

Graptolitos silúricos del sinclinal de Castrillo (Zona Asturoccidental-Leonesa, NO de España): revisión del yacimiento descubierto por Casiano de Prado en 1855

Some Silurian graptolites from the Castrillo syncline (West Asturian-Leonese Zone, NW Spain): a revision of the fossil locality discovered by Casiano de Prado in 1855.

J.C. Gutiérrez-Marco (*) y P. Štorch (**)

(*) Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, 28040 Madrid (España)

(**) Institute of Geology AS CR, Rozvojová 135, 16500 Praha 6 (República Checa)

ABSTRACT

The first Silurian graptolites from NW Spain were discovered South of Brazuelo de Pradorrey (province of León) by Casiano de Prado in 1855. The locality lies in the core of the Castrillo syncline, where the Silurian succession is composed by a lower unit of ?Rhuddanian-Aeronian sandstones, gradually passing to an upper unit of black graptolitic shales. Aeronian graptolites (?*D. triangulatus* and *D. convolutus* biozones) were reported from the top of the sandy formation and from the transitional beds in the lower half of the overlying unit. The Brazuelo locality corresponds to the younger black shales, and includes three successive horizons with Telychian graptolites. The first one represents the upper part of the *R. linnaei* Biozone, followed up in the section by a second assemblage, which probably belongs to the *M. griestoniensis* Biozone, and finally, by a third horizon also representative of the *M. griestoniensis* or even the *T. tullbergi* Biozone. Graptolite assemblages are poor and bad preserved, but include some species of high palaeobiogeographic and palaeoenvironmental significance, as for instance *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand or *Paraclimacograptus?* *flamandi* (Legrand), typical of shallow sapropelitic facies in peri- and intracratonic Gondwanan basins.

Key words: Silurian, biostratigraphy, palaeobiogeography, graptolites, history of Geology, Spain

Geogaceta, 22 (1997), 89-92.
ISSN: 0213683X

Introducción

En 1997 se conmemora el bicentenario del nacimiento de una figura clave de la Geología española como fue D. Casiano de Prado y Valle (1797-1866). Entre sus muchas aportaciones de interés, figuran algunas menos conocidas, como haber sido el descubridor de los primeros fósiles de graptolitos silúricos del noroeste peninsular, procedentes del «partido de Astorga» (León). El yacimiento se sitúa inmediatamente al sur de Brazuelo de Pradorrey, 9,5 km al noroeste de la localidad anterior. Desde el punto de vista geológico, el punto fosilífero se halla en pleno núcleo del sinclinal de Castrillo, que a su vez constituye el sinclinal paleozoico más meridional del Dominio del Navia-Alto Sil de la Zona Asturoccidental-Leonesa (Pérez-Estaún, 1978). De las circunstancias del descubrimiento original de estos graptolitos, las vicisitudes y datos posteriores, y la revisión del yacimiento, da cuenta la presente nota.

El descubrimiento de Prado

La referencia más antigua de graptolitos silúricos en el noroeste de España se debe a Prado (*in* Verneuil y Barrande, 1856), quien menciona el descubrimiento de «graptólitas en el partido de Astorga, aunque bastante borradas» (Prado *in* Schulz, 1858, pág. 11). Entre ellos, Prado cree reconocer «el *graptólites spiralis* y el *graptólites palmeus, Bronn*» (sic). Con ello el autor demostraba la presencia del «terreno siluriano» en estos parajes, que él mismo venía atribuyendo hasta entonces a los terrenos devónico o «de transición». El hallazgo se produjo en una fecha indeterminada entre el 15 de julio y el 21 de septiembre de 1855, según relata Prado en la «Memoria que comprende los trabajos verificados en el año de 1855» por parte de la Sección geológico-paleontológica, de la que era responsable, de la «Comisión encargada de formar el Mapa Geológico de la provincia de Madrid y el General del Reino». Dicha Me-

moria fue publicada tres años más tarde por el entonces Presidente de la citada Comisión (Schulz, 1858), existiendo una reedición facsímil comentada (Madrid, 1996), producida por el Instituto Tecnológico Geominero de España.

