

# EL PROGRESO HISTÓRICO EN EL CONOCIMIENTO PALEONTOLÓGICO DEL PALEOZOICO ESPAÑOL

*Jaime TRUYOLS*

Prof. Emérito, Dpto. Geología, Universidad de Oviedo. Oviedo, España.

## ABSTRACT

The paleontological knowledge of the Spanish Paleozoic was initiated during the first third of the nineteenth century, although former precedents exist. The progress of this knowledge, at least, until the end of that century runs parallelly to that of the Geology in Spain, done mainly by the engineers of the Geological Map Commission. The role played by Verneuil at the beginning of this process is shown, as well as that of other French authors. However, modern development of Spanish Paleontology does not materialize until the middle of the present century, with the intervention of numerous foreign schools and the increase of Spanish geological research centers.

**Key words:** Paleontology, Paleozoic, Spain, Historical development.

## RESUMEN

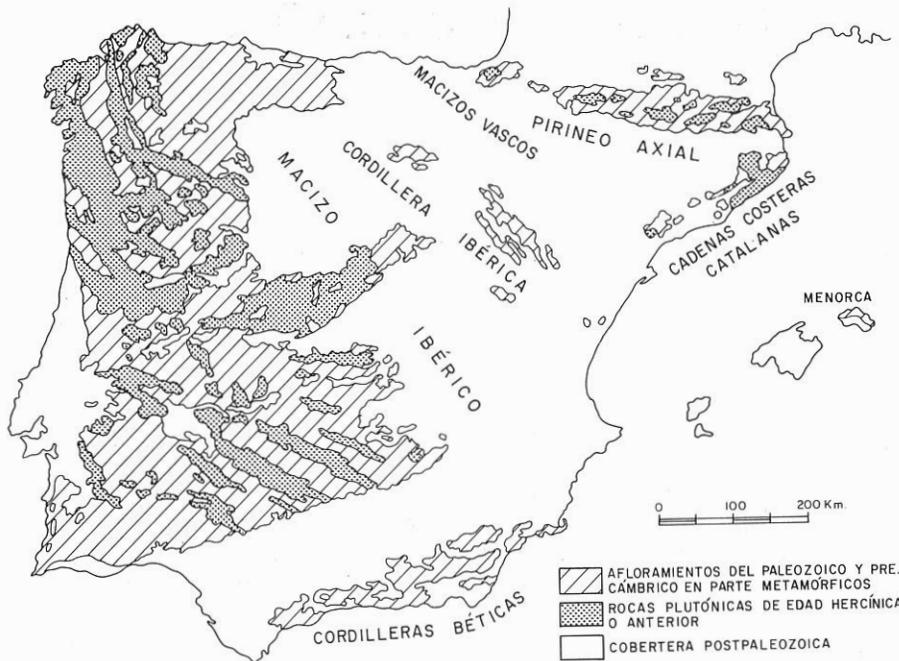
El conocimiento paleontológico del Paleozoico español se inicia de hecho durante el primer tercio del siglo XIX, si bien existen precedentes anteriores. El progreso de este conocimiento, por lo menos hasta fines de siglo, discurre paralelamente al de la geología del territorio, efectuado principalmente por los ingenieros de la Comisión del Mapa Geológico. El papel jugado por Verneuil en los comienzos de este proceso es puesto de manifiesto, así como el de otros autores franceses. Sin embargo, el desarrollo moderno de la Paleontología del Paleozoico español no se produce sino hasta mediados del siglo actual, con intervención de numerosas escuelas extranjeras y la multiplicación de los centros españoles de investigación geológica.

**Palabras clave:** Paleontología, Paleozoico, España, Desarrollo histórico.

El mapa geológico de España muestra la existencia de una considerable superficie de terrenos que figuran coloreados como paleozoicos: el macizo Ibérico en primer lugar, compartido con nuestro vecino Portugal, y diversos afloramientos de extensión menor, independientes de él. De los 498.000 km<sup>2</sup> que posee la superficie total del país, aproximadamente 174.000 están ocupados por terrenos paleozoicos y precámbricos, incluyendo en ellos los afloramientos de rocas intrusivas de estas mismas edades, lo cual supone un 35% del territorio total de España. Aún si descartamos las áreas ocupadas por dichas rocas intrusivas y las correspondientes a materiales fuertemente metamorizados, deben quedar todavía más de 76.000 km<sup>2</sup>, entre los cuales están representadas rocas sedimentarias de muy distinta naturaleza, susceptibles, por lo menos potencialmente, de contener restos fósiles, superficie ésta correspondiente a una extensión que equivale al 15% de la de todo el país. El territorio español constituye pues uno de los conjuntos geográficos más interesantes de Europa en cuanto a sus presuntas

posibilidades de contener material fosilífero del Paleozoico (Fig. 1).

A pesar de ello, el conocimiento relativamente preciso de este contenido no ha llegado a producirse sino hasta tiempos recientes, aunque las primeras investigaciones sobre fósiles del Paleozoico español se habían iniciado ya a mediados del siglo pasado, algunas décadas después de cuando las habían iniciado varios de los países de Europa occidental. Este retardo no debe ser considerado como privativo de los fósiles paleozoicos; se trata de un fenómeno de alcance más amplio, ya que afecta a toda la Paleontología, de desarrollo tardío en nuestro país. Las circunstancias sociopolíticas influyeron sin duda en este estado de cosas. En el siglo XVIII (y aún antes) los fósiles habían despertado aquí la misma curiosidad que en otras partes, y por ello sus hallazgos constituían material exhibible en establecimientos como el Gabinete del Rey o eran objeto de sesudas disquisiciones por parte de los eruditos de la época en algunas de las Sociedades de Amigos del País o en las Academias locales. Pero al comenzar el siglo XIX, las circunstancias políticas (la



**Figura 1.** Afloramientos paleozoicos y precámbricos en la Península Ibérica.

Guerra de la Independencia, la «década ominosa» con la emigración de intelectuales, la primera guerra carlista) fueron totalmente desfavorables para el fomento y desarrollo científico, en una época precisamente crucial para la historia de los progresos científico-técnicos de una Europa que estaba viviendo su revolución industrial.

Sin embargo, este marasmo científico en que se hallaba el país encontró de pronto una salida inesperada por lo que se refiere a los primeros estudios geológicos. Paradójicamente, un hecho que en realidad debía ser considerado como negativo desde el punto de vista económico y del progreso material del país, como fue el hundimiento del imperio colonial americano, llegó a favorecer en España el inicio de una etapa fructífera para el desarrollo de diversos aspectos de las Ciencias de la Tierra. La pérdida de la riqueza que constituía la explotación de las minas de los virreinos de México y Perú, determinó la necesidad acuciante de prospectar ampliamente todo el territorio de la metrópoli, en busca de recursos minerales que pudieran compensar en alguna manera aquellas fuentes de ingreso. La llegada a la Dirección General de Minas de Fausto de Elhuyar, con una brillante ejecutoria en Nueva España como Director del Seminario de Minería de México, fue providencial para iniciar el desarrollo de la Geología en el país. La liberalización en la explotación minera, promovida por la Ley de 1825, fue su obra personal, lo que dio lugar a la aparición de los primeros estudios geológicos que se efectuaron en territorio español.

