

El patrimonio geológico del Ordovícico y Silúrico de la región de Arouca (Portugal)

Ordovician and Silurian geological heritage of the Arouca region (Portugal)

A.A. Sá⁽¹⁾, J.C. Gutiérrez-Marco⁽²⁾, D. Rocha⁽³⁾, I. Rábano⁽⁴⁾, J.M. Piçarra⁽⁵⁾, J. Brilha⁽³⁾, G.N. Sarmiento⁽²⁾ y M. Valério⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Ap. 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal. asa@utad.pt

⁽²⁾ Departamento de Paleontología e Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, 28040 Madrid, España. jcgrapto@geo.ucm.es; gsarmien@geo.ucm.es

⁽³⁾ Centro de Ciências da Terra, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal. daniarouca@yahoo.com.br; jbrilha@dct.uminho.pt

⁽⁴⁾ Museo Geominero-IGME, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España. i.rabano@igme.es

⁽⁵⁾ Departamento de Geologia, LNEG, Ap. 104, 7802-902 Beja, Portugal. jose.picarra@ineti.pt

⁽⁶⁾ Centro de Interpretação Geológica de Canelas, Cima-Canelas, 4450-252 Arouca, Portugal. geral@cigc-arouca.com

ABSTRACT

The studied region is situated in the Aveiro district, about 50 km SW of Oporto (northern Portugal) and has a rich geological, biological and cultural heritage. The Arouca Geopark was formally established there in late 2007, under the auspices of Arouca's Municipal Chamber, to reunite 36 geosites from which some of them involve remarkable Ordovician and Silurian rocks and fossils. Outcrops of both periods belong to the Valongo-Tamames syncline of the Central Iberian Zone. Lower Palaeozoic rocks around the Canelas Slate Quarry are of special interest, leading to the creation of a geotouristic route visiting three Ordovician units (Santa Justa quartzites, Valongo shales and Sobrido quartzite plus glaciomarine diamictites) and one Silurian (graptolitic black shales), as well as a Roman gold mine dug in the Lower Ordovician quartzites. However, the most outstanding geosite is the quarry itself, where Middle Ordovician giant trilobites (up to 70 cm in size) and trilobite clusters (up to thousands of specimens) occur in large slabs of slate and are recovered during the exploitation. The Geological Interpretation Centre of Canelas, located near the quarry and open since 2006, is one of the main tourist attractions of the Arouca Geopark, created to preserve and disseminate knowledge about trilobites and the Ordovician world, and having received more than 10,000 visitors in its first 17 months.

Key words: Geological heritage, Ordovician, Silurian, Arouca Geopark, Portugal.

Geogaceta, 44 (2008), 95-98
ISSN: 0213683X

Introducción

La región de Arouca, situada en el Distrito de Aveiro (norte de Portugal) es largamente conocida por su rico patrimonio histórico y natural, eje de una oferta cada vez más variada de turismo cultural, pedestre y de deportes de aventura (*rafting*, escalada, *canyoning*, parapente, etc.). A la explotación de estos recursos se están asociando, en los últimos años, distintas iniciativas para la catalogación, puesta en valor y promoción de los numerosos elementos geológicos singulares enclavados en el municipio, los cuales incluyen varias cascadas, paisajes y formas graníticas, yacimientos paleontológicos, elementos geotectónicos y antiguas explotaciones mineras, de los que hasta el momento se han inventariado 36 geositos (Rocha, 2007). Tan rico y variado patrimonio geológico ha servido para que, por iniciativa municipal, diversas entidades públicas y privadas suscribieran, el 6 de diciembre de 2007, un convenio para la creación del *Geoparque Arouca* candidato a integrarse en la Red Europea de Geoparques. Esta iniciativa comenzó a gestarse en 2005 y ya ha sido divulgada en diversos foros, donde se ha destacado el importante patrimonio del

Ordovícico y Silúrico de la región (Sá *et al.*, 2005, 2006a, 2006b, 2006c, 2007; Rocha *et al.*, 2006, 2007). El mismo se centra principalmente en torno a los afloramientos de Canelas (Fig. 1), de cuyo interés y características da cuenta la presente nota.