Las circunstancias que propiciaron el descubrimiento de graptolitos no fueron otras que la epidemia de cólera que se extendió por toda España en 1855, y que tras provocar la muerte de uno de los peones que acompañaban a la Sección comandada por Prado, hicieron encaminarse a éste a la parte occidental de la provincia de León, por aquél entonces aún libre de la enfermedad.

Aún cuando la descripción original del hallazgo fue comunicada por Prado a finales de 1855 o principios de 1856, el retraso en la publicación de esta memoria de la Comisión, por dificultades presupuestarias, motivó la antecedencia impresa de la referencia incluida en el trabajo de Verneuil y Barrande (publicado en diciembre de 1856). Éste constituía un

apéndice paleontológico a la *Memoria sobre la Geología de Almadén*, obra del propio Prado, destinado a la descripción de los numerosos taxones identificados en las colecciones del geólogo español y el material de Verneuil (1850). En el preámbulo a dicha parte paleontológica, Verneuil y Barrande (1856, pág. 967) comentan textualmente la extensión del Paleozoico a la «parte occidental del reino de León, donde el Sr. Casiano de Prado acaba de descubrir graptolitos 7 kilómetros al noroeste de Astorga».

Con las precisiones aportadas por el comentario que acabamos de citar, Hernández Sampelayo (1942, pág. 125) afirma que todo induce a suponer que Prado realizó su descubrimiento «hacia Brazuelo de Prado de Rey, unos siete u ocho kilómetros al N. de Astorga, sin duda después de continuar su recorrido desde Ponferrada». Esto se vería confirmado por la relación de localidades con graptolitos en la provincia de León, publicada años más tarde por Prado (1862), y donde éste menciona de modo explícito a «Brazuelo de Prado de Rey». Ciertamente, de todas las localidades reunidas por Prado en esa lista, ésta sería la única situada en las proximidades de Astorga, y la única igualmente con afloramientos naturales de pizarras negras graptolíticas, en un radio inferior a 10 km medido desde la capital maragata.

Aportaciones posteriores

Casi todos los autores que estudiaron más tarde la parte occidental de la provincia de León, se hicieron eco de los graptolitos encontrados por Prado (*in* Verneuil y Barrande, 1856; *in* Schulz, 1858), si bien atribuyendo al hallazgo una variada cronología, dado que su autor citó repetidamente el descubrimiento en varias de sus monografías posteriores, que otros autores confundieron con la cita original (por ejemplo Romariz, 1969).

La siguiente referencia sobre el hallazgo de fósiles silúricos en el sinclinal de Castrillo se produce más de cien años después, cuando Almela y Valle de Lersundi (1963) descubrieron graptolitos en una intercalación de pizarras astillosas al sur del término municipal de Torre del Bierzo (León), incluida entre niveles de cuarcitas blandas y tableadas referidas a su unidad de «Cuarcitas Superiores». En ellas citan la presencia de «*Monograptus clingani*, *M. convolutus*, *M. regularis* y *Diplograptus (Orthograptus) bellulus?*», que confirman una edad Llandovery. Nollau (1965, 1968) cartografió íntegramente y poco tiempo más tarde, los materiales silúricos del núcleo del sinclinal, refiriendo diversos graptolitos del Llandovery (= «Valentiense») en las ampelitas suprayacentes a la unidad cuarcítica anterior, entre los cuales Greiling identificó: «*Monograptus (Spirograptus) turriculatus*,

M. (S.) sp. (proteus?, crispus?), *M. (Monograptus) sp.*, *M. (Streptograptus) sp.*, *M. (Monoclimacis) sp.*, *Retiolites (Stomatograptus) grandis*, *R. (Pseudoplegmatograptus) obesus cf. reticulatus*, *Climacograptus sp.*, *Demirastrites? sp.* y *Diplograptus? sp.*». Casi todas las formas citadas proceden de un punto situado al N de La Maluenga, excepto el segundo de los retiolítidos (N de Foncebadón) y tres monograptidos indeterminables a nivel específico (de Brazuelo).

