

PRESENCIA DE LA FAMILIA SOANELLIDAE (OSTRÁCODOS PALAEOCOPA) EN CANTOS DE DIAMICTITA DEL ORDOVÍCICO SUPERIOR, VALLE DEL RÍO APURÍMAC (DEPARTAMENTO DEL CUSCO, PERÚ)

Juan Carlos GUTIÉRREZ-MARCO¹, María José SALAS², César A. CHACALTANA³ & Marcelo G. CARRERA²

INTRODUCCIÓN

La fauna de ostrácodos paleozoicos en Perú es prácticamente desconocida. Hasta el momento se han registrado sólo tres formas provenientes de la Formación Contaya, de edad Darriwiliana, aflorante en el Arco de Contaya al NE de Contamana (Departamento de Loreto), en plena selva amazónica. Aunque ninguna de las tres ha sido identificada con certeza, Siveter (en Hughes et al., 1980) compara la primera con una especie cuadrilobada de palaeocopa, ya sea *Cerninella* Pøibyl, 1966, o un género próximo a *Tallinnella* Öpik, 1937. Un segundo taxón corresponde a un Eridostraca relacionado posiblemente con el género *Cryptophyllus* Levinson, 1951, mientras que el tercero es una forma lisa no-paleocopa.

La realización de nuevas investigaciones de campo en diversas secciones de la Cordillera Oriental y Altiplano por parte del primer y tercer firmantes de esta nota, ha dado como fruto el descubrimiento de nuevas localidades con ostrácodos en materiales del Ordovícico Medio y Tardío, que serán objeto de futuros trabajos. No obstante, por su singularidad se adelanta el estudio de un canto calizo del Ordovícico Medio heredado en rocas más modernas, correspondientes al tránsito entre las formaciones San José y Sandía del valle del río Apurímac (centro-sureste del Perú), y cuyas implicaciones geológicas resultan de gran interés.

CONTEXTO GEOLÓGICO

El afloramiento estudiado se sitúa en la margen derecha de la quebrada de Cashubireni, a unos 6,5 km al noreste del puente de San Francisco sobre el río Apurímac (Kimbiri, Departamento del Cusco). Desde el punto de vista estratigráfico, comprende

menos de una decena de metros de grauvacas con granos y cantos heterométricos de cuarzo, arenisca, cuarcita, pizarra y caliza, más algunos nódulos y fósiles retrabajados. Ocasionalmente se observan niveles centimétricos de arenisca sin continuidad lateral, que se hallan claramente replegados por deformación sinsedimentaria gravitacional (*slumping*). El depósito es masivo y reviste las características de una diamictita, aunque no se puede discernir si tiene un origen glaciomarino (con transporte en hielo de los cantos y formación de *dropstones*) o bien es el resultado de flujos en masa a partir de pendientes de origen sintectónico. Entre los fósiles reconocidos en la diamictita, hemos identificado sifones aislados de grandes endocerátidos, así como nódulos con braquiópodos, en ambos casos derivados de la erosión y transporte de unidades pre-diamictita. Pese a su mal estado de conservación, alguno de estos braquiópodos (Fig. 1A) recuerda a los órtidos descritos por Gutiérrez-Marco & Villas (2007) en niveles del Ordovícico Inferior (Floiano) de la sección del río Inambari, correspondientes a la mitad inferior de la Formación San José al norte de San Gabán (Departamento de Puno).

En adición a los antedichos restos fósiles, en este trabajo se presenta un canto calizo procedente del mismo afloramiento, que contiene una asociación monoespecífica de ostrácodos en excelente estado de conservación, y cuya identificación añade datos relevantes para la consideración de la edad y procedencia del tramo diamictítico. El mismo se sitúa en la base de la gran cresta areniscosa que fue cartografiada por Monge *et al.* (1998) a lo largo de la margen derecha del río Apurímac, asignándola a la Formación Sandía. Este proceder sigue una pauta estratigráfica muy extendida entre los estudiosos de la Cordillera Oriental peruana, en el sentido de atribuir a la Formación Sandía cualquier unidad, de predominio

¹ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM) y Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, España.

