

# Observaciones estratigráficas y bioestratigráficas en las unidades Cambro-Ordovícicas de la Provincia de Jujuy, República Argentina

*Stratigraphic and biostratigraphic observations on the Cambrian-Ordovician boundary in Jujuy Province, Northern Argentina*

G.F. Aceñolaza \*

\* Instituto Superior de Correlación Geológica, CONICET-Facultad de Ciencias Naturales e IML, Miguel Lillo 205, 4000 Tucumán (Argentina).

## Abstract

*The stratigraphy of Cambrian-Ordovician aged sequences in the Province of Jujuy, northern Argentina, has been controversial due to misinterpretations on the relationship among different units. This succession bear an abundant fauna (conodonts, graptolites and trilobites a.o.) that clarified the previous misinterpretations. Strong environmental controls played an important role during the sedimentation of the Mesón and Santa Victoria Groups. The biostratigraphic information yielded by the fossils is also analyzed, allowing to correlate this gondwanan succession with Laurentia and Baltica.*

**Key Words:** stratigraphy, biostratigraphy, Cambrian-Ordovician boundary, Jujuy, Argentina.

Geogaceta, 24 (1998), 3-6  
ISSN: 0213683X

## Introducción

Las unidades sedimentarias que incluyen la transición del Cámbrico al Ordovícico en las cuencas centrales del margen andino sudamericano, presentan un importante desarrollo tanto areal como estratigráfico. En este contexto y durante el denominado Ciclo Famatiniano (Aceñolaza y Toselli, 1981), se depositó una de las secuencias siliciclásticas más potentes a nivel mundial, con dos centros principales ubicados actualmente en la región norte argentina (Sierra de Santa Victoria, provincias de Salta y Jujuy) y sur boliviana (Departamento de Tarija). Allí, el conjunto de las unidades del Cámbrico-Ordovícico suman aproximadamente 8000 metros de espesor, y son portadoras de un importante registro fósil, lo cual que permite analizar el desarrollo bioestratigráfico y cronoestratigráfico en este sector del margen Gondwánico sudamericano.

Actualmente, la Subcomisión de Estratigrafía del Ordovícico (IUGS) discute el marco biocronológico y cronoestratigráfico del Sistema Ordovícico, tratando de con-

sensuar sus límites tanto externos como internos. Hasta hoy, se ha definido el techo del Sistema (base de la biozona del *Akidograptus acuminatus*), así como su división formal en tres Series (Inferior, Medio y Superior) con sus correspondientes biohorizontes de correlación a nivel mundial, sin que aún se haya consensuado la base del mismo, ni una sección tipo a nivel mundial (Webby, 1998).

Es en este contexto donde se revaloriza la importancia de los afloramientos del noroeste argentino, en especial los de la Cordillera Oriental en la Provincia de Jujuy, con las secciones aflorantes en la Quebrada de Humahuaca. Algunos de ellos poseen buen registro bioestratigráfico, desarrollo estratigráfico, accesibilidad; y se ubican cercanos a la Sierra de Cajas (Fig. 1) que constituye el estratotipo del límite para la región.

La Quebrada de Humahuaca ha sido objeto de numerosos estudios tanto de índole estratigráfica como bioestratigráfica ya desde mediados del siglo pasado (Burmeister, 1876; Brackebusch, 1891 y Kayser, 1876 entre otros). A partir de este siglo nuevos trabajos se suceden en el

área, hasta llegar al punto que la proliferación de nombres formacionales, así como las diferentes interpretaciones de los caracteres litológicos han confundido su interpretación estratigráfica. En este análisis se integra la información estratigráfica y bioestratigráfica de la Cordillera Oriental de la Provincia de Jujuy, focalizando en las unidades aflorante tanto en Quebrada de Humahuaca como en la Sierra de Cajas, lo que colabora a clarificar el desarrollo de la sucesión Cambro-Ordovícica en el área tratada.

