ampliar el conocimiento bioestratigráfico del mismo, dar a conocer una nueva localidad fosilífera, y además aportar nuevos elementos de juicio que ayudan a reconstruir la bioestratigrafía del Neoproterozoico sudamericano.

MARCO GEOLÓGICO

La zona estudiada se encuentra ubicada en la región sudoriental del Uruguay, abarcando los departamentos de Maldonado y Lavalleya entre los 34°18' y 34°35' de latitud sur y 56°09' y 56°54' de longitud oeste (Fig. 1).



Figuras 1 y 2.—Ubicación geográfica del área en estudio en el sur de Uruguay.

Figures 1 and 2. - Geographic position of the studied area in southern Uruguay.

Allí, el Grupo Lavalleja conforma una unidad litocstratigráfica y estructural integrada por una secuencia volcanosedimentaria afectada por eventos metamórficos y de plegamiento en el Neoproterozoico.

Estas rocas fueron descritas por McMILLAN (1933) como «Serie de Minas del Uruguay» y posteriormente redefinida por numerosos autores como CAORSI & GOÑI (1958); PRECIOZZI *et al.* (1979, 1985) y BOSSI & NAVARRO (1991), tal como hoy se la reconoce.

El Grupo Lavalleja se desarrolla en una angosta faja de dirección regional nor-noreste a lo largo de 300 kilómetros, presentando muchas variaciones locales, debido a pliegues, intrusiones posteriores y flexiones. Presenta un ancho variable entre 8 y 30 kilómetros. Geográficamente se ubica entre las localidades de Pan de Azúcar en el departamento de Maldonado hasta la localidad de Cerro de las Cuentas en el departamento de Cerro Largo en el noreste. Los límites este y noreste están marcados por rocas granítico-gneíscas que se encuentran en contacto tectónico (PRECIOZZI *et al.*, 1979). Las unidades anteriormente señaladas forman parte del Cinturón Don Feliciano (FRAGOSO *et al.*, 1982) cuya extensión hacia el noreste ocupa la región oriental de los estados de Rio Grande do Sul, Santa Catharina y Paraná en Brasil. El límite occidental de esta faja metamórfica en la que se inscribe el Grupo Lavalleja lo constituye la Formación Sie-