² CICTERRA-Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba), Av. Velez Sarsfield 1611, Ciudad Universitaria, X5016GCA Córdoba, Argentina.

³ INGEMMET-Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima, Perú.
Emails: mjsalas@unc.edu.ar; mcarrera@unc.edu.ar; jcgrapto@ucm.es; cchacaltana@ingemmet.gob.pe

arenoso y que genere resalte morfológico, comprendida entre las pizarras fosilíferas del Ordovícico (Formación San José) y las del Silúrico-Devónico (Formación Ananea). Tal consideración fue rebatida a un nivel local por Gutiérrez-Marco *et al.* (2010), quienes asignan la sucesión del Apurímac a una formación innominada pero diferente de la Fm. Sandia, debido a la presencia de secuencias métricas de diamictitas tanto en la base de la unidad, como intercaladas, al menos en su tercio superior, e idénticas desde todo punto de vista a las diamictitas de la Formación San Gabán. Según concluyen estos autores, la hasta ahora llamada «Formación Sandia» en el valle del Apurímac tendría una edad dudosa y desde el punto de vista litoestratigráfico, parecería en principio más correlacionable con un desarrollo lateral de la Formación San Gabán, que con la auténtica Formación Sandia de la Cordillera de Carabaya.

IDENTIFICACIÓN PALEONTOLÓGICA Y RELACIONES PALEOBIOGEOGRÁFICAS

El material estudiado de ostrácodos comprende numerosas valvas y moldes en excelente estado de preservación. Las valvas fueron aisladas y limpiadas mediante métodos físicos. Todos los especímenes corresponden a una especie nueva del género *Fuscinites* Ivanova, 1979 (Fig. 1B-F). Los caracteres más patentes son su contorno subcuadrado y amplete, las valvas trilobadas, con lóbulos como costillas, elongados, finos y verticales, unidos ventralmente por un lóbulo ventral estrecho o en forma de costilla y la presencia de un reborde marginal a lo largo de todo el margen libre de las valvas.

El género *Fuscinites*, perteneciente a la familia Soanellidae Kanygin, 1967, ha sido registrado previamente en el Ordovícico medio de Siberia y posiblemente en Bolivia. En Bolivia fue descrito por Pøibyl (1984) como *Zygobolboides tuctapariensis*, posteriormente Schallreuter & Hinz-Schallreuter (2004) al realizar la revisión de la familia asignan la especie, con dudas, a *Fuscinites*. Esta especie se registra en niveles del Ordovícico Inferior (posiblemente del Floiano) de la localidad de Tuctapari (Potosí), afloramientos correspondientes a la Cuenca Andina Central. La especie de Perú se diferencia de *F.?* *tuctapariensis* por su menor tamaño y por sus lóbulos levemente más gruesos, sin embargo la calidad de las ilustraciones de la especie de Bolivia impiden una comparación más detallada de estas dos formas.

Como dato de especial significación, presentamos también el hallazgo de abundantes ostrácodos paleocopas en un tramo de la mitad superior de la Formación San José en la misma sección de la quebrada de Cashubireni (Kimbiri). Entre ellos se reconocen raras valvas de *Fuscinites* n. sp., en niveles donde los graptolitos asociados (géneros *Aulograptus*

y *Jenkinsograptus*?) permiten datarlos como Darriwiliano temprano a medio.

Análisis paleobiogeográficos de la fauna de ostrácodos ordovícicos muestran a la geografía como un factor de control importante en su distribución. De esta forma la composición de la fauna, al menos a nivel de grupos taxonómicos mayores (suborden y familia) muestra un importante componente paleobiogeográfico (e.g. Vannier *et al.*, 1989; Williams *et al.*, 2003). En este sentido, la composición faunística de Gondwana y peri-Gondwana, está caracterizada por la dominancia de binodícopas y por la ausencia de palaeocopas dimórficos (Vannier *et al.*, 1989; Braddy *et al.*, 2004; Hinz-Schallreuter & Schallreuter, 2007; Salas, 2007).