En 1849 se creaba la primera Comisión del Mapa Geológico nacional, confiada al cuerpo de Ingenieros de Minas, la cual tras diversas vicisitudes y después de una reorganización total en 1873, logró dar fin a la misión

para la que había sido creada: la obtención del mapa geológico del país a escala 1: 400.000. La obra de levantamiento del mapa fue una de las realizaciones más afortunadas de la ciencia española del siglo XIX, de desarrollo tan azaroso como irregular. Esta actividad, promovida desde la Dirección General de Minas, es la que determinó que la Paleontología española tomase un rumbo distinto del que podía haberse esperado, al dirigirse de manera exclusiva al servicio de los intereses geológicos y mineros. No surgió pues entre nosotros una Paleontología estructurada como disciplina científica de carácter biológico, sino tan sólo como técnica útil para satisfacer las necesidades que precisaba la labor

oficial de levantamiento del Mapa. Si más allá de nuestras fronteras, el conocimiento del registro paleontológico se iba produciendo sistemáticamente gracias a la publicación de amplias monografías descriptivas de grupos taxonómicos, otra era la trayectoria seguida por la ciencia en España, encaminada tan sólo a proporcionar el establecimiento de hitos temporales, más o menos precisos, en las series estratigráficas del país. Debido a la adopción de esta orientación aplicada, no es de extrañar que las primeras enseñanzas de la materia que se impartieron en España lo hicieran en un centro de tipo técnico como era la Escuela de Minas de Madrid el año 1839, iniciadas por Rafael Amar de la Torre. Tampoco en la Universidad se pudo evitar la misma orientación. En realidad, no llegó a contar con una cátedra con la denominación de Paleontología hasta 1852 (y tan solo en la de Madrid) que, ocupada desde el principio por Juan Vilanova y Piera, se mantuvo estrechamente asociada en su docencia con la Geología. Estas circunstancias habían de marcar necesariamente el tipo de investigación paleontológica que se ha llevado a cabo en España durante tanto tiempo.

¿Cuándo debió producirse entre nosotros el hallazgo de los primeros fósiles paleozoicos? Es de suponer que de antiguo las «piedras figuradas» hubiesen llamado la atención de curiosos, que las utilizarían con misión ornamental o las considerarían como amuletos mágicos, y entre ellas seguramente algunos fósiles paleozoicos habrían despertado la imaginación a más de uno por su forma curiosa. Pero en todo caso no ha quedado constancia escrita de ello en la mayor parte de veces. Seguramente la primera referencia sobre el conocimiento popular de fósiles paleozoicos que aparece en la bibliografía española sea la que lleva fecha de

1754, que corresponde al relato que Fray José Torrubia, cronista general de la orden franciscana, inserta en su «Aparato para la Historia Natural española». Según refiere el autor, él mismo observó en la posada de Anchuela, un lugar cercano a Molina de Aragón (Guadalajara), cómo una muchacha del pueblo utilizaba para sus juegos infantiles algunas «piedras figuradas» procedentes de los alrededores. El espíritu observador de Torrubia le llevó a interesarse por tales piedras y como resultado de algunas pesquisas por las inmediaciones, se produjo el hallazgo de varios ejemplares de fósiles del Paleozoico de aquella localidad y de la vecina de Pardos, que fueron considerados («a primera vista», como indica él) como pertenecientes a cangrejos. Para la pequeña historia conocemos incluso el nombre de la pastorcilla que le guió: se llamaba Gabriela Pérez Gil y tenía tan solo once años. Sucedió el 10 de agosto de 1750. Hoy, Isabel Rábano ha identificado los ejemplares figurados por Torrubia como pertenecientes a un trilobite del género *Colpocoryphe*, sin determinación específica posible.

Pero las primeras especies bien establecidas que figuran en el registro paleontológico del Paleozoico español, todavía tardarían en aparecer tres cuartos de siglo. Quizá la primera corresponde al crinoideo *Encrinus townsendi* (hoy *Cupressocrinites townsendi*), especie descrita por König en 1825 como procedente del Devónico asturiano (probablemente de la localidad costera de Candás), que había sido hallada por el Rvdo. Joseph Townsend, el eficaz colaborador de William Smith, durante su pintoresco viaje por tierras españolas. Tres años más tarde, Brongniart, en su gran monografía sobre los vegetales fósiles (1828), citaba la presencia de *Pecopteris dentata* en otra localidad asturiana, Sama de Langreo, a partir de un ejemplar suministrado por el viajero y geólogo francés F. Leplay. La riqueza paleontológica del Paleozoico asturiano puede justificarse quizá que los primeros hallazgos, producto del azar, se produjeran en esta región, donde la industria extractiva del carbón podía haber exhumado, directa o indirectamente, muchos restos a lo largo de los años. Estos hallazgos, por lo tanto, no estaban relacionados con los primeros trabajos geológicos que en aquellos momentos se estaban iniciando en España, promovidos por la Dirección General de Minas. Sin embargo, algunos de estos trabajos no tardaron en incluir, aunque escasos y aislados, datos paleontológicos referidos al Paleozoico (Leplay, 1834; Ezquerro, 1838; Paillette 1839). Se trata de citas poco significativas, que en ningún caso van acompañadas de descripciones del material encontrado. Precisamente la falta de descripciones del material fosilífero recolectado es un hecho que se ha prodigado excesivamente en los trabajos españoles, seguramente a causa de la exclusiva orientación como materia auxiliar que ha mantenido la investigación paleontológica durante largo tiempo.

La situación de estos años cambió a partir de 1844, al abrirse una fecunda etapa de veinte años de duración, caracterizada por la presencia constante en España de la figura de Edouard De Verneuil. Fue con sus monografías paleontológicas, que contenían descripciones y excelentes figuraciones del material recolectado, cuando nace propiamente la Paleontología descriptiva en España. Curiosamente las primeras monografías de Verneuil siguen

correspondiendo a hallazgos practicados en Asturias o en la vertiente meridional de la misma Cordillera Cantábrica. Un geólogo francés, que trabajaba contratado en explotaciones mineras asturianas, Adrien Paillette, efectuó el descubrimiento del importante yacimiento devónico de Ferroñes, que confió para su estudio a Verneuil, por entonces ya reconocido como una de las grandes figuras mundiales de la Paleontología del Paleozoico. En 1844 este autor publicó, como avance, una primera nota sobre un blastoideo de Ferroñes, que denominó *Pentremites pailletti* (hoy día *Pentremitidea paillettei*). Esta publicación inauguró la serie de trabajos fundamentales de Verneuil sobre fauna paleozoica (y postpaleozoica) de España. Al año siguiente, esta vez en colaboración con el Vizconde D'Archiac, describió la fauna completa de Ferroñes, en la que distinguió hasta 31 especies distintas, varias de las cuales han quedado como formas clásicas en el repertorio paleontológico universal. Y todavía en 1846, junto con Paillette, dio a conocer una fauna carbonífera marina procedente de varias localidades de la Cuenca central asturiana. Más tarde (1850 a), y conducido por Casiano de Prado, describió una notable cantidad de especies (77) de los yacimientos devónicos de los alrededores de Sabero, en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica (especialmente de la localidad de Colle) y el mismo geólogo le llevó a estudiar en 1855 las faunas del Paleozoico de Almadén y Sierra Morena, estudio que realizó en colaboración con Joachim Barrande, por haber tenido la fortuna de identificar en los Cortijos de Malagón (Ciudad Real), la presencia de la famosa «fauna primordial» del Cámbrico medio, descubierta pocos años antes en Bohemia. La colaboración entre Verneuil y Prado se prolongó durante algunos años, y en 1860 ambos autores reconocían también la «fauna primordial» en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica.