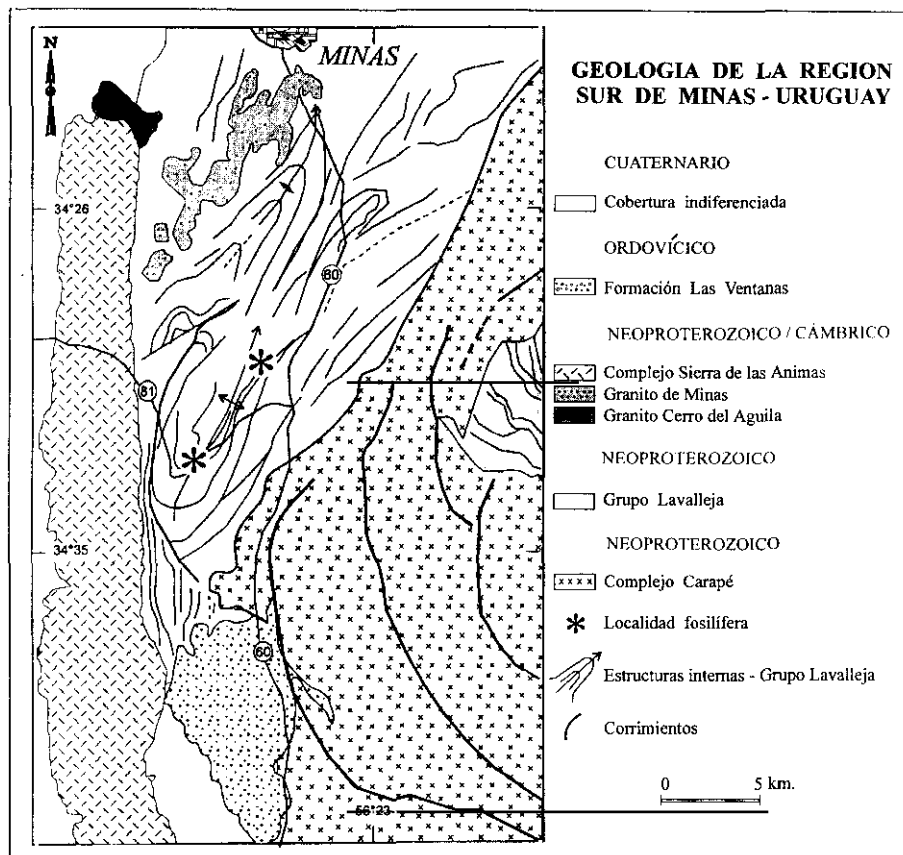


Figura 3.—Marco Geológico Regional con indicación de las unidades estratigráficas y la posición de los afloramientos fosilíferos.

Figure 3.—Regional geological framework with stratigraphic units and position of fossiliferous outcrops.

ra de las Ánimas, de edad Neoproterozoico/Cámbrico (SÁNCHEZ BETTUCCI & LINARES, 1996) (Fig. 2).

El Grupo Lavalleja se caracteriza litológicamente por una potente secuencia volcano-sedimentaria que comprende litologías muy variadas, las cuales componen tres grandes unidades: a) **unidad metasedimentaria**, representada por importantes paquetes metasedimentarios de granulometrías variadas (metapelitas, metasamitas, metalimolitas, metacalizas, etc.); b) **unidad metavolcánica bimodal**, constituida por paquetes metavolcánicos ácidos (tobas, riolitas, dacitas y brechas volcánicas) y básicos (metabasaltos macizos y vesiculares) y c)

unidad de gabros hornbléndicos. En toda la región estudiada, las litologías más abundantes corresponden a rocas metabásicas y metacalcáreas.

Dentro del Grupo Lavalleya, la unidad metasedimentaria donde se encontró la icnofauna comprende diferentes facies a saber: facies siliciclástica, facies calcoclástica, facies carbonática y facies conglomerática. Los iconofósiles fueron hallados dentro de la facies calcoclástica, que se encuentra representada por diferentes litologías, tales como metacalcopelitas, metapelitas calcáreas y metacalizas que constituyen tramos bastante potentes. Estas litofacies están representadas por cuerpos con importante continuidad lateral, de forma predominantemente tabular. Se caracterizan por coloraciones grisáceas y gris-verdosas, reconociéndose laminaciones milimétricas a centimétricas, estratificación de ripples, lenticular y gradada. Los contactos entre los diferentes paquetes suele ser netos y concordantes, no descartándose pasajes transicionales. Es común la presencia de intercalaciones de niveles netamente pelíticos y piritosos, de hasta 3 centímetros de espesor. La unidad metavolcánica bimodal (basalto/riolita) se halla intercalada en la unidad metasedimentaria.

El Grupo Lavalleya presenta un acortamiento importante en dirección noroeste-sudeste. El espesor de la sucesión es difícil de estimar, ya que existen numerosas repeticiones tectónicas, lo que imposibilita, además, reconstruir íntegramente la sucesión. En general la deformación regional está caracterizada por una primera fase de deformación, que generó pliegues isoclinales con desarrollo de esquistosidades, y otra posterior, asociada con importantes fallamientos y transurrencias.

El grado metamórfico que presenta la sucesión que contiene los iconofósiles, ha sido caracterizado petrográficamente como facies de subesquistos verdes a esquistos verdes.

Asociados al Grupo Lavalleya, existen numerosas intrusiones graníticas post-orogénicas. Hacia el Este afloran granitos, granitos protomiloníticos, mármoles, esquistos biotíticos y anfibolitas correspondientes al Grupo Carapé (BOSSI, 1983; PRECIOZZI *et al.*, 1985) el cual es tradicionalmente considerado como una unidad afectada por un metamorfismo en grado más alto que aquél que afectó al Grupo Lavalleya.