## Marco geológico y estratigráfico

La secuencia estratigráfica eopaleozoica se inicia con unos potentes espesores de turbiditas distales y grauvacas de la Formación Puncoviscana (Turner, 1960). La misma posee un rico registro paleoicnológico que ha permitido datarla en el Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior (Durand y Aceñolaza, 1990). Sobre ésta, y en una marcada discordancia, se dispone la serie cuarcítica-arenosa escasamente fosilífera del Grupo Mesón

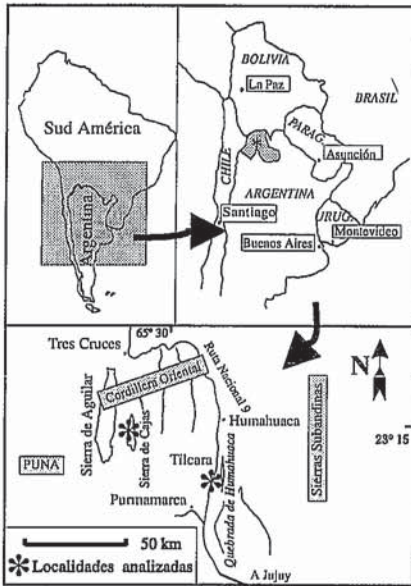


Fig. 1- Situación geográfica de la región analizada con indicación de las secciones mencionadas.

Fig. 1- Geographic situation of the analyzed outcrops and sections.

(Turner, 1960), que está integrada, en orden ascendente, por las Formaciones Lizoite, Campanario y Chalhualmayoc, de una edad cámbrica media-superior. Transicionalmente y hacia arriba se disponen las pizarras y areniscas fosilíferas del Grupo Santa Victoria (Turner, 1960), que en la Quebrada de Humahuaca integra a las Formaciones Casa Colorada, Alfarcito y Rupasca (López y Nullo, 1969), equivalentes a las Formaciones Lampazar, Cardonal y Acoite (Harrington, 1957) aflorantes hacia el oeste en la Sierra de Cajas. Las unidades litológicas basales, formaciones Casa Colorada y Lampazar respectivamente, son las que incluyen el intervalo del límite Cámbrico-Ordovícico. (Fig. 2)

La relación estratigráfica de estas secuencias eopaleozoicas han sido interpretadas de diferente forma, en especial el pasaje entre los niveles arenoso-cuarcíticos cuspidales del Grupo Mesón (Formación Chalhualmayoc) y las pizarras de la base del Grupo Santa Victoria (Formaciones Lampazar y Casa Colorada). Numerosos autores han propuesto para el noroeste argentino y en base a la

presencia de niveles conglomeráticos intercalados en la secuencia, una fase diastrófica ("Irúyica") entre el Cámbrico y Ordovícico. Sin embargo, dichos niveles no tienen continuidad lateral y solo aparecen en determinadas secciones, sin presentarse en toda la cuenca. Aceñolaza (1996) los interpreta como una fase erosiva producto de un descenso en el nivel del mar nominándolo "Evento Eustático Irúyico" (EEI) y lo incluye, basado tanto en la posición relativa de su fauna, así como sus caracteres litológicos, en el Cámbrico Superior y dentro de la formación Chalhualmayoc (Grupo Mesón). Moya (1997) lo asigna a posibles procesos glaciales de edad cámbrica superior alta, llamándolo disconformidad Irúyica ("Irúya unconformity").

La secuencia estratigráfica se continúa con rocas sedimentarias continentales del Cretácico-Terciario, Cenozoico y depósitos aluviales modernos.