Hinz-Schallreuter & Schallreuter (2007) y Schallreuter & Hinz-Schallreuter (2009) definieron tres provincias faunísticas para Gondwana y Peri-Gondwana durante el Ordovícico tardío. De acuerdo con estos autores la Cuenca Andina Central se incluiría en la Provincia Australiana, basada principalmente en el alto contenido de representantes de la familia Soanellidae. Si bien este trabajo es preliminar y se necesitaría seguir ampliando el conocimiento de la fauna de ostrácodos en los afloramientos peruanos de la Cuenca Andina Central, la presencia de un representante de la familia Soanellidae, estaría en concordancia con lo observado en otros afloramientos de la cuenca tanto en Bolivia como en el Norte de Argentina, donde la composición de la fauna está caracterizada por la presencia de *Conchoprimitia* Öpik, género de amplia distribución geográfica, y de palaeocopas no dimórficos como *Nanopsis* Henningsmoen y los soanellidos *Acoitella* Salas y *Saltite* Rossi de García and Proserpio (Salas, 2011; Salas & Vaccari, 2012; Salas *et al.*, 2018).

ORIGEN DEL CANTO E IMPLICACIONES GEOLÓGICAS

El registro de *Fuscinites* n. sp. en el Perú reviste una novedad adicional, al presentarse sus restos conservados en roca caliza. Hasta la fecha, los únicos materiales calcáreos de similares características, conocidos en el Perú, son las intercalaciones lenticulares de espesor centimétrico, conocidas en la parte baja de la Formación San José en el valle del río Inambari. Estas calizas contienen variados restos de trilobites, moluscos y braquiópodos, y son de edad floiana (Ordovícico temprano) según indican los microfósiles de conodontos (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2008), si bien no han reportado hasta ahora ostrácodos identificables. Otras calizas, presumiblemente floianas, fueron citadas por Díaz-Martínez *et al.* (2006) en la Formación San José del área Junín-Cerro de Pasco. Pero en este caso se trata de bloques calcáreos de dimensiones centimétricas a métricas, que no contienen fósiles- y aparecen como masas

deslizadas procedentes de ambientes de depósito más someros, en el seno de turbiditas del Ordovícico Medio de predominio lutítico (Díaz-Martínez et al., 2006).

Desconociendo el área fuente de los cantos preservados en las diamictitas, la primera hipótesis es que el canto calizo procediera de un área donde buena parte de la Formación San José hubiera quedado expuesta a la erosión, hasta llegar a exhumarse niveles calcáreos de plataforma como los conocidos en la sección del río Inambari. Ello implicaría, además, que la emersión y denudación hubiera tenido lugar con anterioridad al Ordovícico Tardío (Sandbiano-Katiano), que es la edad más comúnmente atribuida a la Formación Sandía (Laubacher, 1974; Spiske et al., 2006).

En una segunda hipótesis, por la que las diamictitas basales y toda la sucesión arenosa suprayacente del valle del Apurímac no correspondiese a la Formación Sandía, sino a una unidad correlacionable lateralmente con la Formación San Gabán (Ordovícico terminal-Silúrico), el lapso de tiempo sería simplemente más amplio, pero no por ello la interpretación menos problemática.

Para la resolución del enigma debemos aportar otros dos aspectos adicionales y de interés crítico en la discusión. El primero se cifra en el área fuente de los cantos, que podría situarse tanto en un lugar relativamente cercano como alejado al estudiado. La primera posibilidad se expresa porque algunas valvas del nuevo ostrácodo, han sido identificadas también en un tramo de pizarras de edad Darriwiliense temprano a medio, dentro de la Formación San José en la misma sección de la quebrada de Cashubireni (Quimbiri), si bien en éste no existen intercalaciones de caliza. La segunda opción implicaría considerar como área fuente un área ciertamente remota, dado que la Formación San José aflora de un modo prácticamente continuo a lo largo de toda la Cordillera Oriental peruana, prolongándose hacia Bolivia, pero en ningún lugar se observa una importante laguna estratigráfica que permita interpretar un periodo significativo de erosión de la unidad antes del Ordovícico Medio-Tardío.