Localización y antecedentes

La parte nororiental del municipio de Arouca comprende extensos afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias paleozoicas, estudiadas inicialmente por Thadeu (1956), Medeiros (1964) y Pereira *et al.* (1980). La sucesión paleozoica postcámbrica queda restringida a una estrecha franja monoclinial (Fig. 1) que constituye la prolongación sureste del flanco meridional del anticlinal de Valongo, el cual limita al sur con el gran accidente asociado al Surco Carbonífero Dúrico-Beirão (Dias y Ribeiro, 1998). Hacia el este, los afloramientos de Valongo-Arouca se continúan en la estructura sinclinal que, pasando por el SE de Castro Daire y la Sierra da Marofa, se prolonga en España en el sinclinal de Ahigal de los Aceiteros-Tamames. En total, la citada alineación paleozoica alcanza una longitud próxima a los 320 Km (Fig. 1), y sus extremos se ex-

tienden desde Tabagón (Pontevedra) hasta Valero (Salamanca).

Teixeira (1955) y Thadeu (1956) fueron los primeros en señalar la existencia de rocas fosilíferas del Ordovícico y Silúrico en la región de Arouca y dividieron la sucesión en cuatro unidades que, con ciertas modificaciones, se mantienen actualmente (Fig. 2). La más antigua corresponde a la cuarcita del «Skiddawiense» con *Cruziana*, seguida por una unidad de pizarras ricas en trilobites, braquiópodos y graptolitos del «Llanvirniense-Llandeiliense superior»; luego hay una cuarcita comparable a las «grauvacas de Sobrado» de la región de Valongo y, finalmente, están las pizarras con *Monograptus* del «Llandoveryense superior». Al describir los fósiles, Thadeu (1956) resaltó la singularidad paleontológica de Arouca, cuyas canteras brindaron una notable asociación de trilobites de gran tamaño, entre los cuales identificó diversas formas bohémicas de los géneros *Hungioides*, *Bathycheilus* y «*Pseudobasilicus*», hasta entonces desconocidas en Portugal. El cierre posterior de las explotaciones supuso que durante los cuarenta años siguientes no se realizaran nuevas campañas paleontológicas, en tanto que los