Como se mencionara anteriormente, para este trabajo se consideran las formaciones Chalhualmayoc (tope del Grupo Mesón), Casa Colorada y Lampazar (base del Grupo Santa Victoria), ya que las dos

		Este trabajo (Modificado de López y Nullo, 1969)	Turner, 1960	Aceñolaza, 1983	Moya <i>et al.</i> , 1994	Fernández, 1983	Ramos, 1967	Moya, 1988	Harrington y Leanza, 1957	
ORDOVÍCICO	Hamab.		Fm. Acoite	Fm. Acoite	Area Occid. Area Orient.				Alfarcito	Puncumamarca
	TREMADOCIANO	Fm. Rupasca	Grupo Santa Victoria	Fm. Santa Rosita	Fm. Saladillo	Fm. Floresta	Fm. Azul Pampa	Fm. Pocoy Coquena	Fm. Humacha	Lutitas Coquena
	Fm. Alfarcito	Fm. Cardonal			Fm. Caldera	Fm. Casayoc	Fm. Huichaira	Fm. Rupasca	Lutitas Rupasca	Calizas Alfarcito
CAMBRICO	CAMBRICO SUPERIOR	Fm. Casa Colorada	Grupo Mesón	Fm. Chalhualmayoc	Fm. Lampazar			Fm. San Lampazar	Fm. San Jose	Fm. Alfarcito
		Fm. Chalhualmayoc			Fm. Padrioc	Fm. Padrioc	Fm. La Pedrera		Fm. Casa Colorada	Fm. Tilcara
			Santa Victoria	Sra. de Cajas	QUEBRADA DE HUMAHUACA					

Fig. 2.- Correlación de las unidades estratigráficas cambro-ordovícicas en la Quebrada de Humahuaca y Sierra de Cajas, Provincia de Jujuy, Argentina.

Fig. 2.- Correlation scheme of the Cambrian-Ordovician units outcropping in the Quebrada de Humahuaca and Sierra de Cajas, Province of Jujuy, Argentina.

últimas son las portadoras de una rica fauna de invertebrados fósiles e incluyen al intervalo del límite Cámbrico-Ordovícico.

**Bioestratigrafía**

Históricamente, e incluso hasta principios de la década del 80, se consideraba de edad cámbrica al Grupo Mesón, mientras que el Ordovícico se iniciaba con el Grupo Santa Victoria, hecho que, a pesar de ser erróneo, aún es usado en sentido amplio por algunos investigadores

En la provincia de Jujuy, una clara secuencia faunística comienza en la base del Grupo Santa Victoria con el inicio de la biozona de *Parabolina (N.) frequens*, que se desarrolla en las Formaciones Casa Colorada y Alfarcito (= Lampazar y Cardonal), la cual es seguida por la biozona de *Kainella meridionalis* y *Bienvillia tetragonalis-Shumardia minutula* ya con desarrollo en la Formación Rupasca (= Acoite). Las biozonas de graptolitos se suceden a partir de la aparición de *Rhabdinopora rustica* (Asociación I de Moya, et al. 1994), en la Formación Casa Colorada (= Lampazar), a la que siguen *R. flabelliformis* cf. *socialis* y *R. f. flabelliformis* (Asociaciones II, III y IV de Moya et al., 1994; 1 y 3 de Erdtmann, 1986) en parte de la Formación Casa Colorada y las formaciones Alfarcito y Rupasca (= Lampazar, Cardonal y Acoite). Éstas se continúan en las biozonas de *Byograptus kjerulfi* (Asociación V de Moya et al., 1994) y *Adelograptus* (Asociación VI de Moya et al., 1994) en la Formación Rupasca (= Acoite). La fauna de conodontes se sucede ascendentemente a partir de la base de la Formación Casa Colorada (= Lampazar) con *Cordylodus caboti*, *C. intermedius*, *C. lindstromi*, *C. angulatus* y *Paltodus deltifer* en la Formación Rupasca (= Acoite) (Fig. 3).

La aparición del trilobite *Jujuyaspis keideli*, en diferentes afloramientos analizados en la Quebrada de Humahuaca y en la Sierra de Cajas, sucede casi 20 metros bajo la primera aparición del nematóforo *Rhabdinopora flabelliformis*, mientras que el conodonto *Iapetognathus preaengensis* ha sido hallado, en la sierra de Cajas, sobre los anteriores y 25 metros encima de *Jujuyaspis*. (Aceñolaza y Aceñolaza, 1992; Aceñolaza, 1996; Rao, 1994; Ortega y Rao, 1995; Rao y Hünicken, 1995a-b).