La realización de los trabajos para el proyecto MAGNA a escala 1:50.000, condujo al descubrimiento de tres nuevos yacimientos de graptolitos silúricos en el segmento occidental del sinclinal de Castrillo (= sinclinal de Folgoso: Velando y Martínez Díaz, 1973), que en conjunto brindaron (determinaciones de Quintero y Mansilla): «*Streptograptus lobiferus*, *Demirastrites convolutus*, *D. triangulatus*, *Rastrites cf. setiger*, *Monograptus clingani* y *M. regularis*», considerados en la leyenda del mapa como indicativos del «Llandoveryense superior». Por su parte, Vargas *et al.*, (1984) cartografiaron la posición del afloramiento fosilífero de Brazuelo, sin duda el mismo descubierto por Prado 129 años antes, aportando la siguiente relación de graptolitos (identificados por Arbizu): «*Monograptus turriculatus*, *M. nudus*, *M. holmi*, *M. undulatus*, *M. runcinatus*, *M. cf. priodon*, *M. crispus*, *M. halli*, *M. planus*, *M. cf. proteus*, *M. cf. variabilis*, *Rastrites equidistans*, *R. linnaei*, *Petalograptus palmeus*, *P. altissimus* y *Climacograptus cf. scalaris*». La edad indicada por la asociación la expresaron por vez primera en términos bioestratigráficos, atribuyéndola al techo de la Biozona de *M. turriculatus* del «Llandoveryense (...) que coincide aproximadamente con la base del antiguo piso Tarannon». Ninguna de las muestras originales con graptolitos, procedentes de ambos trabajos, llegó a ser depositada en la litoteca MAGNA como era preceptivo, y por tanto no hemos podido abordar la revisión de estos datos precedentes.

Resultados estratigráficos y paleontológicos

En el presente trabajo hemos reinvestigado la localidad fosilífera descubierta por Prado en Brazuelo, y citada por autores posteriores (Vargas *et al.*, 1984, y tal vez Nollau, 1965, 1968). El yacimiento comprende en realidad tres horizontes paleontológicos distintos, identificados en un afloramiento de reducida extensión a la vera de un camino, 260 m al sur de la carretera que recorre longitudinalmente la población antes citada (Hoja 193, Lambert: $x = 396,775$; $y = 879,550$). La roca fosilífera es una pizarra ne-

gra típica, algo alterada y bastante deformada. Los tramos claramente tectonizados que separan los horizontes graptolíticos, impiden apreciar a su vez las relaciones estratigráficas existentes entre ellos, si bien la ausencia de trasposición bioestratigráfica y las propias dimensiones y estructura del afloramiento, permiten estimar en un mínimo de 10 m el espesor del conjunto fosilífero.

En cuanto a la ubicación estratigráfica general del tramo estudiado, los afloramientos discontinuos reconocibles entre éste y el pueblo, a lo largo del camino, hacen suponer que el primero y más antiguo de los niveles graptolíticos se situaría aproximadamente 45 m sobre el techo de la unidad infrayacente, considerando como tal el último banco potente de una serie eminentemente cuarcítica, con una expresión geomorfológica distintiva. La sucesión representada entre ambos horizontes comprende tramos pizarrosos, más o menos cubiertos, en los que resalta la presencia de pequeños bancos cuarcíticos, de espesor centi a decimétrico, intercalados a intervalos desiguales. De ellos destaca el que corona el tramo mencionado, constituido por 3 m de areniscas feldespáticas alteradas, seguido por un tramo cubierto de 8 m hasta llegar al primer nivel graptolítico. Los espesores precedentes son meramente estimativos, habida cuenta de la elevada tectonización observada en los horizontes menos competentes, y al hecho de que la mayoría de ellos se hallen recubiertos por derrubios.