Hay que considerar pues, en honor a la verdad, a Verneuil como el introductor de las investigaciones paleontológicas en nuestro país, y no solamente las referidas al Paleozoico. Es cierto que desde 1839 en la Escuela de Minas se impartía instrucción paleontológica a los futuros ingenieros, pero no es menos cierto que llegaron a transcurrir varios años durante los cuales en las memorias publicadas por los expertos de la Comisión del Mapa Geológico, figuraban bien pocos nombres de fósiles determinados por ellos mismos. Fue lógicamente la influencia de Verneuil la que consiguió su introducción. El fenómeno es hasta cierto punto comparable con el que sucedía con nuestros vecinos de Portugal, donde la introducción de los estudios sobre Paleontología paleozoica (que contaron más tarde con la figura tan importante de Nery Delgado) tuvo lugar por vía inglesa en la misma época, a través de Daniel Sharpe (1849) y colaboradores suyos.

En solitario o junto con otros autores, Verneuil siguió reconociendo en España la existencia de numerosas especies, recolectadas durante una serie de viajes efectuados entre 1849 y 1862, que le permitieron además conocer palmo a palmo la naturaleza geológica del país, en la medida que ello era posible en su época. En 1882, Barrois estimaba en 425 el número de especies paleozoicas que Verneuil había citado de España. Su influencia provocó lógicamente que varios de los

ingenieros de minas con los que había contactado, tomaron muy en consideración el papel de la Paleontología en sus trabajos de reconocimiento geológico del país, sensibilizados por la eficacia demostrada por sus resultados. Quienes aprovecharon mejor esta influencia fueron Casiano de Prado, en primer lugar, y Joaquín Ezquerro del Bayo (el introductor en España de la obra de Lyell), Amalio Maestre, Ramón Pellico y algún otro. En 1850, Ezquerro manifestaba explícitamente que la Paleontología «es un estudio al que nos hemos dedicado con algún afán *hace muy pocos años*». A todos ellos seguramente les incentivaban más los contactos personales y en el campo con Verneuil, que las propias enseñanzas recibidas en la Escuela de Minas, probablemente más teóricas, que no llegarían a pesar demasiado en su formación profesional. En cambio, no era ese el caso de Guillermo Schulz, ingeniero alemán afincado en España e integrado en la Comisión del Mapa, el cual por su cuenta había reconocido la presencia de numerosas especies en el Paleozoico de la Cordillera Cantábrica.

Tal era el estado del conocimiento paleontológico del Paleozoico español a mediados del siglo pasado. Las circunstancias fueron evolucionando lentamente durante el último cuarto de siglo, la época de la Restauración borbónica, pero las aportaciones paleontológicas fundamentales siguieron siendo en gran parte obra de autores extranjeros. Es verdad que los ingenieros de la Comisión del Mapa, pertenecientes a una nueva generación poseían ya una mejor disposición para la aceptación del empleo de los fósiles como herramienta para sus estudios, y así, a la vez que se conseguía dar remate a la obra del mapa bajo la dirección de Manuel Fernández de Castro, se iba enriqueciendo progresivamente el patrimonio paleontológico del país con aportaciones de nuevas especies, citadas por Martín Donayre, Gonzalo y Tarín, Cortázar, Egozcue, y otros ingenieros, por mencionar tan solo aquellos que realizaron algunos estudios en áreas paleozoicas. Sin embargo, por encima de todos ellos hay que destacar a Lucas Mallada, la gran figura finisecular de la Comisión del Mapa, autor de la «Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España» (1875-1887) y del «Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España» (1891), obras de recopilación, enriquecidas no obstante con numerosos datos propios. De algún modo el talento enciclopédico de Mallada debió influir en el trabajo de sus compañeros de la Comisión. En cambio, por lo que se refiere a la Paleontología del Paleozoico, hay que conceder un papel menor a las contribuciones efectuadas desde la Universidad de Madrid por Juan Vilanova y otros autores, ya que la gran mayoría de sus publicaciones versaron sobre estudios bioestratigráficos y paleontológicos del Mesozoico. Y poco más hay que añadir sobre el tema. Pero no puede olvidarse, al margen de las contribuciones oficiales, la obra singular llevada a cabo por el canónigo Jaime Almera desde Barcelona, que en la tarea de levantamiento del mapa geológico de la provincia, dio a conocer numerosas especies del Paleozoico de las Cordilleras Costeras Catalanas,

asesorado por paleontólogos franceses, como Bergeron, Barrois, Barrande, Saporta, etc.

De todos modos, la contribución más importante al conocimiento de la Paleontología del Paleozoico español en esta etapa de finales del siglo XIX fue obra de otro autor francés, Charles Barrois, quien en su monumental estudio geológico sobre el Paleozoico de Asturias y Galicia, llegó a describir un número extraordinario de especies, que elevaron a 620 la cifra de las reconocidas en este sector de la Cordillera Cantábrica. La gran mayoría de ellas habían sido determinadas por él mismo, pero también contó con la ayuda para algunos grupos taxonómicos, de Zeiller, Grand'Eury, Steinmann, Bargatzky, etc. La obra de Barrois tuvo una importancia decisiva, ya que aparte de su valor estrictamente paleontográfico, vino a constituir la base para el conocimiento bioestratigráfico de tan relevante segmento del Macizo Ibérico, como es la región asturiana.

La participación de los autores extranjeros fue constante a partir de entonces, pero en todos los casos se trató de contribuciones individuales, que no suponían necesariamente participación en algún proyecto preconcebido de escuela, como es la modalidad que ha caracterizado la investigación que viene desarrollándose en este país durante los últimos tiempos. Siguiendo la tónica de los años anteriores, fueron autores franceses (Dalloni, Mengel, Zeiller, en el Pirineo; Oehlert, en la Cordillera Cantábrica; Barrois y Pruvost, en las Cordilleras Costeras Catalanas; Dereims, en la Cordillera Ibérica; Groth, en la Sierra Morena; Hermite, en Menorca) los que realizaron la mayor parte de aportaciones paleontológicas, pero deben citarse asimismo las efectuadas por autores alemanes (Grosch, en la Cordillera Cantábrica; Born y Müller, en Sierra Morena y Montes de Toledo). Si en algunos casos estas aportaciones se limitaban a simples listados de taxones reconocidos, en otros eran descripciones formales de las especies estudiadas. A su lado, con un papel más discreto pero no por ello menos interesante, hay que mencionar las contribuciones de los autores españoles: Hernández Sampelayo, Carbonell, Madariaga y Patac, del cuerpo de Minas; Hernández Pacheco y Gómez de Llarena, de la Universidad madrileña; y a los discípulos barceloneses de Almera, como Font y Sagué, y Faura y Sans. Debe indicarse que en aquellos tiempos (finales del siglo XIX, primer cuarto del siglo actual), la mayor contribución de los autores españoles se habían volcado de manera primordial en el estudio del material fósil procedente del Mesozoico y del Terciario.