En América del Norte *Jujuyaspis* aparece junto a *Iapetognathus* en la Zona de *Symphysurina*, en la base de la Subzona de *S. bulbosa* (*Jujuyaspis borealis*,

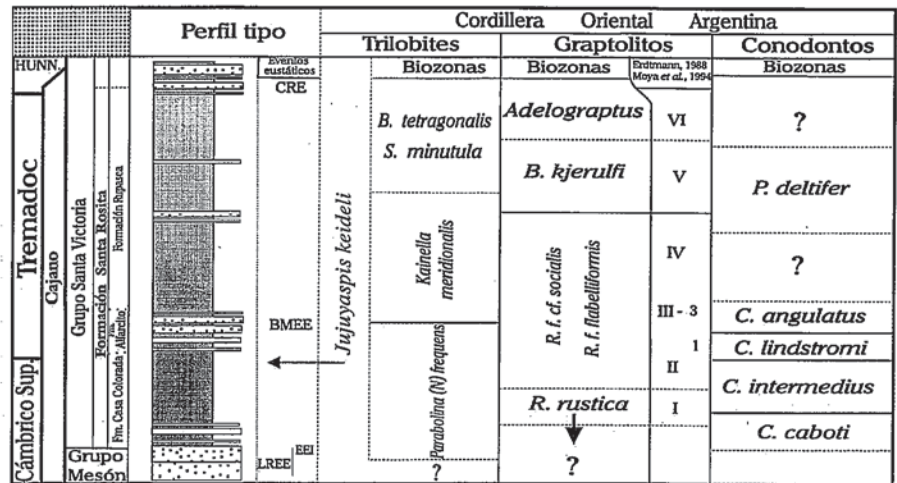


Fig. 3.- Esquema bioestratigráfico del intervalo del límite Cámbrico-Ordovícico en la Cordillera Oriental Argentina, basado en conodontos, graptolitos y trilobites (Aceñolaza, 1992; Moya et al., 1994; Rao y Hunichen, 1995a-b; Ortega y Rao, 1995; Aceñolaza, 1996)

Fig. 3.- Biostratigraphic scheme of the Cambrian-Ordovician boundary in the Cordillera Oriental Argentina based on conodonts, graptolites and trilobites (Aceñolaza, 1992; Moya et al., 1994; Rao and Hunichen, 1995a-b; Ortega y Rao, 1995; Aceñolaza, 1996).

*Cleandia texana* y *Symphysurina bulbosa*) asociado a *Rhabdinopora flabelliformis*, mientras que en Noruega *Iapetognathus* se asocia a *Jujuyaspis* y *Boeckaspis hirsuta* en la base del Tremadociano escandinavo.

**Discusión y conclusión**

Es relativamente escaso el conocimiento del marco bioestratigráfico del límite Cámbrico-Ordovícico en las plataformas del Gondwana sudamericano, numerosas veces debido a la falta de distribución de dichos datos en los medios adecuados. Es así que, siendo Gondwana el continente superficialmente más extenso durante el Eopaleozoico, con un importante desarrollo de la biota de sus plataformas, es poco el impacto que tienen estos datos en el seno de las subcomisiones que entienden temas de definiciones de límites a nivel mundial. De ahí la importancia de dar a conocer tanto la estratigrafía como la bioestratigrafía de las unidades aflorantes en esta región de sudamérica.