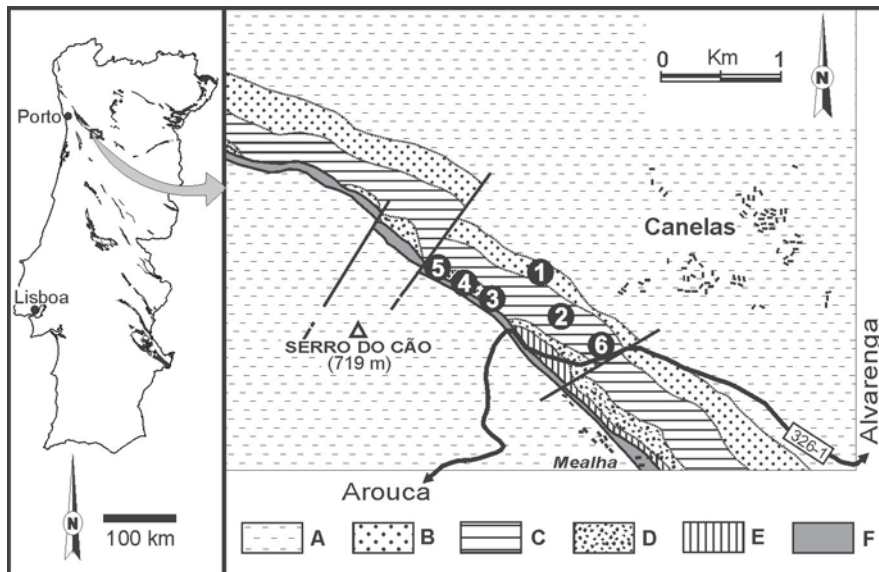


Fig. 1.- Esquema geológico de un sector al norte de Arouca, con señalización de los elementos más representativos de su patrimonio ordovícico-silúrico. A la izquierda, situación de la zona en relación a los afloramientos ordovícicos de Portugal, marcados en negro. A la derecha, los números 1-5 corresponden al itinerario geocientífico desarrollado a partir del Centro de Interpretación Geológica de Canelas (nº 6), y se refieren a los tramos estratigráficos indicados en la Fig. 2. Unidades cartografiadas: A, Grupo Douro-Beiras (Neoproterozoico-Cámbrico Inferior); B, Fm. Santa Justa (Ordovícico Inferior); C, Fm. Valongo (Ordovícico Medio); D, Fm. Sobrido (Ordovícico terminal); E, Pizarras graptolíticas (Silúrico); F, Conglomerados, pizarras y areniscas (Carbonífero).

Fig. 1.- Geological sketch map showing the most relevant Ordovician and Silurian geosites north of Arouca, with reference to the remaining outcrops of the same periods in Portugal (in black on the left map). Geosites 1-5 correspond to the geoscientific itinerary starting in the Geological Interpretation Centre of Canelas (loc. 6, Fig. 1); their stratigraphic positions can be seen on Fig. 2. A, Douro-Beiras Group (Neoproterozoic-lower Cambrian); B, Santa Justa Fm. (Lower Ordovician); C, Valongo Fm. (Middle Ordovician); D, Sobrido Fm. (uppermost Ordovician); E, Silurian graptolitic shales; F, Carboniferous conglomerates, shales and sandstones.

trabajos de Rábano (1983, 1989a-d) reexaminaban en parte las identificaciones precedentes y restringieron la edad de los trilobites de Arouca al «Llanvirn inferior», correlacionando el yacimiento con otras localidades centroibéricas.

La reapertura de la cantera de Canelas en 1990, a cargo de la empresa Ardósias Valério & Figueiredo Lda., posibilitó la reanudación de las visitas científicas y la reactivación de los estudios paleontológicos, mediante una experiencia modélica de colaboración con la industria extractiva (Sá y Valério, 2005; Sá *et al.*, 2005; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2006). El seguimiento científico de la explotación desde 1997, patrocinado y alentado por la empresa, propició el rescate de miles de fósiles excepcionales para los que se proyectó un museo *de sitio* dentro de la propia concesión, construido por la citada empresa pizarrista con el apoyo de diversos entes de desarrollo rural y regional. El museo fue inaugurado el 1 de julio de 2006 con el nombre de Centro de Interpretación Geológica de Canelas (Fig. 3C). La instalación representa uno de los ejes más importantes del Geoparque Arouca y goza de gran aceptación, cifrándose en más de 10.000 los visitantes registrados en sus primeros 17 me-

ses de funcionamiento (Valério de Figueiredo, 2007), pese a las dificultades impuestas por los malos accesos de la región, alejada de las rutas turísticas convencionales. A partir del Centro de Canelas y con el patrocinio de la empresa Valério & Figueiredo, se viene desarrollando una activa protección y divulgación de su patrimonio Ordovícico y Silúrico, que combina elementos museísticos con una ruta geológico-arqueológica establecida en las intermediaciones (Fig. 1).

Estratigrafía y Paleontología

La sucesión paleozoica post-cámbrica de la región de Arouca ha sido revisada recientemente por Sá y Gutiérrez-Marco (2006) y Sá *et al.* (2007). Los materiales ordovícicos reposan discordantes sobre una espesa secuencia de esquistos y grauvacas del Neoproterozoico-Cámbrico Inferior (Supergrupo Douro-Beiras). La sucesión ordovícico-silúrica comprende cuatro unidades de naturaleza siliciclástica, que se corresponden bien con las formaciones definidas en el área de Valongo (al este de Oporto) por Romano y Diggens (1974), actualizadas posteriormente por Couto *et al.* (1997).