El acontecimiento que propició el desarrollo moderno del conocimiento de la Geología española fue la celebración en 1926 del XIV Congreso Geológico Internacional, que tuvo lugar en Madrid. La asistencia de las grandes figuras de la Geología y la Paleontología europeas, permitió a éstos el conocimiento directo de la problemática geológica existente en los macizos antiguos del país y calibrar su posible riqueza paleontológica. Este hecho determinó el comienzo de otra etapa importante en el proceso a que nos venimos refiriendo. Diversas escuelas extranjeras establecieron a partir de entonces planes de investigación geológica en España, destacando por su amplitud la de la Universidad de

Göttingen, dirigida por el profesor Hans Stille. Sus miembros, a la vez que reinterpretaban los datos preexistentes de los ingenieros de la Comisión del Mapa, realizaban estudios innovadores en diversas parcelas del país. Algunos de estos estudios contienen interesante información relativa a los terrenos de edad paleozoica (Lotze, Schriel, Qiring), y en relación con ellos (y en algunos casos, independientemente) surgieron también monografías paleontológicas de gran interés (Kegel, W. Schmidt, H. Schmidt, Von Gaertner, Richter, Hundt, Haberfelner, Simon, etc.). Paralelamente a ellos, diversos autores franceses, que seguían las huellas de Barrois, efectuaban asimismo estudios regionales con gran contribución paleontológica referida al Paleozoico (Delépine, Comte, Dalloni).

Esta trayectoria vino a truncarse violentamente en 1936 como consecuencia del estallido de nuestra guerra civil, seguida, sin apenas respiro, por el de la Segunda Guerra Mundial. Estas circunstancias acarrearón graves problemas para la ciencia en España. Durante los tres años de la guerra civil, prácticamente se interrumpieron los trabajos geológicos y paleontológicos en el país, y su reanudación, una vez finalizado el conflicto, se realizó con lentitud. Esta situación había provocado dolorosas desapariciones entre las personalidades del mundo científico español, lo que en parte explica la tardanza en la reaparición de nuevos trabajos y planes de investigación. Como figura pionera en la nueva y trabajosa etapa que se iniciaba, es de justicia mencionar el nombre de Bermudo Meléndez, el primero que después del desastre se interesó por los estudios del Paleozoico español con sus investigaciones sobre el Paleozoico inferior iniciadas en 1943. A él además hay que atribuir la labor de fomento de los estudios sobre macro y microflora carboníferas que, bajo los auspicios del Consejo Superior de Investigaciones Científicas recién creado, y de la Dirección General de Minas, fueron confiados al profesor W. J. Jongmans, de Heerlen, a principios de los años 50.

Si la llegada a España de Verneuil y la de Barrois marcaron en su tiempo el inicio de sendas etapas importantes para el desarrollo de la Paleontología en nuestro país, y del mismo modo un acontecimiento como la celebración del XIV Congreso Geológico Internacional constituyó un hito señalado para su progreso, también por su parte la entrada en la segunda mitad del siglo XX es el punto de partida de otra nueva singladura, pero de mayor trascendencia todavía. Efectivamente, el comienzo de la década de los años 50 representa un paso significativo para los avances de la Geología y la Paleontología de España. La llegada del profesor Jongmans no constituyó un hecho aislado a este respecto. Casi coincidiendo con ello, se iniciaron asimismo las investigaciones geológico-paleontológicas de varias escuelas extranjeras, que llegaron al país con amplios planes a desarrollar. Gran parte de ellas localizaron sus estudios en el ámbito de la Cordillera Cantábrica. Los resultados fueron muy fructíferos y actualmente la bibliografía paleontológica del Paleozoico de esta zona ha pasado a ser la más abundante de todo el Macizo Ibérico.

En este ámbito, el grupo más numeroso que participó en su conocimiento, y con un proyecto mejor sistematizado, fue el holandés de la Universidad de Leiden. A lo largo de algo más de veinticinco años, los

alumnos del profesor U. De Sitter efectuaron una labor de estudio geológico en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica, completado paralelamente con un programa de investigación paleontológica (especialmente centrado en el Devónico y el Carbonífero) dirigido por el profesor A. Brouwer. Un número elevado de tesis y de trabajos complementarios efectuados por este grupo, constituye hoy una de las contribuciones más extensas que se han realizado para el conocimiento de la fauna y flora de ambos sistemas en España. Aunque el proyecto quedó prácticamente cerrado hacia 1983, varios de sus participantes han continuado trabajando por su cuenta en el mismo ámbito o en otros puntos de España, con nuevas e interesantes aportaciones paleontológicas. El número de participantes en este amplio proyecto (algunos de los cuales han enriquecido la paleontología española con numerosas publicaciones) supera la cifra de los veinte.

En la misma Cordillera Cantábrica efectuaron importantes trabajos paleontológicos investigadores procedentes de varias universidades alemanas, vinculados en parte con el proyecto del profesor F. Lotze, de la Universidad de Münster, quien había planeado un ambicioso estudio de todo el Paleozoico inferior de la Península Ibérica. Por lo que atañe a la Cordillera Cantábrica, donde en realidad las investigaciones se extendieron a todo el Paleozoico (varias de ellas incluso al margen de la idea inicial de Lotze), llegaron a efectuarse diversos trabajos ricos en información paleontológica, con el concurso de investigadores de otras universidades, especialmente de la de Würzburg. Independientemente del proyecto de Lotze, hay que hacer constar la contribución de otros grupos. Los más importantes son los pertenecientes a la Universidad de Tübingen, dirigidos por el profesor J. Kullmann, y a la de Göttingen, bajo la dirección del profesor O. Walliser.

Además de estos dos grandes grupos, han realizado contribuciones de interés en la Cordillera Cantábrica, investigadores franceses e ingleses. Por lo que se refiere a los primeros, los investigadores que han intervenido en la región no han formado parte de un proyecto definido de trabajo, salvo aquéllos cuya aportación es el resultado de una labor de asesoramiento paleontológico de empresas españolas. Entre ellos ha habido representantes de las universidades de París, Lille, Rennes y Brest, y de otros centros de investigación, como el Bureau de Recherches Géologiques el Minières y el Institut Français du Pétrole. Diversos investigadores ingleses han participado también al conocimiento paleontológico de la región; los más numerosos son los que han estado vinculados al proyecto de investigación sobre el Carbonífero del paleobotánico holandés R. H. Wagner, desde su etapa de permanencia en la Universidad de Sheffield y posteriormente. Wagner, cuya bibliografía referida a España es de las más considerables entre las de autores extranjeros, ha ido extendiendo últimamente su radio de acción al Carbonífero de todo el territorio peninsular.

Como puede observarse, constituyen multitud los paleontólogos de distinta procedencia que se han interesado por los problemas suscitados en el Paleozoico de la Cordillera Cantábrica. Y todavía, aunque en proporción mucho menor,

convenía hacer constar la presencia de investigadores de otras nacionalidades: belgas, portugueses, daneses, rusos.

Estas aportaciones, que han cubierto la mayor parte de grupos taxonómicos presentes en el Paleozoico, determinan que la Cordillera Cantábrica se haya convertido en el área mejor conocida desde el punto de vista paleontológico de todo el Macizo Ibérico. Comparativamente, las investigaciones efectuadas durante los últimos cuarenta años en otros sectores del Macizo Ibérico o en áreas paleozoicas distintas, han constituido una aportación más reducida, si bien es verdad que el panorama está cambiando rápidamente en los últimos tiempos, en especial por lo que afecta a estudios sobre el Paleozoico inferior.