Edades radiométricas sobre materiales metapelíticos del Grupo Lavalleya fueron aportadas por CINGOLANI *et al.* (1990). Estos autores obtuvieron edades K/Ar (RT) de 532 ± 5 Ma que, en el ámbito sudamericano, formarían parte de los eventos tectonotérmicos finales del ciclo Brasiliano/Pampeano, correlacionables con el ciclo Panafricano. Recientes estudios geocronológicos (GÓMEZ RIFAS, 1995) por el método K/Ar sobre roca total de metabasaltos, intercalados en la sucesión sedimentaria muestran edades que van desde los 626 ± 47 a 1203

± 65 Ma, amplitud demasiado grande para tomar en consideración, especialmente el último valor. Estudios geocronológicos Rb/Sr (RT) efectuados sobre granitos postorogénicos muestran edades de 582 ± 31 para el granito de Aiguá, localizado a pocos kilómetros al Este de la región bajo estudio, y 565 ± 59 para el granito de Barriga Negra, aflorante a pocos kilómetros al Noreste (PRECIOZI *et al.*, 1993). No existen estudios radiométricos sobre el granito de Minas, sin embargo es correlacionado con el conjunto de granitos postorogénicos que afloran en el área.

ICNOLOGÍA SISTEMÁTICA

Ichnogénero *Planolites* NICHOLSON, 1873

Planolites ichnosp.

Lám. 1, fig. B

Repositorio: Nro.2768, Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay.

Material: varios ejemplares presentes en calcopelitas de colores grises con laminación plano-paralela.

Procedencia: Cantera localizada sobre la ruta panorámica Nro. 81, Departamento de Lavalleja, Uruguay (Fig. 1).

Descripción: Pista tubiforme relativamente corta, de trayectoria curva, levemente sigmoidea o rectilínea, siendo más frecuente este último tipo. Los ejemplares estudiados tienen un diámetro variable de 0,6 mm a 1,4 mm, mientras que el rango longitudinal va desde 15 mm hasta 25 mm. Si bien en varios ejemplares el diámetro se mantiene constante longitudinalmente, en otros disminuye paulatinamente hacia un extremo o ambos. No se observan ramificaciones ni revestimientos en la pared. En algunos ejemplares es posible observar una pequeña variación en el diámetro entre un extremo y otro de la pista. La mayoría de los especímenes no se encuentran superpuestos a otros, mientras que unos pocos sí lo están. Las icnitas están rellenas con material de igual composición que la matriz..

Discusión: El ichnogénero *Planolites* tiene la particularidad de presentar una posición morfológica y estratinómica parecida a las del ichnogénero *Palaeophycus* (HALL, 1847), aunque autores como OSGOOD (1970) y PEMBERTON & FREY (1982) sugirieron que no existen diferencias litológicas entre la traza fósil y la matriz para el caso de *Palaeophycus*, mientras que sí las hay para el caso de *Planolites*. Los estudios petrográficos realizados sobre nuestros icnofósiles no presentan rasgos que puedan indicar o no diferencias de composición entre la

traza fósil y la matriz. Esto puede deberse al grado de recristalización de las arcillas, que podría enmascarar una posible diferencia entre ambas. Debe señalarse que ésta es una forma de amplio rango cronoestratigráfico, comprendido en todo el mundo desde el Rifense hasta la actualidad (CRIMES, 1987). Debe señalarse que GAUCHER *et al.* (1996) identifican el mismo iconofósil en el Subgrupo Arroyo de la Pedrera, interpretándolos como de edad Cámbrica.

Iconogénero *Vimenites* FEDONKIN, 1980

Vimenites bacillaris FEDONKIN, 1980

Lám. 1, figs. A, B

Repositorio: Nro. 2770, Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay.