La Formación Santa Justa (Figs. 2 y 3A) comprende 35-60 m de cuarcitas en bancos decimétricos a centimétricos, que alternan con areniscas micáceas y pizarras arenosas finas. Su contenido icnológico en el área de Arouca es notable, con numerosas localidades pertenecientes a las icnofacies de *Skolithos* y *Cruziana* que permiten contemplar *in situ* una gran diversidad de trazas bien conservadas (Fig. 3F), de las que se llevan inventariados 25 icnotaxones (Sá y Gutiérrez-Marco, 2006; Sá *et al.*, 2007). La Formación Santa Justa se correlaciona, mediante criterios litoestratigráficos y sedimentológicos, con la «Cuarcita Armoricana» del sureste de Europa, de edad Arenigiense medio según la escala mediterránea (= Floiense *pro parte* en términos cronoestratigráficos globales: Bergström *et al.*, 2006 y en prensa).

En tránsito gradual-rápido sobre la unidad anterior, se disponen 430 m de pizarras oscuras (Formación Valongo), que en la sección de Canelas contienen un nivel delgado de hierro oolítico (8-20 cm), capas explotables de pizarras de extraordinaria calidad, de hasta 25 m de espesor individual, y tramos con nódulos, los cuales pasan a ser muy abundantes hacia el techo de la sucesión (Fig. 2). Los fósiles son frecuentes en la unidad, sobre todo en los niveles del Oretaniense inferior, cuyo registro se ve magnificado por el control científico en la explotación de la cantera de Canelas (Fig. 3A). Se trata principalmente de trilobites de gran talla (hasta 70 cm de longitud), que unen al gigantismo apreciado entre algunas especies de asáfidos, la expansión tectónica causada por una foliación subparalela a la estratificación. Además de los grandes trilobites que confieren singularidad al yacimiento (Fig. 3B y 3D), con 20 especies identificadas hasta el momento (Sá y Gutiérrez-Marco, 2006), la Formación brinda en diferentes niveles fósiles de moluscos (cefalópodos, bivalvos, rostroconchas, gasterópodos), equinodermos (cistoideos diploporitos, crinoideos, ofiuroides), braquiópodos, hololítidos, conuláridos, ostrácodos, graptolitos e icnofósiles. Aunque los estudios actuales se han centrado hasta ahora en los tramos fosilíferos oretanienses, las prospecciones realizadas en otros horizontes estratigráficos revelan que los afloramientos de Arouca son cronológicamente equivalentes a los del área tipo de la Formación Valongo, donde la unidad ha sido datada entre el límite Arenigiense medio-superior (base) hasta el Dobrotiviense inferior terminal (techo): Couto *et al.* (1997). Por lo tanto y en términos cronoestratigráficos globales, la Formación Valongo es esencialmente del Ordovícico Medio (Dapingiense a Darriwiliense *pro parte*: Bergström *et al.*, 2006 y en prensa).

La siguiente unidad (Formación Sobrido, Fig. 2) se dispone disconforme sobre la For-