Las variaciones del nivel del mar durante el Cámbrico-Ordovícico dejaron su marca en las unidades estratigráficas depositadas, y en base a la posición de la fauna fósil en la columna y su equivalencia con eventos ya acotados a escala global, se reconocen algunos eventos eustáticos durante el Cámbrico Superior y el Tremadociano: El Evento Eustático de Lange Ranch (LREE: Miller, 1992) habría depositado la Formación

Chalhualmayoc, siendo el Evento Eustático Irúyico (EEI), uno de los pulsos menores del primero (Aceñolaza, 1996). Moya (1997) lo ubica estratigráficamente en la base del Grupo Santa Victoria y lo equipara al primer pulso regresivo dentro del LREE (LREE1); sin embargo, aquí se considera que no existen elementos faunísticos precisos que permitan señalar enfáticamente que el EEI corresponda al LREE1 en la Cordillera Oriental Argentina. El evento Regresivo de Lange Range (Miller, 1992) fue definido como dos principales fases regresivas en la región de Llano, Texas (EEUU), donde la primera fase se corresponde con la base de la Biozona de conodontos de *C. proavus*, ligeramente bajo el techo de las Series Croixan, en la base de la Subzona de *Hirsutodontus hirsutus* y entre las Subzonas de trilobites *Missisquoia typicalis* y *M. depressa*. La segunda fase se ubica la base de la Biozona de *Fryxellodontus inoratus* y en la base de la Subzona de trilobites *Eurekia epopsis*. El LREE ha sido identificado también en la región central de Australia en la parte superior de la Biozona de *Peltura* (Nicoll et al., 1992), en Bolivia (com. pers. Erdtmann, 1996), y asociada a fases regresivas en China (Chen, 1988). Hacia arriba, los depósitos arenosos de la Formación Alfarcito (= Cardonal), se correponderían al Evento Eustático de Black Mountain (BMEE: Miller, 1984; Aceñolaza y Aceñolaza, 1992), mientras que los niveles arenosos superiores de la Formación Rupasca (= Acoite) habrían

sido depositados durante el Evento Regresivo de *Ceratopyge* (CRE: Erdtmann, 1984, 1986).

El intervalo del límite Cámbrico-Ordovícico en la región estudiada se sitúa hacia el tercio superior de la Formación Casa Colorada (= Lampazar) y equivalentes (Fig. 3). En este marco y en base la posición relativa de *Iapetognathus*, *Rhabdinopora* y *Jujuyaspis* en la Cordillera Oriental de la Provincia de Jujuy (datos del autor, Aceñolaza y Aceñolaza, 1992; Rao, 1994; Rao y Hünicken, 1995a-b; Ortega y Rao, 1995) y respecto a los afloramientos de Estados Unidos, Canadá y Noruega (Miller y Stitt, 1995; Taylor y Repetski, 1995; Miller y Taylor, 1995; Westrop, 1986 y Webby, 1998) se correlaciona la parte superior de la biozona de *Parabolina* (N.) *frequens* (Zona de *Cordylodus lindstromi* y base de la Zona de *C. angulatus*, incluidas en la base y parte media de la Zona de *Rhabdinopora f. flabelliformis*-*R. f. cf. socialis*) con la subzona de *Symphysurina brevispicata* y la base de la subzona de *Symphysurina bulbosa* de Norteamérica, así como con la base del Tremadociano de la Provincia Acado-Báltica.

#### Agradecimientos

Se agradece a los Dres. Juan Carlos Gutiérrez-Marco e Isabel Rábano la lectura crítica del manuscrito, y al Arq. Daniel Ruiz Holgado la realización de la parte gráfica del mismo. El presente trabajo se inscribe en el marco de una Beca Extrema otorgada por el Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina (CONICET).