En el Sistema Ibérico han tenido un papel preponderante los geólogos y paleontólogos alemanes, continuadores del proyecto del profesor Lotzè, procedentes en su mayoría de la Universidad de Würzburg. Pero ha de tenerse en cuenta además la participación de autores franceses, procedentes de las universidades de Rennes, Brest, Strasbourg, etc., y de algunos otros países (belgas en particular).

En el ala meridional del Macizo Ibérico también son los geólogos y paleontólogos de estos mismos países los que han realizado los trabajos de mayor interés. El papel dominante ha correspondido a investigadores alemanes relacionados con el proyecto del profesor Lotze, dirigidos más tarde por el profesor R. Walter, de la Universidad de Aachen, con trabajos que han proporcionado multitud de datos referidos especialmente al Paleozoico Inferior, pero también al Devónico. De manera independiente, varios de los paleontólogos de la Universidad de Würzburg han extendido sus estudios a estas áreas. Otro papel importante lo han continuado desempeñando paleontólogos franceses en diversos sectores de Sierra Morena, representando a las universidades de París, Rennes, Brest, Lille, etc.

Áreas externas al Macizo Ibérico también han sido objeto de interés por parte de autores extranjeros. Destaca especialmente la zona axial pirenaica, sobre la que últimamente se han concentrado estudios de diversa procedencia. Por razones de vecindad deben mencionarse en la vertiente española estudios paleontológicos de investigadores franceses, especialmente procedentes de las universidades de Lille y Toulouse. Geólogos y paleontólogos alemanes de la Universidad de Clausthal se han concentrado en el Pirineo occidental, y de otros centros en el Pirineo central, donde asimismo han efectuado estudios geológicos y paleontológicos, investigadores holandeses de las universidades de Leiden y Utrecht. Una participación menor corresponde a paleontólogos austríacos.

Finalmente en el Paleozoico de las Cordilleras Costeras Catalanas, en el de las Cordilleras Béticas y en el de Menorca, han efectuado aportaciones paleontológicas diversos autores alemanes. En Menorca además hay que mencionar la desarrollada por autores franceses.

Una relación como ésta no pretende obviamente más que mostrar una visión general de los grupos de trabajo que en los últimos años han intervenido (o que intervienen todavía) en el progreso del conocimiento paleontológico del

Paleozoico español. Continuamente siguen apareciendo publicaciones de nuevos investigadores, lo que da idea del interés despertado por las formaciones del Paleozoico de la Península. Y aún habría que añadir a lo indicado anteriormente las investigaciones que se han llevado a cabo recientemente en las zonas de tránsito Precámbrico-Paleozoico, en las que han participado autores rusos y de otras nacionalidades. Un listado de los nombres de paleontólogos extranjeros que han efectuado contribuciones paleontológicas en España a lo largo de estos últimos cuarenta años, rebasaría ampliamente los propósitos de esta exposición. De todos modos, el simple enunciado de los grupos de trabajo más importantes que han participado en esta labor puede ser ya suficiente para dar una idea aproximada del volumen que constituye su contribución.

Sin embargo, esto no es todo. Falta aún otra pieza esencial en el tablero. También se produce en esta época (en realidad, ligeramente más tarde, a partir del comienzo de la década de los años 60) una renovación importante de los estudios sobre el Paleozoico por parte de los paleontólogos españoles. Las circunstancias socioeconómicas por las que atravesaba el país (eran los tiempos de los Planes de Desarrollo) permitían ya mejores posibilidades de trabajo en la Universidad. Fue a partir de entonces cuando se estableció en ella la organización departamental y se dotaron en pocos años nuevas cátedras de Paleontología, que se especializaron diversamente en sus proyectos de investigación. Una de las primeras manifestaciones de esta renovación la constituyó el establecimiento en 1958 en la Universidad de Oviedo de un centro de investigaciones geológicas, dirigido por el profesor N. Llopis, lo que determinó la aparición de un equipo de trabajo especializado en estudios sobre el Paleozoico. Pero no fue éste un núcleo aislado en el país; junto a él, la Universidad de Madrid, con mayor tradición, y la de Zaragoza posteriormente, crearon también grupos de trabajo en el mismo campo, y aún fueron surgiendo más tarde otros núcleos en el resto del país. La Sociedad Española de Paleontología, constituida en 1984, cuenta en la actualidad con medio centenar de paleontólogos que se ocupan en distintos aspectos relacionados con el Paleozoico. Me permitirán que no mencione ninguno de los nombres de estos investigadores, que están trabajando activamente en este dominio; muchos de ellos les veo aquí presentes. Sólo quisiera hacer constar que en los últimos veinticinco años se han concluido en España cerca de 40 tesis doctorales sobre Paleontología del Paleozoico, muchas otras están en curso, y el número de monografías y trabajos publicados durante esta etapa rebasa la cifra de los seiscientos. Aunque actualmente la contribución española en este campo, pese a todo es de un volumen todavía inferior al que posee la del conjunto de las escuelas extranjeras, se efectúa sin embargo bajo una programación suficientemente estructurada como para hacer concebir esperanzas de que en un plazo razonable llegue a representar un papel equiparable al de aquéllas.

Esta exposición, que temo haya sido más farragosa y monótona de lo que era mi intención, permite mostrar la existencia de esta etapa final del proceso, que ha tenido

lugar en los últimos cuarenta años, extraordinariamente densa en número de publicaciones y en resultados conseguidos, dentro de lo que constituye la historia del conocimiento de la Paleontología del Paleozoico español. Es cierto que el tipo de crecimiento exponencial que aquí se manifiesta es un hecho previsible, al constituir el reflejo de una determinada actividad humana a través del tiempo, pero en el caso presente se evidencia de modo extraordinario, y aún más si nos limitamos únicamente a lo que corresponde al dominio de la Cordillera Cantábrica, área privilegiada para este tipo de estudios. No es difícil comprender cómo a lo largo del dilatado período de más de un siglo que precedió a la etapa reciente, los hallazgos fosilíferos que sucesivamente se producían permitieron establecer los jalones básicos para el conocimiento del registro estratigráfico del país. Casi todas las grandes divisiones de la columna estratigráfica del Paleozoico lograron introducirse a mediados del siglo XIX, gracias a los hallazgos paleontológicos (aunque a veces eran escasamente significativos) efectuados durante aquellos años. De este modo, en los mapas geológicos empezaron a diferenciarse los terrenos separados por las divisiones cronoestratigráficas mayores (salvo las que definen el Pérmico, cuyo reconocimiento claro tardó mucho en producirse), para llegar en tiempos más recientes a las más finas que permite la Paleontología moderna.