Material: Una laja compuesta por varias trazas. Litológicamente corresponde a una pelita calcárea con laminación plano paralela.

Procedencia: Cantera localizada sobre la ruta panorámica No. 81, Departamento de Lavalleja, Uruguay (Fig. 1).

Descripción: Ejemplares de sección cilíndrica a subcilíndrica de tamaño variable y no ramificados. El de mayor tamaño presenta un ancho de 3 mm y un largo de 28 mm, mientras que el de menor tamaño es de 25 mm de ancho y 35 mm de largo. Los ejemplares se observan en dos planos estratigráficos diferentes y todos se desarrollan levemente curvos respecto al eje mayor, mientras que otros se ubican perpendicular al mismo eje. Es interesante remarcar que algunas de las diferentes pistas presentan un relleno posterior de cuarzo y calcita.

Discusión: Esta icnoespecie fue originalmente descrita en el Neoproterozoico de Rusia, donde se la encuentra junto a otras especies del Véndico. Si bien los ejemplares reconocidos tienen una mayor regularidad morfológica que en los de la serie-tipo de la icnoespecie, sus caracteres nos inclinan a asignarlos comparativamente con la forma descrita por FEDONKIN (1980).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El conjunto paleoicnológico descrito se suma a otros registrados de iconofósiles en diversos afloramientos del Neoproterozoico sudamericano.

Una relación sintética de los distintos hallazgos sirve para visualizar la proliferación biótica que hubo en distintos ámbitos del continente. Así, por ejemplo, en el oriente de Bolivia afloran areniscas y rocas carbonáticas que integran el Grupo Tucavaca (Neoproterozoico; BERRANGÉ, 1982) en el cual se re-

conoció la existencia de pistas asignadas al icnogénero *Didymaulichnus* (LÓPEZ PAULSEN, 1983).

En Tandilia (República Argentina) afloran cuarcitas y pelitas de la Formación Cerro Negro, integrante del Grupo Sierras Bayas (Neoproterozoico), en la cual POIRÉ *et al.* (1984) reconocieron la existencia de trazas fósiles que fueron asignadas a los icnogéneros *Palaeophycus* y *Didymaulichnus*.

También, en la Sierra de Pie de Palo (Sierras Pampeanas Occidentales, Argentina) aparecen niveles cuarcíticos del Precámbrico? Superior, donde BORDONARO *et al.* (1992) reconocieron la existencia de icnofósiles deficientemente conservados, aunque asignables al icnogénero *Didymaulichnus*.

En Brasil, Estado de Paraná, CIGUEL *et al.* (1992) documentaron la existencia de *Gordia arcuata*, *Planolites montanus* y *Skolithos* en niveles arenosos de la Formación Camarinha. Esta unidad se encuentra constituida por depósitos volcano-sedimentarios a los que les atribuyen una edad precámbrica superior e interpretan como desarrollada en un ambiente marino litoral. Al Grupo Bambuí se le daba un rango de edades desde 700 Ma a 450 Ma (BONHOMME *et al.*, 1982), siendo posteriormente acotado a partir de isocronas Pb/Pb, sobre rocas carbonáticas, en 689 ± 69 Ma, lo que sugiere que la parte inferior del Grupo Bambuí fue depositado con anterioridad a los 690 Ma (BABINSKY *et al.*, 1993).