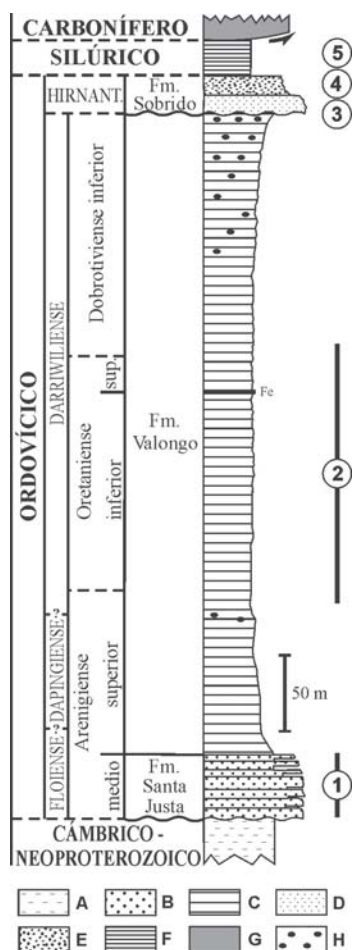


Fig. 2.- Columna estratigráfica del Paleozoico de la región de Arouca, con indicación de los elementos patrimoniales señalados en la Fig. 1 (nº 1 a 5). A, esquistos y grauwacas; B, cuarcitas y areniscas en bancos; C, pizarras; D, cuarcitas masivas; E, grauwacas y pizarras con cantos dispersos; F, pizarras graptolíticas; G, conglomerados y areniscas; H, pizarras con nódulos.

Fig. 2.- Stratigraphic log of the Arouca Ordovician, showing the vertical range of the geosites (1-5) indicated on Fig. 1. A, shales and greywackes; B, bedded quartzites and sandstones; C, shales and slates; D, massive quartzites; E, shales and greywackes with pebbles; F, graptolitic black shales; G, conglomerates and sandstones; H, shales with nodules.

mación Valongo y consta de dos miembros: uno inferior de cuarcita (8 m) y uno superior diamictítico (10 m), en el cual predominan las grauwacas arcillosas con cantos y granos dispersos de areniscas y cuarzo (Fig. 3E). El miembro superior se asocia a los ambientes glaciomarinicos que favorecieron el depósito de las ubicuas facies de las «pelitas con fragmentos» perigondwánicas, por lo cual la Formación Sobrido se atribuye enteramente al Ordovícico terminal (Hirnantense): Couto *et al.* (1997, con referencias). La laguna estratigráfica basal de la unidad, en su límite con la Formación Valongo, implicaría de este

Fig. 3.- A, vista panorámica de las formaciones Santa Justa (cresta cuarcítica, con el vértice Gralheira) y parte de la cantera de Canelas en la Fm. Valongo (izquierda); B, trilobites (*Nobiliasaphus delessei*) aparecido durante el tratamiento industrial de la pizarra; C, vista de la parte trasera del Centro de Interpretación Geológica de Canelas (Fig. 1, pto. 6); D, trilobites gigantes del Oretaniense inferior encontrados en la cantera (Fig. 1, pto. 2); E, diamictitas glaciomarinicas del Hirnantense (Fig. 1, pto. 4); F, densa concentración de *Cruziana* ispp. en la Formación Santa Justa (Fig. 1, pto. 1); G, interior visitable de la mina romana de oro, misma unidad y localidad que F.