#### Referencias

- Aceñolaza, F.G. (1983): *Acad. Sinica, Spec. Paper*: 88-93.
- Aceñolaza, F.G. (1992): En: J.C. Gutiérrez-Marco, J. Saavedra Alonso e I. Rábano (eds.) *El Paleozoico Inferior de Ibero-América*. Univ. Extremadura: 85-118.
- Aceñolaza, G.F. (1996): *Tesis Doctoral inédita*. Fac. Cs. Natur. e I.M.L., Univ. Nac. de Tucumán, Argentina: 1-245.
- Aceñolaza F.G. y Aceñolaza, G.F. (1992): En: B.D. Webby and J.Laurie (eds.) *Global perspectives on Ordovician Geology*. Balakema, Rotterdam: 115-120.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. (1981): *Pub. Esp., Fac. de Cs. Natur. e IML*, Univ. Nac. de Tucumán, Argentina, N° 1287: 1-212.
- Brackebusch, L. (1891): *Acad. Nac. Ciencias Córdoba, Actas* 5: 137-184.
- Burmeister, G. (1876): *Descripción physique de la République Argentine*, Imp. F. Savy, Paris, T. 1-4.
- Chen, J-Y. (1988): *New Mexico Inst. of Mining and Techn.*, Mem. 44: 387-404.
- Durand, F. y Aceñolaza, F.G. (1990): *Correl. Geol.*, 4: 71-112.
- Erdtmann, B.-D. (1984): *Geol. et Palaeont.* 18: 9-15.
- Erdtmann, B.-D. (1986): *Lectures in Earth Sciences*, 8: 139-152.
- Fernández, R.I. (1983): *Tesis Doctoral* Fac. Cs. Natur. e I.M.L., Univ. Nac. de Tucumán, Argentina: 421.
- Harrington, H. (1957): En: H. Harrington y A. Leanza, *Ordovician Trilobites of Argentina*, Univ. Kansas, Spec. Publ. 1: 1-59.
- Harrington, H. y Leanza, A. (1957): *Univ. Kansas, Spec. Publ.* 1: 1-59
- Kayser, E. (1876): *Acad. Nac. Ciencias Córdoba, Actas* 8: 297-332.
- López, C.R. y Nullo, F.E. (1969): *Rev. Asoc. Geol. Argentina* 24 (3): 173-182.
- Miller, J. F. (1984): En: D.L. Clark (ed.) *Conodont Biofacies and Provincialism. Geol. Soc. Amer. Spec. Paper* 196: 43-68.
- Miller, J.F. (1992): En: B.D. Webby and J.Laurie (eds.) *Global perspectives on Ordovician Geology*. Balakema, Rotterdam: 395-407.
- Miller, J.F. y Stitt, J. (1995): *Soc. Econ. Min. Petr. Geol.* 47: 105-108.
- Miller, J.F. y Taylor, M. (1995): *Soc. Econ. Min. Petr. Geol.* 47: 109-112.
- Moya, M.C. (1988): En: H. Bahlburg, Ch. Breitkreuz y P. Giese (eds.), *The Southern Central Andes*. Lect. N. Earth Sci. 17: 55-69.
- Moya, M.C. (1997): *Gaea heilderbergensis*, 3: 242-243.
- Moya, M.C., Malanca, S., Monteros, J.A. y Cuerda, A. (1994): *Rev. Esp. Paleont.* 9 (1): 91-104.
- Nicoll, R.S., Nielsen, A., Laurie, J.R. y Shergold, J.H. (1992): En: B.D. Webby y J.Laurie (eds.) *Global perspectives on Ordovician Geology*. Balakema, Rotterdam: 381-394.
- Ortega, G. y Rao, R.I. (1995): *Bol. Acad. Nac. Ciencias, Córdoba*, 60 (3-4): 293-316.
- Ramos, V.A., Turic, M.A. y Suzek, A.B. (1967): *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 22 (3): 209-221.
- Rao, R.I. (1994): *Tesis Doctoral*, Fac. Cs. Exact. Fís. y Natur., Univ. Nac. Córdoba: 1-332.
- Rao, R.I. y Hünicken, M.A. (1995a): *Soc. Econ. Min. Petr. Geol.* 47: 254-259.
- Rao, R.I. y Hünicken, M.A. (1995b): *Bol. Acad. Nac. Ciencias, Córdoba*, 60 (3-4): 249-266.
- Taylor, J. y Repetski, J. (1995): *Soc. Econ. Min. Petr. Geol.* 47: 133-136.
- Turner, J.C.M. (1960): *Bol. Acad. Nac. Ciencias, Córdoba*, 41 (2): 163-196.
- Webby, B.D. (1988): *Newsl. Stratigr.*, 36 (1): 1-33.
- Westrop, S.R. (1986): *Palaeontogr. Canad.* 3: 179.