MONTAÑA & SPRECHMANN (1993) describen calizas estromatolíticas en la localidad de Illescas, en el Departamento de Florida (Uruguay), correlacionándolas con aquellas aflorantes 50 kilómetros al sudeste de la localidad de Polanco (Departamento de Lavalleja, Uruguay), y con las de la Cuchilla de Guazunambí, al oeste del Departamento de Cerro Largo (Uruguay). GAUCHER *et al.* (1996) mencionan la presencia, en rocas metasedimentarias del Grupo Arroyo del Soldado (aflorantes al norte de la ciudad de Minas, Uruguay), de las especies *Bavlinella faveolata* (ahora *Sphaerocongregus variabilis*), *Leiosphaeridia minutissima*, *Lophosphaeridium* sp. B, *Symphlossosphaeridium* sp. y *Myxococcoides minor*, entre otros, asignándoles una edad máxima Vendíense. También GAUCHER *et al.* (1996) mencionan para el Subgrupo Arroyo de la Pedrera la presencia de icnofósiles que identifican como *Planolites*, *Gordia* y *Sellaulichnus* que, en este caso, interpretan como pertenecientes al Cámbrico basal.

Este trabajo constituye el primer aporte al conocimiento de trazas fósiles dentro del Grupo Lavalleja que, como puede observarse, es comparable al que se observa en el marco regional en el cual se desarrollan las diferentes cuencas del Neoproterozoico en Sudamérica.

Debe destacarse que los icnofósiles descritos presentan un aceptable nivel de preservación, lo que ayuda a la interpretación icnotaxonómica del conjunto. En ese sentido es interesante señalar que tanto *Planolites* como *Neonereites*, son

formas con un registro estratigráfico muy amplio, comprendido entre el Precámbrico hasta la actualidad, por lo cual no aportan elementos cronológicos significativos. Algo diferente ocurre con *Vimenites*, icnogénero restringido al Véndico, y que en definitiva ayuda a la interpretación cronoestratigráfica. La baja icnodiversidad podría deberse no sólo a que se encuentran en sucesiones antiguas, sino también a los fenómenos tectónicos a los cuales estuvo sometida toda la sucesión sedimentaria. Por otra parte, tal como lo sugirió CRIMES (1994), el estudio de la diversidad de los fósiles se encuentra directamente influenciada, entre otros factores, por las variaciones en la edad de los estratos y la calidad de afloramientos.

CRIMES (1994), al referirse a las pistas fósiles del Precámbrico, descartó aquellas que por algunos autores habían sido interpretadas como pre-Rifenses, por entender la escasa posibilidad que los organismos eucariotas llegaran a producir perturbaciones en el sedimento. Entre los elementos más antiguos (Rifense), según este autor podrían encontrarse *Planolites*, el cual fue reconocido en la Formación Kamtsas de Namibia y que tendrían una antigüedad de 900 Ma a 750 Ma (KILLICK, 1983).

Para el Véndico (610 a 540 Ma), y a partir del Sistema Criogénico (Glaciación Varangeriense), *Planolites* constituye una forma frecuentemente citada. Se lo menciona en niveles inferiores a la biota de Ediacara (Proterozoico terminal), en la Formación Elkerá de la Cuenca de Georgina, Australia (WALTER *et al.*, 1989). Por otra parte, WEBBY (1984) reconoció en niveles equivalentes, en Nueva Gales del Sur (Australia), a *Planolites*, *Gordia*, etc. Asimismo, en este último nivel cronoestratigráfico, en las pizarras de Carolina del Norte (USA), GIBSON (1989) señaló el hallazgo, entre otros, de *Gordia*, *Neonereites* y *Planolites*; mientras que FEDONKIN (1990), para el Véndico («Ediacariense») de Rusia entre otros, agregó la presencia de *Bilinichnus*, *Vendichnus* y *Vimenites*.

Todo lo anteriormente expuesto nos lleva a pensar que las pizarras y filitas del Grupo Lavalleya, portadoras de la fauna estudiada, deben de tener una antigüedad máxima menor al Sistema Criogénico (610 Ma). Es decir, que la sedimentación de la secuencia volcano-sedimentaria debió ocurrir entre los 610 y los 540 Ma, ya dentro del Véndico.