El yacimiento de graptolitos presenta una polaridad estratigráfica definida por los tres horizontes estudiados, de antigüedad decreciente en sentido norte-sur, lo cual implica que nos encontramos aún en el flanco septentrional del sinclinal. De la proximidad al núcleo del pliegue da cuenta el cambio de buzamiento observado pocos metros al sur, con repetición del tramo basal con alternancias cuarcíticas, que sugiere un laminamiento completo de las ampelitas graptolíticas a lo largo del flanco meridional.

El horizonte con graptolitos septentrional proporcionó, como antes indicamos, la asociación paleontológica más antigua, en la que identificamos: *Spirograptus guerichi* Loydell, Storch y Melchin, *Stimulograptus becki* (Barrande), *Stimulograptus utilis?* Loydell, *Streptograptus cf. plumosus* (Baily), *St. cf. johnsonae* Loydell, *Monograptus cf. marri* Perner, *Rastrites abbreviatus* Lapworth, *Parapetalolithus cf. hispanicus* (Haberfelner) y *Metaclimacograptus cf. asejradi* Legrand. Estos graptolitos caracterizan la Biozona de *Rastrites linnaei*, tal vez incluso sus horizontes más elevados si consideramos la posible presencia de *P. hispanicus*, si bien el material no resulta adecuado para precisar formalmente su adscripción a nivel de subzona.