El proceso se inició pues a mediados del siglo pasado, en los tiempos en que el infatigable Verneuil llevaba a cabo sus periódicas expediciones por nuestro país. Del llamado entonces «Terreno de transición», que en la práctica llegó a representar aquí la mayor parte de lo que hoy entendemos como Paleozoico, se fueron desglosando el Cámbrico, el Silúrico (que incluía en su parte inferior lo que con el tiempo se individualizó como Ordovícico), el Devónico y parte del Carbonífero, pero el proceso se desarrolló con lentitud y a veces de manera confusa. Por tal motivo, la representación cartográfica de estos conjuntos, cuya realidad se basaba ordinariamente en unos pocos hallazgos puntuales, resultaba difícil y arriesgada. Así, Ezquerro del Bayo, en su «Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España» (1850-57), la primera síntesis geológica del territorio español, si bien reconocía la existencia de algunos de los distintos sistemas en el Macizo Ibérico, en el bosquejo cartográfico que acompañaba el texto, no se atrevía a diferenciar ninguno de ellos, limitándose a distinguir tan sólo entre Rocas hipogénicas, Terrenos paleozoicos y «Ulla» (*sic*). Y poca cosa más distinguía asimismo en su «Geognostische Übersichte-Karte», publicada también por él en Alemania casi de manera simultánea.

El primer sistema cuya evidencia fue establecida sólidamente con argumentos paleontológicos fue el Devónico. Ezquerro había citado en 1838 la presencia de *Stringocephalus burtini* y otras formas en Almadén, pero en realidad fueron los estudios de Verneuil con D'Archiac sobre la fauna asturiana de Ferroñes (1844, 1845), los que sirvieron para fijar la existencia de dicho sistema de manera firme. Las descripciones posteriores de Verneuil

sobre Sabero (1850a) y de Verneuil y Barrande sobre Almadén (1855, en Prado *et al.*) confirmaron su existencia en distintos puntos del Macizo Ibérico.

De manera prácticamente simultánea se demostró paleontológicamente la existencia del Carbonífero, si bien el término se había empleado anteriormente con cierta frecuencia en la bibliografía española, pero tan sólo en el sentido de terreno que contiene carbón, por lo tanto, sin connotación de edad. En 1844, Pellico citaba la presencia de *Productus giganteus* en Belmez (Sierra Morena) y Paillette en 1845 la de *Productus punctatus* en Arenas de Cabrales (Asturias), pero fue el conjunto de fauna marina encontrada por este último autor en Mieres y Pola de Lena (Asturias), que fue clasificada por Verneuil (1846), la que garantizó la presencia cierta del Carbonífero, apoyada además por el descubrimiento en la misma área de *Fusulina cylindrica* (1850b). Debe hacerse constar, sin embargo, que diez años antes, Leplay (1834) había citado también el hallazgo de *Productus semireticulatus* en Sierra Morena, pero sin dar precisiones de localidad. Citas genéricas de vegetales carboníferos aparecieron asimismo en publicaciones de diversos autores de la primera mitad de siglo, pero las primeras especies (excepto la indicada anteriormente por Brongniart) no se mencionan sino hasta 1853 en el catálogo de Ezquerro, anejo a su «Ensayo» y en 1858 en la obra de Schulz sobre Asturias.

Las primeras citas paleontológicas del Ordovícico fueron efectuadas por Ezquerro: *Calymene blumenbachi* y otras formas, en Almadén (1838) y en Santa Cruz de Mudela (1844). Pero quien reconoció de hecho la existencia del sistema (aunque en aquellos tiempos todavía incorporado dentro del Silúrico) fue realmente Verneuil (1850b, 1855) a partir de los hallazgos de *Calymene tristani* y *Cheirurus tournemini*, obtenidos en las mismas localidades de Ezquerro. Dos años más tarde, Prado (1857) encontraba una fauna análoga en Luarca, en la costa asturiana.

Lo que propiamente corresponde al Silúrico (para los autores de la época, Silúrico superior) fue reconocido por vez primera al producirse diversos hallazgos de *Cardiola interrupta* en el Pirineo oriental (San Juan de las Abadesas), por Maestre en 1845, y al NE de Córdoba, por Verneuil (1850b). Este último autor citó graptolitos por primera vez, procedentes de distintas localidades de Sierra Morena (Verneuil y Barrande, 1855, en Prado *et al.*).

Aunque fueron Egozcue y Mallada quienes de manera formal enunciaron por primera vez en 1876 la existencia del Cámbrico en España, su presencia debía considerarse como segura desde mucho antes, cuando Verneuil y Barrande (1855, *op. cit.*) localizaron las formas de la «fauna primordial», con *Ellipsocephalus pradoanus*, en los Montes de Toledo. Era la primera vez que dicha fauna se encontraba en Europa occidental, y poco después, Prado (1860, en Prado *et al.*) la citaba asimismo en la Cordillera Cantábrica y Verneuil (1862) en la Ibérica (Murero).

En cambio el Pérmico ha tardado mucho tiempo en ser plenamente reconocido. Su presencia en la Península era estimada como dudosa por Verneuil y Collomb (1852)

y por Prado (1855, en Prado *et al.*), aunque otros autores lo habían citado pero sin pruebas (Jacquot, 1866). Su existencia real no llegó a documentarse paleontológicamente sino hasta la tercera década de nuestro siglo (Patac, 1920, en Asturias; Gavala, 1927, en Sierra Morena; Dalloni, 1930, en los Pirineos orientales), y su verdadera extensión superficial, bastante reducida, es de conocimiento todavía más reciente.

Con la excepción del Pérmico, quedaban pues reconocidos a mediados del siglo XIX los distintos sistemas que componen el Paleozoico, gracias, como hemos visto, a los trabajos de Verneuil y colaboradores y al grupo de ingenieros de minas de la primera época (la generación de los Prado, Ezquerria, Maestre, Pellico, Schulz, etc.), al llegar a identificar especies con valor cronoestratigráfico, aunque no siempre fueran conscientes de dicho significado. Los hallazgos paleontológicos fueron incrementándose con el tiempo, pero a pesar de ello la separación de los distintos sistemas en los mapas de la Comisión fue obra lenta y trabajosa, especialmente en algunos sectores del país, donde los restos eran menos frecuentes, o en otros, donde la complicación estructural creaba problemas adicionales. Los primeros mapas geológicos del país (si nos olvidamos de los bosquejos de Ezquerria), el de Maestre y el de Verneuil y Collomb, editados independientemente, aunque de manera prácticamente simultánea (en 1863 el primero y en 1864 el segundo), muestran, en una aproximación tan sólo muy relativa, una coloración diferenciada para varios de estos sistemas en el Macizo Ibérico y demás afloramientos paleozoicos del país.

No fue sino hasta fines de siglo cuando el empleo, cada vez más afinado y preciso, del material paleontológico, pudo permitir ya un reconocimiento de las subdivisiones de los sistemas reconocidos previamente, tal como era práctica habitual, de tiempo atrás, para las subdivisiones del Mesozoico y el Cenozoico. El fenómeno tenía su justificación. Es sabida la tardanza en la aceptación generalizada de las divisiones de los distintos sistemas del Paleozoico. Piénsese que no fue sino hasta 1893 cuando Munier Chalmas y De Lapparent publicaron su conocida escala temporal, que tanta consideración tuvo como guía para los estudios estratigráficos de nuestro país. Lo corriente en aquellos tiempos seguía siendo la utilización de nombres de unidades litoestratigráficas conocidas como subdivisiones de los sistemas, términos que, a lo sumo, se les podía conceder tan sólo alcance regional, con todas las limitaciones e inexactitudes que ello conllevaba. Y en España este proceder se prolongó durante muchos años.