Como dato adicional, es bueno señalar que el Grupo Lavalleya se encuentra intruido por el Complejo Sierra de las Ánimas, el cual fue considerado como resultado de un magmatismo extensional de edad comprendida entre los 615 ± 30 Ma y los 430 ± 17 Ma (SÁNCHEZ BETTUCCI & LINARES, 1996). Esto nos lleva a suponer que los eventos compresivos proterozoicos son anteriores a los 650 Ma. Por otra parte, es posible suponer que el Grupo Arroyo del Soldado constituya la parte superior del Grupo Lavalleya, dado que las observaciones de campo

(SÁNCHEZ BETTUCCI, 1997) indican continuidad hacia el Norte de este grupo, presentando menor deformación y metamorfismo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los Dres. Juan Carlos Gutiérrez-Marco, Dolores Gil Cid y José Antonio Gámez Vintaned, ya que realizaron importantes observaciones que mejoraron la presente contribución.

Recibido el día 29 de Enero de 1998.

Aceptado el día 14 de Abril de 1998.

BIBLIOGRAFÍA

- BABINSKY, M., VAN SCHMUS, W. R., CHEMALE Jr. F., BRITO NEVES, B. B & ROCHA, A. J. D. (1993) : Idade isocrônica Pb/Pb em rochas carbonáticas da Formação Caboclo, em Morro do Chapéu, BA. Simpósio sobre o Cráton do São Francisco 2, Salvador. *Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Bahia/Serpige. Anais*, 182-185.
- BERGSTRÖM, J. (1990): Precambrian trace fossils and the rise of bilaterian animals. *Ichnos*, **1** (1): 3-13.
- BERRANGÉ, J. (1982): The Eastern Bolivia Mineral Exploration Project: «Proyecto Precámbrico». *Episodes*, **4**: 3-8.
- BONHOMME, M.G., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K., MACEDO, M.H.F. & THOMAZ-FILHO, A. (1982): Radiochronological age and correlation of Proterozoic sediments in Brazil. *Precambrian Research*, **18**: 103-118.

LÁMINA 1

Fig. A.—*Vimenites bacillaris* FEDONKIN, 1980; (n.º 2770, Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay; x 1,8).

Fig. B.—*Planolites* ichnosp. (n.º 2768, Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay; x 2).

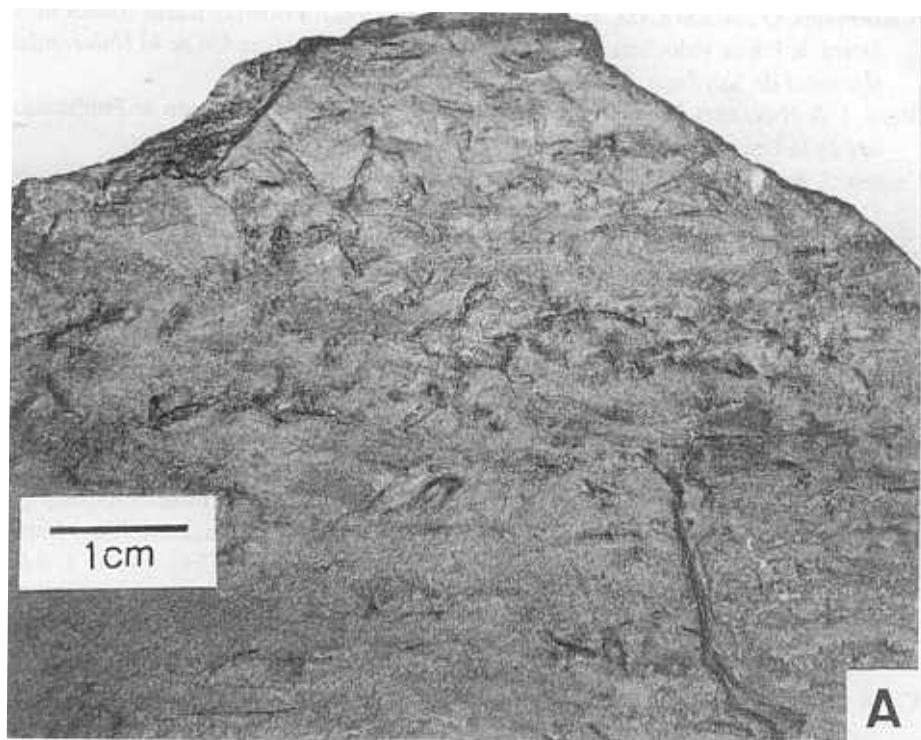
Fig. C.—Detalle del mismo ejemplar A.- *Vimenites bacillaris* Fedonkin, 1980, (n.º 2770. x 1.8).