La asociación de graptolitos intermedia,

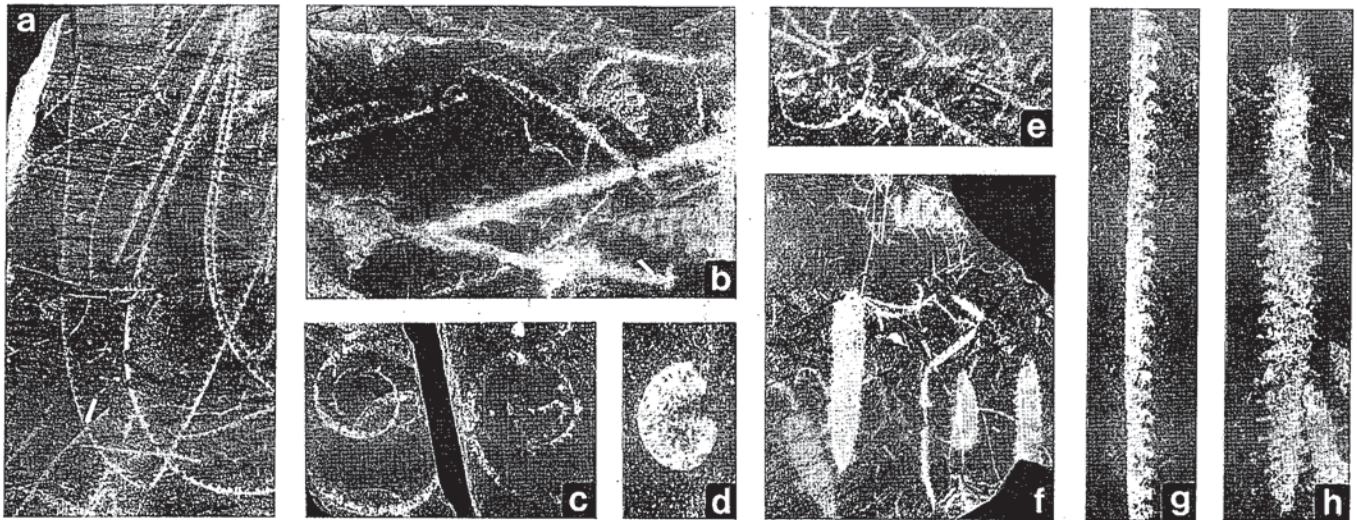


Fig. 1.- Algunos graptolitos telychienses de Brazuelo de Pradorrey (León). a, *Stimulograptus becki* (Barrande), MGM-697-S (x 1); b, *Spirograptus guerichi* Loydell, Storch and Melchin, MGM-699-S (x 1); c, *Torquigraptus* sp. nov. aff. *spiraloides* (Príbyl), MGM-709/710-S (x 1,3); d, *Cochlograptus veles* (Richter), MGM-733-S (x 3); e, *Streptograptus* cf. *plumosus* (Baily), MGM-735-S (x 1,7); f, *Parapetalolithus* cf. *hispanicus* (Haberfelner), *S. guerichi* and *Rastrites* sp., MGM-736-S (x 1); g, *Monograptus* cf. *marri* Perner, MGM-737-S (x 2,1); h, *Paraclimacograptus? flamandi* (Legrand), MGM-749-S (x 3). Originales en el Museo Geominero (Madrid).

Fig. 1.- Some Telychian graptolites from Brazuelo de Pradorrey (province of León). Specimens housed at the Geominero Museum, Madrid. For explanation see above.

tan sólo 2 m encima de la anterior si prescindimos de la alteración tectónica, contiene: *Parapetalolithus* cf. *schaueri* (Loydell), *Paraclimacograptus? flamandi* (Legrand), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus* cf. *arcuatus* (Boucek) y *Torquigraptus* sp. nov. aff. *spiraloides* (Príbyl), junto a fragmentos apendiculares y cutículas de euryptéridos. El horizonte corresponde a niveles algo posteriores al precedente, probablemente equiparables a la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.

Por último, la asociación más moderna de las identificadas en la sección (en apariencia varios metros por encima de la segunda), es asignable al intervalo comprendido entre las Biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* y de *Torquigraptus tullbergi*, merced al hallazgo de: *Paraclimacograptus? flamandi* (Legrand), *Pseudoplegmatoraptus* ex gr. *obesus* (Lapworth), *Cochlograptus veles* (Richter), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn) y *Torquigraptus* sp. nov. aff. *spiraloides* (Príbyl)

El conjunto de estos tres horizontes es asignable al Telychiense (= Llandovery «superior»), y puede ser comparado con las biozonas antes mencionadas, descritas recientemente en el Silúrico de la Cordillera Ibérica (Gutiérrez-Marco y Storch, en prensa) y de la Zona Centroibérica meridional (García Palacios *et al.*, 1996a). El horizonte más antiguo es el que proporciona ejemplares abundantes y en mejor estado de conservación: la asociación identificada por Vargas *et al.*, (1984) procede con seguridad del mismo nivel, habida cuenta de la correspondencia morfológica y diversidad con los taxones citados por esos

autores. Estas consideraciones son igualmente aplicables a gran parte de los graptolitos reunidos en la lista sintética de Nollau (1965: en especial *S. «turriculatus»*), que también podrían provenir de este yacimiento. Por el contrario, los graptolitos de Prado (*in* Schulz, 1858) parecen corresponderse con nuestra asociación más moderna, perteneciente a un tramo más extenso estratigráficamente, y con mayor posibilidad de afloramiento natural en el siglo pasado (el nivel anterior se encuentra más circunscrito, en relación con un talud artificial ya denudado). En este sentido, el «*Graptolites spiralis*» de Prado sería equivalente a nuestro *Torquigraptus* sp. nov. aff. *spiraloides* (Fig. 1c), y su «*G. palmesus*» al *Parapetalolithus* cf. *schaueri* identificado por nosotros. La especie más moderna citada en el Silúrico del sinclinal de Castrillo es *Stomatograptus grandis* (Suess), del límite Llandovery/Wenlock. Sin embargo, esta forma fue mencionada por Nollau (1966) sin aportar un contexto estratigráfico o geográfico que permitiese establecer si el alcance real de la sucesión es el indicado, o este graptolito pertenece en realidad a un homeomorfo distinto, y más antiguo.