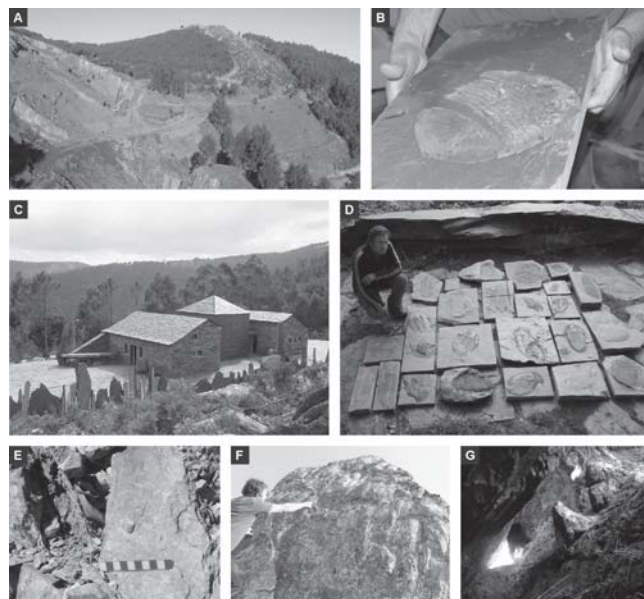


Fig. 3.- A, General view of the area: Ordovician Santa Justa Formation (quartzitic crest to the right, forming the Gralheira peak) and the slate quarry in the Valongo Fm. (left); B, detail of a trilobite (*Nobiliasaphus delessei*) in a slab cut while processing the slate; C, the Geological Interpretation Centre of Canelas (loc. 6, Fig. 1), viewed from the back; D, Samples of giant trilobites recovered from the Lower Oretanian slate quarry (loc. 2, Fig. 1); E, Hirnantian glaciomarine diamictites (loc. 4, Fig. 1); F, Dense concentration of oriented burrows (*Cruziana* ispp.) occurring in the Santa Justa Fm. (loc. 1, Fig. 1); G, trench and galleries of the Roman gold mine dug in Ordovician quartzites (loc. 1, Fig. 1).

modo a la mayor parte del Ordovícico Superior (pisos Berouniense-Kralodvoriense mediterráneos, o Sandbiense-Katiense globales).

En contacto mecanizado sobre la Formación Sobrido, afloran 22 m de sapropelitas finas, muy alteradas, que libran abundantes restos de graptolitos representativos de la Biozona de *Rastrites linnaei* del Telychiense inferior (Llandovery): Piçarra en Sá y Gutiérrez-Marco (2006). El conocimiento de la sucesión silúrica está aún en una fase muy preliminar, y en la sección de Canelas las pizarras graptolíticas se hallan en contacto por falla con capas gruesas de conglomerados, correspondientes al Estefaniense C continental de la cuenca carbonífera del Douro. Sin embargo, la sucesión silúrica alcanza mayor continuidad en otros perfiles emplazados al noroeste de Canelas, donde podría extenderse hasta la base de una nueva unidad de areniscas atribuida al Devónico (Medeiros, 1964).

Patrimonio Geológico

En la figura 1 se indican los puntos principales de la ruta sobre patrimonio geológico que parte del Centro de Interpretación Geológica de Canelas, los cuales se corresponden con los números que aparecen ordenados estratigráficamente en la columna de la figura 2. Tras la recepción inicial en el centro (Fig. 1, pto. 6), que dispone de una pequeña sala de conferencias (50 plazas) y un auditorio exterior (150 plazas), los visitantes son dirigi-

dos a la cantera de pizarra (Fig. 1, pto. 2) y recorren a pie un trayecto que discurre por la parte media de la Formación Valongo, en paralelo al nivel de hierro oolítico (Fig. 2) y a unos antiguos caminos romanos que descienden de las minas de oro ubicadas en la Formación Santa Justa (Fig. 3G). En la montera alterada del yacimiento de pizarras se realizan distintas observaciones sobre el modo de aparición y conservación de los fósiles, así como sobre los ambientes y el contexto paleogeográfico de la sedimentación ordovícica. Tras esta panorámica sobre la cantera y los fósiles, el camino cambia de rumbo para dirigirse al tramo más elevado de la Formación Valongo (pizarras con nódulos) y examinar el contacto disconforme con la cresta cuarcítica que define la Formación Sobrido (Fig. 1, pto. 3). A partir de aquí el camino vuelve a cortar la Formación Valongo hasta alcanzar la Formación Santa Justa, que aflora en el pico Gralheira (Fig. 1, pto. 1 y Fig. 3A). En este punto se halla instalado un mirador desde el que los visitantes obtienen una panorámica de la sucesión estratigráfica y las canteras, así como de las litologías de la Formación Santa Justa. De allí mismo parten varias sendas para la observación *in situ* de icnofósiles en la cuarcita, destacando un estrato con numerosos ejemplares orientados de *Cruziana* (Fig. 3F). También se accede a la mina romana de la Gralheira d'Água, que benefició filones auríferos emplazados en la cuarcita ordovícica, de la cual se pueden visitar algunas estructu-

ras minerúrgicas y una parte de la explotación subterránea (Fig. 3G). Antes de regresar al punto de partida, los visitantes pueden desviarse ligeramente para contemplar las facies glaciomarinadas de la parte superior de la Formación Sobrido (Fig. 1, pto. 4 y Fig. 3E) y las pizarras fosilíferas del Silúrico (Fig. 1, pto. 5), único tramo que, por encontrarse aún en estudio, todavía no se halla definitivamente señalado y acondicionado.