PLATE I

Fig. A.—*Vimenites bacillaris* FEDONKIN, 1980; (n.º 2770, Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay; x 1,8).

Fig. B.—*Planolites* ichnosp. (n.º 2768, Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay, x 2).

Fig. C.—Approximation of figure A.- *Vimenites bacillaris* Fedonkin, 1980 (n.º 2770; x 1,8).



- BORDONARO, O., ACEÑOLAZA, F. & PEREYRA, M. (1992): Primeras trazas fósiles de la Sierra de Pie de Palo, San Juan, Argentina. *Ciencias, Publicación de la Universidad Nacional de San Juan*, San Juan **1** (1): 7-14.
- BOSSI, J. & NAVARRO, R. (1991): *Geología del Uruguay*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo, **I**: 1-453.
- CAORSI, J. & GOÑI, J. (1958): Geología Uruguaya. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, Montevideo, **37**: 1-73.
- CIGUEL, H. DE GOIS, J. & ACEÑOLAZA, F. (1992): Ocorrência de icnofósseis em depósitos molássicos da Formação Camarinha (Neoproterozoico III-Cámbrico Inferior) no estado do Paraná, Brasil. *Serie de Correlación Geológica*, Tucumán, **9**: 157-158..
- CLOUD, P. (1976): Beginnings of biospheric evolution and their biogeochemical consequences. *Paleobiology*, **2**: 351-387.
- CLOUD, P. (1983): Aspects of Proterozoic biogeology. *Geological Society of America, Memoires*, **161**: 245-251.
- CINGOLANI, C., SPOTURNO, J. & BONHOMME, M. (1990): Resultados mineralógicos y geocronológicos preliminares sobre las unidades Piedras de Afilar, Lavalleja y Barriga Negra, República Oriental del Uruguay. *Primer Congreso Uruguayo de Geología*, Montevideo, **I**: 11-24.
- CRIMES, T. P. (1987): Trace fossils and correlation of late Precambrian and early Cambrian strata. *Geological Magazine*, **124** (2): 97-119.
- CRIMES, T. P. (1994): The period of early evolution failure and the dawn of the evolutionary success: The record of biotic changes across the Precambrian-Cambrian Boundary. In: DONOVAN, S. (Ed.), *The paleobiology of Trace Fossils*. J. Wiley, 105-133.
- FEDONKIN, M. (1980): Trace fossils of the Precambrian metazoa. *Izvestiya Akademi Nauk USSR*, Moscú: 39-46.
- (1990): Paleotechnology of Vendian Metazoa. In: SOKOLOV, B & IVANOWSKI (Eds.), *The Vendian system*, Vol. **1** Paleontology, Springer Verlag. Berlin, 132-137.
- FRAGOSO CÉSAR, A. R., WERNICK, E. & SOLIANI, E. (1982): Evolução Geotectónica do cinturão Dom Feliciano - uma contribuição através da aplicação do modelo de tectónica de Placas. *XXXII Congresso Brasileiro de Geologia*, Salvador, **1**: 13-22.
- GAUCHER, C., SPRECHMANN, P. & SCHIPILOV, A. (1996): Upper and Middle Proterozoic fossiliferous sedimentary sequences of the Nico Pérez Terrane of Uruguay: Lithostratigraphic units, paleontology, depositional environments and correlations. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **199** (3): 339-367.
- GIBSON, G. (1989): Trace fossils from Late Precambrian Carolina slate belt, southcentral North Carolina. *Journal of Paleontology*, **63**: 1-10.
- GÓMEZ RIFAS, C. (1995): A zona de cisalhamento sinistral «Sierra Ballena» no Uruguai. *Tese de Doutorado, Universidade de Sao Paulo*. Sao Paulo, 243 p.
- KILLICK, A.M. (1983): A preliminary account of the geology of the Kamtsas Formation of the Damara sequence, eastern Gobabis district, south west Africa/Namibia. *Geological Society of South Africa*, **86**: 11-18