Por lo que se refiere a la base de los materiales silúricos, las «Cuarcitas Inferiores» fueron atribuidas a este periodo por Almela y Valle de Lersundi (1963) y Velando y Martínez Díaz (1973). Por el contrario, Pérez-Estaún (1978) y Vargas *et al.*, (1984) las consideran como Ordovícico Superior al correlacionarlas con las «Cuarcitas de Vega», tramo terminal de la Formación Agteira en el resto del Dominio del Navia y Alto Sil. Esa unidad ha sido datada indirectamente gracias a

los graptolitos del Silúrico basal registrados en la misma base de las pizarras suprayacentes (Pérez-Estaún, 1978; Gutiérrez-Marco y Robardet, 1991). En nuestra opinión, en el sinclinal de Castrillo disponemos de diversos argumentos para cuestionar esta última correlación, y considerar a las «Cuarcitas Inferiores» como una formación diferenciada, de edad parcialmente silúrica. En primer lugar, los graptolitos mencionados por Almela y Valle de Lersundi (1963), Velando y Matas (1973) y en parte por Nollau (1966), corresponden a asociaciones claramente Aeronienses, y proceden de una intercalación pizarrosa en el tercio superior de la formación cuarcítica, así como de la parte inferior de la siguiente unidad. La lista sintética comprende formas del Aeroniense basal, como *Demirastrites triangulatus* (Harkness) y *Rastrites* cf. *longispinus* Perner, y otras del Aeroniense pleno como *Demirastrites convolutus* (Hisinger), *Monograptus lobiferus* (McCoy), *Campograptus clingani* (Carruthers), *Pristiograptus regularis* (Törnquist) y *Rivagraptus bellulus?* (Törnquist). En segundo lugar, las propias Cuarcitas son composicional y estratigráficamente distintas a las de Vega (s.str.) debido al predominio de cuarzoarenitas micáceas con matriz arcillosa, intercalaciones de pizarras negras auténticas, y a la existencia de una serie de transición potente con las pizarras graptolíticas de Brazuelo, de edad más moderna que las propias Cuarcitas de Vega en su «área tipo» (sinclinal de Vega de Espinareda).

Con todo, la sucesión cuarcítica del sinclinal de Castrillo (denominada localmente «Cuarcita de Brañuelas» por Velando y Ma-

tas, 1981) sería equiparable en su conjunto con la Fm. Agüeira, debiendo existir lagunas estratigráficas de cierta importancia en la base misma de la unidad, y tal vez en la base de la cuarcita terminal (25-40 m) del sinclinal de Castrillo, cuya diacronía es demasiado importante para considerar su identidad con las Cuarcitas de Vega (Rhuddaniense?-Aeroniense vs. Hirnantense). Este último carácter, sin embargo, hace a la cuarcita terminal del Castrillo comparable con unidades semejantes conocidas en el dominio del Manto de Mondoñedo (sinclinales de Villaodrid y Rececende), Cordillera Ibérica y Zona Centroibérica (García Palacios *et al.*, 1996; Gutiérrez-Marco y Storch, 1997).

La diacronía observada en el límite entre los términos cuarcíticos superiores y las pizarras negras silúricas, permite aproximar el esquema del desarrollo de la transgresión de las facies anóxicas, en buena parte de la rama sur de la Zona Asturoccidental-Leonesa. Tales sedimentos organógenos inundan el surco subsidente del Alto Sil ya en el Rhuddaniense basal, y progredan hacia el borde meridional del mismo en el Aeroniense (Castrillo), en tanto que las zonas más meridionales (sinclinal de Caurel-Peñalba) permanecen emergidas hasta el Wenlock, sin depositarse cuarcitas basales por corresponderse con su área local de aportes, y quedar ésta inundada por la transgresión.