Posiblemente el primer trabajo del Paleozoico español en que aparece una caracterización de pisos con base paleontológica sea la mencionada monografía de Barrois (1882) sobre Asturias, y aún solamente por lo que se refiere al Devónico. En ella figuran por vez primera los nombres de los pisos que en aquel tiempo estaban ya reconocidos para este sistema, puestos en relación con las series litoestratigráficas locales, establecidas por él mismo. Pero no le fue posible hacer lo propio para los restantes sistemas, por insuficiencia paleontológica en

algunos casos o por no haberse establecido todavía la escala correspondiente en otros. Así que para éstos se limitó a considerarlos divididos en unidades litoestratigráficas o «assises», que intentó aproximar en lo que pudo a las subdivisiones mayores de los distintos sistemas, comparándolos con varias de las sucesiones conocidas de Europa occidental: Silúrico Inferior y Superior, Subcarbonífero, Hullero Medio y Superior, etc. Fue más tarde, en los primeros estudios regionales que se realizaron entrado ya el siglo actual, cuando se fueron introduciendo las subdivisiones admitidas para los restantes sistemas, a partir de los datos paleontológicos (Dalloni, 1910; Born, 1916, etc.) salvo para el Cámbrico, cuyo proceso se halla todavía en fase de discusión.

Divisiones inferiores a piso tardaron bastante más en ser reconocidas. Se trata de un hecho normal, ya que las series antiguas presentan más dificultades para ello que las del Mesozoico o Terciario. La primera escala zonal construida para el Paleozoico fue, como es sabido, la de los graptolitos, obtenida por Lapworth en 1880, aunque la de Elles y Wood, posterior a ella (1918), es la que fue adoptada con más frecuencia. Así que no es de extrañar que tardasen algunos años en aparecer las primeras publicaciones en las que se hizo uso de las zonas de graptolitos para subdividir diversos segmentos del Silúrico español: fueron la de Hundt y la de Hernández Sampelayo, ambas aparecidas en 1926. Aunque durante aquellos mismos años se estaban llevando a cabo también intentos más o menos conseguidos para otros grupos taxonómicos, en España no se contrastó ninguno de ellos sino hasta mucho después. Entrados en la etapa de los últimos cuarenta años, el empleo de biozonas para el Paleozoico se ha hecho común en España, con los estudios efectuados con goniatites, fusulinas, conodontos, palinomorfos, etc., lo que ha permitido que en bastantes de las unidades cronoestratigráficas mayores se hayan podido practicar subdivisiones de extrema finura.

He llegado al final. Una visión como ésta (sospecho que muy defectuosamente hilvanada) puede dar como mínimo una idea de la labor efectuada para conseguir un conocimiento paleontológico cada vez más preciso del Paleozoico español, a través de las distintas escuelas y grupos de trabajo que han participado en su estudio. A pesar de todo, es preciso reconocer que el estado actual del conocimiento del registro paleontológico de las series paleozoicas de nuestro país, dista bastante todavía de lo que podría ser, atendiendo a la extensión superficial y a la calidad de sus afloramientos, así como a la diversidad litológica de los mismos. Un esfuerzo extraordinario se ha hecho durante los últimos cuarenta años, tal como hemos visto, pero sería deseable amplificar esta actividad con mayor ímpetu si cabe.

Temo que esta exposición pueda dar la impresión de que el único objetivo perseguido en los estudios efectuados sobre el Paleozoico español, haya sido exclusivamente el de elaborar un registro lo más completo posible, y aplicarlo tan solo para un mejor conocimiento cronoestratigráfico de las series que lo contienen. Es verdad que posiblemente ésta haya sido la preocupación fundamental que ha guiado durante mucho

tiempo a los paleontólogos españoles, herederos del afán que movía a los hombres de la Comisión del Mapa en el siglo XIX. Pero no es menos cierto que el conocimiento relativamente avanzado de la fauna y de la flora del pasado está permitiendo ya una apertura evidente hacia otros aspectos de la investigación difícilmente abordables años atrás. Me refiero, por ejemplo, a estudios de tipo cuantitativo sobre pequeñas poblaciones, a estudios sobre microestructuras esqueléticas, sobre morfología funcional, sobre Paleoeología, sobre Biogeografía, sobre Tafonomía, y tantos otros aspectos que han empezado a movilizar el interés de nuestros paleontólogos y han dado origen incluso a la organización de simposios especializados. Y ya comienzan a tomar cuerpo los primeros equipos de trabajo que se interesan por el tema de los bioeventos... Son todos ellos, aspectos diversos de una Paleontología que insinúa perspectivas considerables y cuyo desarrollo está en marcha. Pero todo ello sin abandonar el estudio descriptivo del material fósil, el existente que requiera ser revisado con nuevos y eficaces métodos y el que va descubriéndose día a día, trabajo éste de base, modesto quizá pero absolutamente indispensable antes de intentar abordar otras investigaciones más sofisticadas.

Es cierto que los progresos en este campo son indudables. Si volvemos la mirada hacia atrás, podemos constatar cómo el crecimiento en el registro de especies reconocidas del Paleozoico español, ha sido considerable en los últimos años. En el listado de Ezquerro de 1854 figuraban como conocidas hasta entonces 90 especies. Cuarenta años después, Mallada en su «Catálogo» (1892) hacía subir esta cifra hasta 758, de las cuales 18 eran del Cámbrico, 161 del Silúrico (comprendiendo también las del Ordovícico), 254 del Devónico y 325 del Carbonífero. No disponemos posteriormente de ninguna relación general más sobre la que basarnos, para poder seguir valorando el incremento experimentado, pero con toda seguridad, en la actualidad, pasados cien años, las cifras anteriores deben haber sufrido un aumento extraordinario. De todos modos hay que reconocer que una fracción no despreciable de las mismas corresponde a formas meramente nominales, es decir, que a pesar de tenerlas como fiables, carecen de descripción. La distribución geográfica de las especies citadas es, sobre el territorio peninsular, muy diversa; el mayor número de ellas probablemente debe corresponder al ámbito de la Cordillera Cantábrica. Un cómputo estimativo, por lo que se refiere a este dominio geográfico, permite evaluar en más de 300 el número de especies de braquiópodos descritos (bastantes más si consideramos las formas reconocidas y no descritas), de cerca de 400 los rugosos y de más de 600 los palinomorfos. Sin alcanzar estos valores, es elevada también la cantidad de especies existentes de conodontos y fusulinas, para poner algunos ejemplos destacados. Otros filos poseen en cambio una representación escasa. No se trata, naturalmente, de ninguna anomalía en la composición de las biocenosis españolas del Paleozoico. Un inventario actualizado de todas las formas reconocidas y estudiadas para cada período nos mostraría con toda seguridad un cierto