No obstante, la hipótesis del origen relativamente local del canto, avalada por el registro «in situ» de *Fuscinites* n. sp. en las pizarras de la Formación San José, que infrayacen a la diamictita en esta misma sección, tropieza con un serio inconveniente. Éste se materializa en que los niveles de pizarras fosilíferas del Darriwiliense se ven sucedidos en paraconformidad por otros de pizarras graptolíticas del Sandbiano, pertenecientes a la Biozona de *Nemagraptus gracilis*, que se incluyen también en la parte superior de la Formación San José, y que son los que se emplazan

directamente por debajo de las diamictitas. Es decir, que para que los materiales locales del Floiano a Darriwiliense hubieran podido exhumarse y erosionarse parcialmente, con capacidad de liberar algunos fósiles, nódulos o fragmentos de posibles lentejones calcáreos desconocidos en el afloramiento (y más tarde reelaborados en otras rocas más jóvenes), las pizarras del Ordovícico Superior que las recubren no deberían existir en esta misma sección. Por la sencilla razón de que estas últimas tendrían que haber sido completamente erosionadas como condición imprescindible para que las primeras pudieran haber llegado a quedar expuestas.

La discusión precedente acredita la relevancia de la información geológica y paleontológica que un simple canto de caliza puede aportar a una discusión estratigráfica que, sin embargo, no tiene en cuenta otros factores como el número y naturaleza de la(s) discontinuidad(es) estratigráfica(s) involucrada(s) en el depósito de la primera capa de diamictitas (ni del resto de la unidad a la que se adscribe), su datación, o las interpretaciones sobre su ambiente de depósito (glaciomarina o sin relación con ciclos glaciales), todo lo cual queda fuera del propósito del presente artículo.

CONCLUSIONES

Se presenta el primer registro de ostrácodos en el Ordovícico Medio de la Cordillera Oriental peruana, por el momento limitado a una especie nueva del género *Fuscinites*, citada provisionalmente en nomenclatura abierta. Se trata del segundo registro del género en la Cuenca Andina Central, tras su primer reporte en el Floiano del área de Potosí (Bolivia). El género es un representante de la familia Soanellidae, la identificación de esta familia de ostrácodos en el Ordovícico de Sudamérica aporta vínculos biogeográficos con faunas más templadas y de paleolatitudes más bajas descritas en el sureste de Gondwana, Australia y posiblemente China.

Las circunstancias del hallazgo de *Fuscinites* n. sp. en el área estudiada son muy complejas desde el punto de vista geológico y estratigráfico. La existencia de niveles de pizarras fosilíferas del Ordovícico Superior en la parte alta de la Formación San José descarta un origen puramente local, por lo que la presencia de cantos derivados de horizontes fosilíferos más antiguos, pertenecientes a la misma formación, permite entrever un contexto de ciclos erosivos a una escala mucho más amplia, incluyendo determinados influjos glaciares o tectónicos en lugares del norte de la Cuenca Andina Central a partir del Sandbiano.

AGRADECIMIENTOS

A la Prof. Dra. Gabriela Cusminsky (INIBIOMA-CONICET, Argentina) por su revisión científica. Este