Notas paleobiogeográficas y conclusiones

Los graptolitos silúricos del noroeste peninsular se conocen principalmente a través de los trabajos de Romariz (1969, con referencias previas), Marcos y Philippot (1972), Pérez-Estaún (1978) y Gutiérrez-Marco y Robardet (1991), entre otros. Rábano *et al.*, (1993) señalan para este periodo la presencia de faunas bentónicas de tipo bohémico (Magnafacies Hercínica) en el límite entre las Zonas Centroibérica y Asturoccidental-Leonesa, hecho recientemente avalado por el descubrimiento de calizas con escifocrinoides y conodontos del Prídolí en la región portuguesa de Moncorvo, reminiscentes de unidades similares en la Zona de Ossa Morena (Piçarra *et al.*, 1995). Los nuevos datos, sumados a otros por el momento inéditos, permiten suponer la existencia de un área abierta y relativamente profunda de la plataforma en este sector, cuya extensión podría involucrar también a buena parte de la Zona Asturoccidental-Leonesa. En ese sentido, ya indicamos que la transgresión silúrica avanzó muy rápidamente en el sinclinal de Vega de Espinareda, donde las primeras pizarras negras fosilíferas contienen graptolitos Rhuddanienses (Gutiérrez-Marco y Robardet, 1991). Ello constituye un hecho relevante y poco común, compartido única-

mente con el sinclinal de Truchas, Zona de Ossa Morena y Cadenas Costeras Catalanas.

Las asociaciones de graptolitos y euryptéridos del sinclinal de Castrillo rompen la tónica general indicada por el contexto anterior, ya que se enmarcan en una sucesión dominada por taxones de aguas someras completamente desconocidos hasta la fecha en el ámbito del noroeste peninsular. Entre éstos cabe mencionar a *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* y *Paraclimacograptus*? *flamandi*, característicos de sucesiones peri- e intracratónicas del norte de África, así como las regiones surcentroibérica y Cordillera Ibérica del Macizo Hespérico (García Palacios *et al.*, 1996b; Gutiérrez-Marco y Storch, 1997). La cronología del tránsito entre las facies cuarcíticas a las pizarras telychienses en el sinclinal de Castrillo, es asimismo comparable con las regiones citadas, y viene significada por el registro de horizontes con graptolitos aeronienses, tal y como indicamos en el apartado anterior.

En la reconstrucción idealizada de la cuenca de sedimentación durante el Paleozoico inferior, en la parte sur de la Zona Asturoccidental-Leonesa y límite con la Zona Centroibérica, Pérez-Estaún (1978) propone un área de umbral (Mondoñedo-Peñalba) separando los dominios de Truchas y del Alto Sil. Este umbral habría condicionado la sedimentación a comienzos del Silúrico, y permanecería activo desde el Ordovícico, con el desarrollo de una tectónica sinsedimentaria de tipo extensional en su margen meridional (Martínez Catalán *et al.*, 1992). En el margen opuesto, el umbral no aparece bien delimitado, pero sin duda el carácter somero de la sucesión silúrica del sinclinal de Castrillo, revela su vinculación paleogeográfica con el mismo. La transgresión basal de este periodo se traduce durante el Rhuddaniense y Aeroniense en depósitos arenosos someros en el Manto de Mondoñedo y sinclinal de Castrillo, al tiempo que el área de los sinclinales del Sil y Caurel-Peñalba aún permanecía emergida. A comienzos del Telychiense se inician los depósitos de arcillas organógenas en el Castrillo y buena parte del Macizo Hespérico, fruto de un estancamiento y estratificación de las aguas en plataformas someras y de escaso gradiente, tal y como revelan ciertos graptolitos y la escasa diversidad de las asociaciones documentadas en nuestro trabajo. La transgresión de este tipo de facies operó de modo progresivo en sentido sur-norte (actuales) en el Sil y Peñalba, sumergiendo completamente el área de umbral a principios del Wenlock. Tras ello se verifica un hundimiento rápido del mismo entre el Wenlock superior y Prídolí, con el consiguiente depósito de las facies que dieron lugar a las «pizarras con cloritoides», más algunas cuarcitas y calizas, que incluyen las