- LÓPEZ PAULSEN, O. (1983): Serranías Chiquitanas. 2da. Reunión. Grup. Trab. Proy. IGCP 192. *Serie de Correlación Geológica*, **1**: 85-86.
- McMILLAN, J. (1933): Terrenos precámbricos del Uruguay. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*, Montevideo, **18**: 1-60.
- MONTAÑA, J. & SPRECHMANN, P. (1993): Calizas estromatolíticas y oolíticas en el Uruguay y definición de la Formación Arroyo de la Pedrera (Cámbrico medio-Caradociano). *Primer Simposio Internacional del Neoproterozoico-Cámbrico de la Cuenca del Plata, Uruguay*, **2**: 53.
- OSGOOD, R.G., Jr. (1970): Trace fossil of the Cincinnati area. *Palaeontographica Americana*. **6** (41): 277-444.
- PEMBERTON, G.S. & FREY, W.R. (1982): Trace Fossil nomenclature and the *Planolites-Paleophycus* dilemma. *Journal of Paleontology*, **56**: 843-881.
- POIRÉ, D., DEL VALLE, A. & REGALIA, G.M. (1984): Trazas fósiles en cuarcitas de la Formación Sierras Bayas y su comparación con las de la Formación Balcarce (Cámbrico-Ordovícico), Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. *IX Congreso Geológico Argentino*, **4**: 249-266.
- PRECIOZZI, F., MASQUELIN, H. & SÁNCHEZ BETTUCCI, L. (1993): Geología de la Porción sur del Cinturón Cuchilla de Dionisio. *Guía de Excursión del Primer Simposio Internacional del Neoproterozoico-Cámbrico de la Cuenca del Plata*, Montevideo, 1-39.
- PRECIOZZI, F., SPOTURNO, J. & HEINZER, W. (1979): *Carta geo-estructural del Uruguay*, escala 1/2.000.000. Instituto Geológico Ing. Terra Arocena. Montevideo, 62 p.
- PRECIOZZI, F., SPOTURNO, J., HEINZER, W. & ROSSI, P. (1985): *Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000*, Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo, 92 p.
- SÁNCHEZ BETTUCCI, L. (1997): Evolución tectónica del Cinturón on Feliciano en la región Minas - Piriápolis, Uruguay. *Tesis Doctoral*, Universidad de Buenos Aires (en prep.)
- SÁNCHEZ BETTUCCI, L. & LINARES, E. (1996): Primeras edades Potasio-Argón en basaltos del Complejo Sierra de las Animas, Uruguay. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos I*: 399-404.
- SÁNCHEZ BETTUCCI, L. & COSARINSKY, M. (1997): Lavalleya Group (Southeastern Uruguay): Petrological and Geochemical evidences of a possible Proterozoic Back Arc Basin. *XIV Reunión de Geología del oeste Peninsular & Annual meeting of IGCP-376 laurentia-Gondwana Baltica Connections* (aceptado para su publicación).
- WALTER, M.R., ELPHINSTONE, R. & HEYS, G.R. (1989): Proterozoic and Early Cambrian trace fossils from Amadeus and Georgina basins, central Australia. *Alcheringa*, **13**: 209-256.
- WEBBY, B. (1984): Precambrian-Cambrian trace fossils from western New South Wales. *Australian Journal of Earth Sciences*, **31**: 427-437.