Desde el punto de vista del patrimonio geológico, la sección paleozoica de Canelas reúne en muy poco espacio, en un paraje singular y con condiciones de observación idóneas, cinco unidades litoestratigráficas delimitadas por dos discontinuidades y una importante falla (Fig. 2). La cantera aporta permanentemente descubrimientos paleontológicos en el campo de la paleobiología de los trilobites y la icnología de los ambientes disaeróbicos, alguno de ellos de nivel internacional y en parte avanzados por Sá y Gutiérrez-Marco (2006) pero en su gran mayoría aún sin publicar. La enorme potencialidad de los afloramientos y la colaboración decidida de la empresa Valério & Figueiredo, con el aval municipal y los entes implicados en el Geoparque Arouca, ha sido clave en la construcción de las primeras infraestructuras de protección y difusión de este importante patrimonio. Al mismo tiempo, la juventud de estas iniciativas y los grandes resultados paleontológicos todavía inéditos, impidieron que el Paleozoico Inferior de Arouca fuese incluido a tiempo en la primera selección de contextos geológicos portugueses de relevancia internacional (Brilha *et al.*, 2005). No obstante, a escala del Macizo Ibérico, Arouca constituye hoy día uno de los 21 geositos ordovícicos de interés para el registro geológico mundial (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2007), que deparará en un futuro inmediato grandes sorpresas a la comunidad científica. La planificación del Geoparque Arouca y la buena acogida del Centro de Interpretación Geológica de Canelas auguran un futuro esperanzador a esta región como foco de conservación y difusión del conocimiento sobre el Ordovícico ibérico. En este sentido, al actual *museo de sitio*, dotado con todo tipo de servicios (aseos, sala de conferencias, internet, etc.), se le ha sumado recientemente otro edificio multiusos, equipado con dormitorios, duchas y cocina, que servirá como residencia para los grupos de excavación paleontológica y arqueológica. La inclusión del Geoparque Arouca en la red de geoparques de la UNESCO daría un empujón definitivo a la hora de culminar ésta y otras iniciativas para la puesta en valor de los afloramientos paleozoicos de la región.

Agradecimientos

A la empresa Ardósias Valério & Figueiredo Lda., por su apoyo continuado al trabajo paleontológico en la cantera de Canelas. A la Câmara Municipal de Arouca, por su sensibilidad en la gestión del patrimonio geológico y la financiación (a D.R.) para su inventario. Este trabajo es una contribución a los proyectos CGL2006-07628/BTE y PTDC/CTE-GEX/64966/2006, financiados por el Ministerio de Educación y Ciencia español y la Fundación de Ciencia y Tecnología de Portugal, respectivamente.