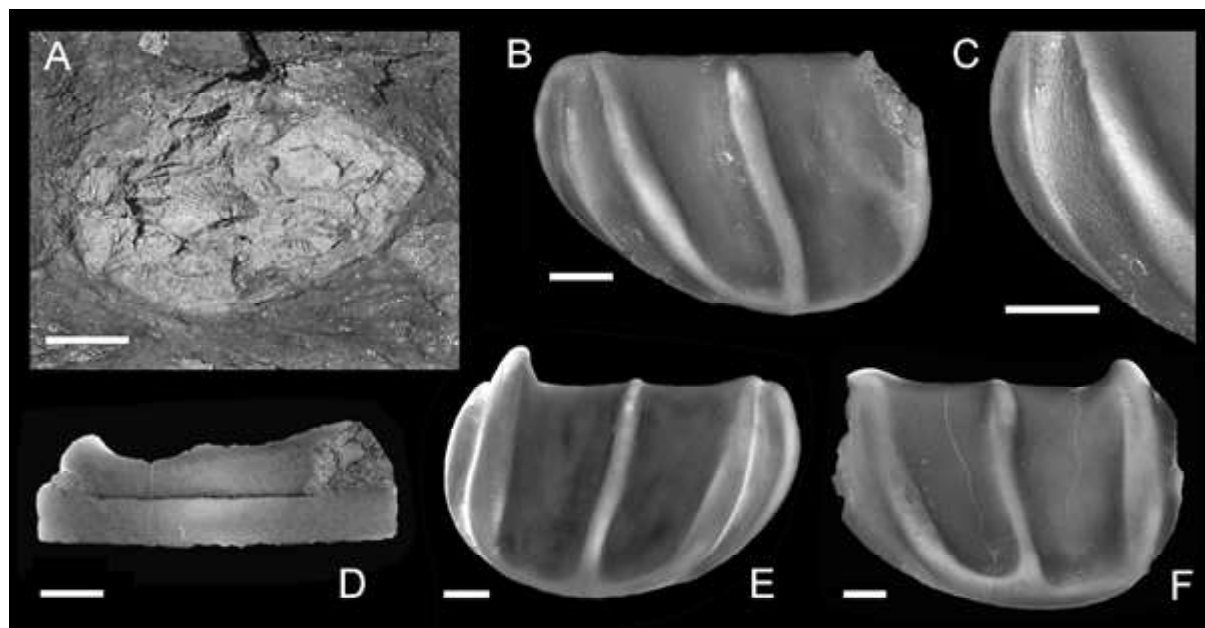


Figura 1 Fósiles procedentes de rocas heredadas en las diamictitas del tránsito Formación San José / Formación 'Sandia' (*sensu lato*) en la sección de Kimbiri (La Convención, Cusco). A, fotografía de campo de un nódulo fosilífero conteniendo braquiópodos Orthida, del Ordovícico Inferior o Medio; B-E, *Fuscinites n. sp.*, diversos ejemplares derivados de un mismo canto calcáreo: B, vista lateral de valva derecha, C, detalle ornamentación de valva de la fig. B, D, vista ventral de valva izquierda, E, vista lateral de valva izquierda, F, vista lateral de valva derecha. La escala gráfica corresponde a 200 µm, excepto A (10 mm).

trabajo es una contribución a los proyectos CGL2017-87631-P del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España) y PICG 591 (IUGS-UNESCO), así como al Programa de Paleontología de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET peruano.

REFERENCIAS

- Braddy S.J., Tollerton V.P., Racheboeuf P.R. & Schallreuter R.E.L. (2004). Eurypterids, phyllocarids, and ostracodes. In: Webby, B.D., Paris, F., Droser, M.L. & Percival, I.G. (Eds.), *The Great Ordovician Biodiversification Event*. Columbia University Press, New York, 255-265.
- Díaz-Martínez E., Carlotto V., Chacaltana C., Rodríguez R. & Valdivia W. (2006). Estratigrafía y sedimentología del Ordovícico entre Junín y Cerro de Pasco, Perú central. *Resúmenes Extendidos XIII Congreso Peruano de Geología*, Lima. *Sociedad Geológica del Perú*, Publicación Especial 7, 533-536.
- Gutiérrez-Marco J.C. & Villas E. (2007). Brachiopods from the uppermost Lower Ordovician of Peru and their palaeogeographical significance. *Acta Palaeontologica Polonica*, 52 (3), 547-562.
- Gutiérrez-Marco J.C., Albanesi G.L., Sarmiento G.N. & Carlotto V. (2008). An Early Ordovician (Floian) conodont fauna from the Eastern Cordillera of Peru (Central Andean Basin). *Geologica Acta*, 6 (2), 147-160.
- Gutiérrez-Marco J.C., Carlotto V., Monge R., Chacaltana C. & Cárdenas J. (2010). Problemática de la Formación Sandia (Ordovícico) en la Cordillera Oriental peruana: ¿una o varias unidades de distinta edad? In: Macharé Ordoñez, J. (Ed.), *XV Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú*, Publicación Especial 9, 853-857.
- Hinz-Schallreuter I. & Schallreuter R. (2007). Ostrakoden-Faunenprovinzen und Paläogeographie Gondwanas und Perigondwanas im Ordovizium. *Freiberger Forschungshefte*, C524, 47-84.
- Hughes C.P., Rickards R.B. & Williams A. (1980). The Ordovician fauna from the Contaya Formation of Eastern Peru. *Geological Magazine*, 117 (1), 1-21.
- Ivanova V.A. (1979). *Ostrakodyrannego i srednego ordovica*. Trudy Paleontologiceskogo Instituta, Akademiya Nauk SSSR 172, 1-216.
- Kanygin A.V. (1967). *Ordovician ostracods of the Cherskiy mountain range*. Akademiya Nauk SSSR, 154p.
- Levinson S.A. (1951). Thin sections of Paleozoic Ostracoda and their bearing on taxonomy and morphology. *Journal of Paleontology*, 25 (5), 553-560.
- Laubacher G. (1974). Le Paléozoïque inférieur de la Cordillère orientale du sud-est du Pérou. *Cahiers ORSTOM, série Géologique*, 6 (1), 29-40.