desajuste en su composición respecto a lo que podría esperarse, conocido el registro general del Paleozoico. Hay que estimarlo como un fenómeno artificial, debido a que no todos los grandes grupos taxonómicos han sido objeto de la misma atención por parte de los investigadores. Existen lagunas evidentes en nuestro conocimiento, que habría que colmar; no es ningún secreto que seguimos todavía con muy escasa información sobre determinadas clases de moluscos (gasterópodos, por ejemplo, y en menor grado bivalvos) y apenas ninguna sobre briozoos. En estas condiciones se hace difícil poder abordar estudios paleoecológicos sobre los ricos yacimientos devónicos y carboníferos de la región. Esta situación no es naturalmente privativa del Paleozoico cantábrico; otras áreas presentan iguales o mayores problemas a este respecto. Es una carencia que los centros de trabajo deberían corregir a la mayor brevedad. Hace cinco años, en una reflexión prospectiva, J. Morales y P. Rivas pusieron de manifiesto algunas de las carencias de la Paleontología española y sugerían la necesidad de fomentar entre nosotros algunas líneas de trabajo que complementasen el estado actual de nuestro conocimiento. El análisis y las sugerencias siguen ahí, manteniendo su vigencia. Desde esta tribuna, brindo a la Sociedad Española de Paleontología esta iniciativa, como estimulante programa de investigación para un futuro inmediato.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barrois, Ch. 1882. Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Memoires de la Société Géologique du Nord*, **2** (1), 1-630.
- Born, A. 1916. Die *Calymene tristani*-Stufe (mittleres Untersilur) bei Almadén, ihre Fauna, Gliederung und Verbreitung. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, **36**, 309-358.
- Brongniart, A. 1828. *Histoire des végétaux fossiles ou Recherches botaniques et géologiques sur les végétaux enfermés dans les diverses couches du globe. Tome I*. G. Dufour et Ed. D'Ocagne, París. 1-988.
- Dalloni, M. 1910. Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, **19**, 1-444.
- Dalloni, M. 1930. Etude géologique des Pyrénées catalanes. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, **26** (3), 1-377.
- Egozcue, J. y Mallada, L. 1876. Descripción geológico-minera de la provincia de Cáceres. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, **4**, 1-368.
- Elles, G. L. & Wood, E. M. R. 1918. A Monograph of British Graptolites. Part XI. *Palaeontographical Society of London*, 527-539.
- Ezquerro del Bayo, J. 1838. Apuntes geognósticos y mineros sobre una parte del mediodía de España. *Anales de Minas*, **1**, 322-359.
- Ezquerro del Bayo, J., 1844. Descripción geognóstica de los criaderos de Santa Cruz de Mudela. *Boletín Oficial de Minas*, **1844** (11), 125-127.

- Ezquerria del Bayo, J. 1850-57. Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península. *Memorias de la Real Academia de Ciencias, Madrid*. Sección 3ª (1853), 161-184.
- Gavala, J. 1927. Memoria correspondiente a la Hoja de Cantillana. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, (3), **9**, 1-79.
- Hernández Sampelayo, P. 1926. Yacimientos de Graptolítidos en la zona de Almadén. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **26**, 435-438.
- Hundt, R. In: Henke, W. und Hundt, R. 1926. Bericht über einige Graptolithenfundte in der Sierra Morena. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, **39** (2). Traducción española, 1952: Informe sobre algunos hallazgos de Graptolitos en Sierra Morena. *Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España*, **6**, 27-39.
- Jacquot, E. 1866. Sur la composition et sur l'âge des assises qui, dans la Péninsule Ibérique, séparent la formation carbonifère des dépôts jurassiques. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2), **24**, 132-147.
- König, Ch. D., 1825. Icones fossilium sectiles. London, 1-4.
- Lapworth, H. C. 1880. On the geological distribution of the Rhabdopora. *Annals and Magazine of Natural History*, (5), **6**, 185-207.
- Le Play, F. 1934. Observations sur l'Estremadoure et le nord de l'Andalousie, et essai d'une carte géologique de cette contrée. *Annales des Mines* (3), **6**, 297-380; 477-522.
- Maestre, A. 1845. Descripción geognóstica del distrito de Aragón y Cataluña. *Anales de Minas*, **3**, 193-278.
- Maestre, A. 1863. *Bosquejo general geológico de España a escala 1:2.000.000*. Madrid.
- Mallada, L. 1875-1887. Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, **2**, 1-160; **7**, 241-256; **11**, 209-358; **14**, 1-172.
- Mallada, L. 1891. Catálogo de las especies fósiles encontradas en España. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, **18**, 1-254.
- Morales, J. y Rivas, P. 1987. Bioestratigrafía. En: *Prospectiva en Ciencias de la Tierra*. (Encuentros en la Universidad Internacional «Menéndez y Pelayo», 1986). CAICYT y CSIC, 1-194.
- Munier-Chalmas et De Lapparent, A. 1893. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (3), **21**, 436-488.
- Paillette, A. 1839. Notice sur les bassins houillers de la partie orientale de la chaîne des Pyrénées. *Annales des Mines* (3), **16**, 149-176; 663-684.
- Paillette, A. 1845. Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies (Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France* (2), **2**, 439-457.
- Paillette, A. et Verneuil, E. de. 1846. Sur quelques dépôts houillers des Asturies. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2), **4**, 450-457.
- Patac, I. 1920. *La formación uralense asturiana. Estudios de cuencas carboníferas*. Cia. Asturiana Artes Gráficas, S. A. Gijón, 1-50.
- Pellico, R. 1844. Informe sobre las minas de carbón de piedra de la provincia de Córdoba. *Boletín Oficial de Minas*, **1844** (8), 90-92.
- Prado, C. de. 1850. Note géologique sur les terrains de Sabero et de ses environs dans les montagnes de Léon (Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France* (2), **7**, 137-155.
- Prado, C. de. 1857. Lettre à M. de Verneuil sur le terrain silurien des Asturies. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2), **15**, 91-93.
- Prado, C. de, Verneuil, E. de et Barrande, J. 1855. Mémoire sur la géologie d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède, suivie d'une description des fossiles que s'y rencontrent. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2), **12**, 182-204; 964-1025.
- Prado, C. de, Verneuil, E. de et Barrande, J. 1860. Sur l'existence de la faune primordiale dans la Chaîne Cantabrique. Description des fossiles. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2), **17**, 516-554.
- Schulz, G. 1858. *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*. Impr. José González. Madrid, 1-138.
- Sharpe, D. 1849. On the geology of the neighbourhood of Oporto, including the Silurian coal and slates of Valongo. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **5**, 142-153.
- Torrubia, J. 1754. *Aparato para la historia natural española. Tomo I*. Impr. Herederos de Agustín de Gordejuela, Madrid, 1-262.
- Verneuil, E. de. 1844. Note sur une nouvelle espèce de *Penremites*. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2), **1**, 213-215.
- Verneuil, E. de. 1850a. Note sur les fossiles dévoniens du district de Sabero (León). *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2) **7**, 155-186.
- Verneuil, E. de 1850b. Notice on the Geological Structure of Spain, to explain an Outline General Map of the Peninsula. *Report of the 20th. Meeting of the British Association (Edinburgh 1850)*. *Transactions of the Section*, 108-112.
- Verneuil, E. de. 1862. Descubrimiento de la fauna primordial en la provincia de Zaragoza. *Revista Minera*, **13**, 479.
- Verneuil, E. de et D'Archiac. 1845. Notice sur les fossiles qu'elles renferment. (Continuación de: Paillette, A. 1845. Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies). *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2) **2**, 458-480.
- Verneuil, E. de et Collomb, E. 1852. Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2) **10**, 61-147.
- Verneuil, E. de et Collomb, E. 1864. *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal, à l'échelle 1:1.500.000*. Paris.