Referencias

- Bergström, S.M., Finney, S.C., Chen, X., Goldman, D. y Leslie, S.A. (2006). *Lethaia*, 39, 287-288.
- Bergström, S.M., Chen, X., Gutiérrez-Marco, J.C. y Dronov, A. (en prensa). *Lethaia*.
- Brilha, J., y 25 coautores (2005). *Episodes*, 28, 177-186.
- Dias, R. y Ribeiro, A. (1998). *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 85, 19-27.
- Couto, H., Piçarra, J.M. y Gutiérrez-Marco, J.C. (1997). En: *Libro de Resúmenes y Excursiones XIII Jornadas de Paleontología* (A. Grandal D'Anglande, J.C. Gutiérrez-Marco y L. Santos Fidalgo, Eds.). Univ. da Coruña, 270-290.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Sá, A.A. y Rábano, I. (2006). *Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial*, 7, 31-34.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Sá, A.A., San José, M.A., Pieren Pidal, A.P., Sarmiento, G.N., Piçarra, J.M., Durán, J.J., Baeza, E. y Lorenzo, S. (2007). *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 (Suppl.), 163-169.
- Medeiros, A.C. (1964). *Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 13-B (Castelo de Paiva)*. Serviços Geológicos de Portugal.
- Pereira, E., Severo, L. y Gonçalves, M. (1980). *Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 13-D (Oliveira de Azevés)*. Serviços Geológicos de Portugal.
- Rábano, I. (1983). *Geobios*, 16, 431-441.
- Rábano, I. (1989a-d). *Boletín Geológico y Minero*, 100, 307-338 (parte 1), 541-609 (parte 2), 767-841 (parte 3), 971-1032 (parte 4). Reimpreso en 1990 como *Publicaciones Especiales del Boletín Geológico y Minero*, 233 p.
- Rocha, D.M.T. (2007). En: *Geoparque Arouca: um projecto para o desenvolvimento da região*. Câmara Municipal de Arouca, 25-62.
- Rocha, D., Silva, L., Alfama, V., Brilha, J., Valério, M. y Sá, A.A. (2006). En: *Actas do Simpósio Ibérico do Ensino da Geologia, XIV Simposio sobre Enseñanza de la Geología, XXVI Curso de Atualização de Professores de Geociência* (J. Medina, B. Valle Aguado, J. Praia y L. Marques, Eds.). Univ. de Aveiro, 461-465.
- Rocha, D., Sá, A.A., Brilha, J., Cachao, M., Couto, H., Gutiérrez-Marco, J.C., Medina, J., Rábano, I. y Valério, M. (2007). En: *Landscape and People: Earth Heritage, Culture and Economy*. Ullapool, Scotland, 35.
- Romano, M. y Diggens, J.N. (1974). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 57, 23-50.
- Sá, A.A. y Gutiérrez-Marco, J.C., Eds. (2006). *Trilobites gigantes das ardósias de Canelas (Arouca)*. Ardósias Valério & Figueiredo, 207 p.
- Sá, A.A. y Valério, M. (2005). En: *Cruziana '05: Actas do Encontro Internacional sobre Património Paleontológico, Geoconservação e Geoturismo* (C. Neto de Carvalho, Ed.). Idanha-a-Nova, 23-25.
- Sá, A.A., Valério, M., Rábano, I. y Gutiérrez-Marco, J.C. (2005). En: *Abstracts IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage*. University of Minho, Braga, 42.
- Sá, A.A., Brilha, J., Cachão, M., Couto, H., Gutiérrez-Marco, J.C., Medina, J., Rábano, I., Rocha, D. y Valério, M. (2006a). En: *Abstracts Second Unesco International Conference on Geoparks*, Belfast, 132.
- Sá, A.A., Brilha, J., Cachão, M., Couto, H., Medina, J., Rocha, D., Valério, M., Rábano, I. y Gutiérrez-Marco, J.C. (2006b). En: *Resumos alargados VII Congresso Nacional de Geologia*, Évora (J. Mirão y A. Balbino, Eds.). 3, 893-896.
- Sá, A.A., Rábano, I., Gutiérrez-Marco, J.C., Brilha, J., Cachão, M., Couto, H., Medina, J., Rocha, D. y Valério, M. (2006c). En: *Resúmenes VII Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico* (J.C. García-Ramos, M. Jiménez-Sánchez, L. Piñuela, M.J. Domínguez Cuesta y C. López Fernández, Eds.). Sociedad Geológica de España, Colunga, 38.
- Sá, A.A., Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I. y Valério, M. (2007). *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 (Suppl.), 434-439.
- Teixeira, C. (1955). *Notas sobre a geologia de Portugal - O Sistema Silúrico*. Empresa Literária Fluminense, Lisboa, 105 p.
- Thadeu, D. (1956). *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, 12, 1-38.
- Valério de Figueiredo, M. (2007). En: *Geoparque Arouca: um projecto para o desenvolvimento da região*. Câmara Municipal de Arouca, 69-76.