- Monge M.R., Valencia M.M. & Sánchez M.J. (1998). Geología de los cuadrángulos de Llochegua, río Picha y San Francisco. Hojas: 25-o, 25-p y 26-o. Boletín del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, *INGEMMET*. Serie A (Carta Geológica Nacional), 120, 1-253.
- Õpik A.A. (1937). Ostracoda from the Ordovician Uhaku and Kukruse Formations of Estonia. *Loodusuurijate Seltsi Aruanded*, 43, 65-138 (reimpreso como Tartu Ulikool Geoloogia-Instituudi Toimetused, 50, 74 p.).
- Pøibyl A. (1966). *The Ordovician ostracods from Bohemia: Cerninella gen. n. Ëasopsis Národního muzea*, 135, 201-208.
- Pøibyl A. (1984). *Ostracodes from the Ordovician and Silurian of Bolivia*. *Ëasopsis pro mineralogii a geologii*, 29, 353-368.
- Salas M.J. (2007). Assessing the biodiversity of Ordovician ostracods from the Argentine Precordillera. *Journal of Paleontology*, 81, 1442-1453.
- Salas M.J. (2011). Biodiversity and composition of the Early Ordovician Ostracods from the Cordillera Oriental, Northwest Argentina. *Geological Journal*, 46, 637-650.
- Salas M.J. & Vaccari N.E. (2012). New insights into the early diversification of the Ostracoda: Tremadocian ostracods from the Cordillera Oriental, Argentina. *Acta Palaeontologica Polonica*, 57 (1), 175-190.
- Salas M.J., Waisfeld B.G. & Muñoz D.F. (2018). Radiation, diversity and environmental expansion of early Ordovician ostracods: a view from the Southern Hemisphere. *Lethaia*, doi: 10.1111/let.12293.
- Schallreuter R.E.L. & Hinz-Schallreuter I. (2004). The Ostracoda Family Soanellidae Kanygin, 1967. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 2004 (4), 193–213.
- Schallreuter R.E.L. & Hinz-Schallreuter I. (2009). Ostracods as a tool for palaeogeographic reconstructions in the Ordovician. *In: Paleozoic Seas Symposium*, Institut für Erdwissenschaften, Karl-Franzens Universität Graz, 14, 68-69.
- Spiske M., Reimann C., Bahlburg H. & Carlotto V. (2006). Sedimentology and facies analysis of the Ordovician San José and Sandia formations in the Sandia region, Eastern Cordillera of southern Peru. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 101, 121-138.
- Vannier J., Siveter D. & Schallreuter R. (1989). The composition and palaeogeographical significance of the Ordovician ostracode faunas of Southern Britain, Baltoscandia and Ibero-Armorica. *Palaeontology*, 32, 163-222.
- Williams M., Floyd J.D., Salas M.J., Siveter D.J., Stone P. & Vannier J.M.C. (2003). Patterns of ostracod migration for the 'North Atlantic' region during the Ordovician. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 195, 193-228.