faunas bohemo-hercínicas. De esta etapa no se conserva registro sedimentario alguno en el núcleo del sinclinal de Castrillo, por lo que no sabemos si el área pudo evolucionar solidariamente con la del sinclinal de Caurel-Peñalba, o bien compartió la somerización progresiva que, por contraste, tuvo lugar en el sinclinal de Vega de Espinareda durante el Silúrico superior.

Contribución al proy. 351 del PICG

Referencias

- Almela, A. y Valle de Lersundi, J. del (1963): *Brev. geol. Asturica*, 7: 3-26
- García Palacios, A., Gutiérrez-Marco, J.C. y Herranz Araujo, P. (1996): *Geogaceta*, 20 (1): 19-22
- García Palacios, A., Storch, P. y Gutiérrez-Marco, J.C. (1996): *II Intern. Sympos. Silurian System, Rochester-NY*, Program and Abstracts, 54.
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Robardet, M. (1991): *C.R. Acad. Sci. Paris* [2], 312: 729-734
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Storch, P. (1997): *Geol. Mag.* (en prensa)
- Hernández Sampelayo, P. (1942). *Mem. Inst. Geol. Min. España*, 45 (1): 1-848
- Marcos, A. y Philippot, A. (1972): *Brev. Geol. Asturica*, 16: 39-42
- Martínez Catalán, J.R., Hacer Rodríguez, M.P., Villar Alonso, P., Pérez Estaún, A. y González Lodeiro, F. (1992): *Geol. Rund.*, 81: 545-560
- Nollau, G. (1966): *Not. Comun. Inst. Geol. Min. España*, 88: 31-48
- Nollau, G. (1968): *Geotekt. Forsch.*, 27: 71-146
- Pérez-Estaún, A. (1978): *Mem. Inst. Geol. Min. España*, 92: 1-149
- Piçarra, J.M., Rebelo, J.A., Sarmiento, G.N., Robardet, M., Gutiérrez-Marco, J.C. y Rábano, I. (1995): *Mem. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Porto*, 4: 117-120
- Prado, C. de, (1862): *Breve reseña geológica de la provincia de Avila y de la parte occidental de la de León*. Imprenta Nacional, Madrid, 14 pág.
- Rábano, I., Gutiérrez-Marco, J.C. y Robardet, M. (1993): *Géobios*, 26: 361-376
- Romariz, C. (1969): *Com. Serv. Geol. Portugal*, 53: 107-155
- Schulz, G. (1858): *Mem. Com. Mapa Geol. España*, año 1855: 1-149
- Vargas, I., Flor, G., Corrochano, A., Corrales, I., Carballeira, J., Pol, C., Manjón, M., Díaz García, F., Fernández Ruiz, J. y Pérez Estaún, A. (1984): *Mem. Hoja 193 (Astorga)*, 2ª ser. *MAGNA 1:50.000*: 1-77
- Velando Muñoz, F. y Martínez Díaz, M.M. (1973): *Mem. Hoja 159 (Bembibre)*, 2ª ser. *MAGNA 1:50.000*: 1-34
- Velando, F. y Matas, J. (1981): *Mem. Hoja 192 (Lucillo)*, 2ª ser. *MAGNA 1:50.000*: 1-31
- Verneuil, E. de (1850): *Rev. Min.*, 1: 95 pp.
- Verneuil, E. de, y Barrande, J. 1856. *Bull. Soc. géol. France* [2], 12: 964-1025