CONTENIDOS

HISTORIA DE LA CIENCIA

J. I. Catalá Gorgues. El cultivo de la Historia Natural en los institutos de Enseñanza Secundaria en la época de Daniel Jiménez de Cisneros 17
R. García Molina. Divulgación científica en la sociedad alicantina de la segunda mitad del siglo XIX: *Física recreativa*, de Eleuterio Llofriu Sagrera 23
C. Lancis Sáez, J. F. Baeza-Carratalá y M. L. Galisteo Guerra. El material científico y didáctico del Gabinete de Historia Natural del Instituto Nacional y Técnico de Alicante (actual I.E.S. Jorge Juan) .. 29
G. Olagüe de Ros. La contribución de Ricardo Codorniu y Stárico (1846-1923) a la internacionalización de la ciencia española de inicios del siglo XX: la defensa del esperanto como lengua científica auxiliar y la difusión de la Clasificación Decimal Universal *(CDU)* del *Institut de Bibliographie* de Bruselas 33
F. Rodríguez de la Torre. Los terremotos históricos de la provincia de Alicante 37
L. A. Villada Lobete y R. García Molina. Recuperación de antiguos instrumentos de física del Instituto "Jorge Juan" de Alicante 41

FIGURA DE DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS Y HERVÁS

J. M. Casanova. La minería y mineralogía de la provincia de Alicante en la obra de Daniel Jiménez de Cisneros 49
J. M. Casanova y L. E. Ochando. Daniel Jiménez de Cisneros y su colaboración en la obra de Francisco Carreras y Candi: la Geología y Paleontología del Reino de Valencia 53
J. I. Catalá Gorgues. Una incursión de Daniel Jiménez de Cisneros en la entomología 57
M. L. Galisteo Guerra, C. Lancis Sáez, C. Jiménez de Cisneros y Baudin, M. Jiménez de Cisneros y Baudin, F. Jiménez de Cisneros y Baudin y M. Camps Mezquida. La enseñanza de la Historia Natural en el Instituto General y Técnico de Alicante, entre 1904 y 1933 a cargo de D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás 63
M. A. García del Cura, M. Rodríguez, A. Bernabéu, D. Benavente y J. Martínez-Martínez. Rocas ornamentales en la provincia de Alicante en el primer tercio del siglo XX según observaciones realizadas por Daniel Jiménez de Cisneros 69
C. Jiménez de Cisneros y Baudin. Daniel Jiménez de Cisneros a través de sus escritos. Facetas humanas de un científico 73
C. Jiménez de Cisneros y Baudin. Miguel Jiménez de Cisneros y Goicoechea, heredero, conservador y estudioso de la obra de su padre, Daniel Jiménez de Cisneros 79
C. Martín Escorza. Acerca de los sismos de 21 de marzo y 3 de abril de 1911 en la región de Alicante y Murcia 83
C. Martín Escorza. Adquisición de un esqueleto de ballena por el MNCN en 1895-1896 87
C. Martín Escorza. Curiosidades textuales y gráficas en cartas de Daniel Jiménez de Cisneros de 1895 y 1896 91
C. Martín Escorza. El sismo de 21 de febrero de 1909 en Crevillente (Alicante) 93
Á. Montero. Daniel Jiménez de Cisneros y el Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC 97
Á. Montero. Las donaciones de Daniel Jiménez de Cisneros al Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Tablas 101
F. Rodríguez de la Torre. Los informes sismológicos de D. Daniel Jiménez de Cisneros 107
G. Romero Sánchez, M. A. Mancheño Jiménez y L. Sequeiros San Roman. Aportaciones de Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás (1863-1941) al conocimiento de la Paleontología de Murcia 111
J. Usera, A. García-Forner, J. Guillem y C. Alberola. Sobre la correspondencia entre Daniel Jiménez de Cisneros y Guillermo Colom Casasnovas 115

GEODINÁMICA Y ESTRATIGRAFÍA

J. M. Andreu, J. C. Cañaveras, J. M. Castro, A. Estévez, M. Fernández-Mejuto, J. A. Hernández Bravo, M. López-Arcos y L. Rodríguez-Hernández. Consideraciones hidrogeológicas de la Cueva de las Calaveras (Benidoleig, Alicante) 123
A. M. Blázquez y J. Usera. Ensayo de síntesis sobre la evolución cuaternaria de l'Albufera d'Elx (Alicante) 129
J. M. Castro, G. A. de Gea, P. A. Ruiz-Ortiz y L. M. Nieto. La Formación Sácaras (Albiense *p. p.*) en el Prebético de Alicante 133
J. Giménez, M. J. Borque, A. Gil, P. Alfaro, A. Estévez y E. Suriñach. Nivelación de alta precisión a lo largo de la costa entre La Marina y Torrevieja (Alicante) para controlar movimientos tectónicos verticales 137
C. Lancis, A. Yébenes, J. A. Flores y J. E. Tent-Manclús. Precisiones bioestratigráficas y sedimentológicas sobre el Plioceno del norte de la Sierra de Santa Pola (Alicante) 143
M. Lema, J. M. Andreu, M. Blarasin y A. Cabrera. Contribución al conocimiento hidrogeológico del sector de La Brianza (Córdoba, Argentina) 149
I. Martín-Rojas, A. Estévez, M. Martín-Martín y F. J. García Tortosa. Nuevos datos de las sierras de Orihuela y Callosa. Estratigrafía, estructura y división en unidades 157
S. Molina-Palacios, J. Giner-Caturla, P. Jáuregui, J. J. Galiana-Merino y J. Rosa-Herranz. Estimación de la calidad del catálogo de la red sísmica de la provincia de Alicante a través de su comparación con el catálogo de la red sísmica nacional 163
L. M. Nieto, P. A. Ruiz-Ortiz, J. Rey y M. I. Benito. La ruptura de la plataforma carbonatada del Lías Inferior en el Subbético Oriental (Provincias de Murcia y Alicante): Distribución de facies y valores isotópicos del $^{87}Sr/^{86}Sr$, C y O 171
F. Sola y M. C. Vargas-Romera. Arquitectura de una secuencia deposicional de edad Tortoniense final/Messiniese inferior en la cuenca de Poniente (Almería) 177
J. E. Tent-Manclús, A. Estévez y A. Yébenes. Variación del curso bajo del Río Vinalopó: comparación entre la hipótesis de Vilanova y Piera y la de Jiménez de Cisneros 181
J. E. Tent-Manclús, C. Lancis, A. Yébenes y A. Estévez. Estratigrafía del Mioceno Medio y Superior al NW de Crevillente (Alicante) 185
J. E. Tent-Manclús y A. Yébenes. Comprobación de posibles afloramientos de la Formación Arenisca de la Rasa a partir de los trabajos de Daniel Jiménez de Cisneros 191
J. E. Tent-Manclús, A. Yébenes y A. Estévez. Discontinuidades y eventos tectónicos en el Jurásico Inferior de la Sierra de Crevillente 195
J. E. Tent-Manclús, A. Yébenes y A. Estévez. La Formación Calizas glauconíticas de Crevillente 199
J. E. Tent-Manclús, A. Yébenes y A. Estévez. La Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves 203

PALEONTOLOGÍA

J. F. Baeza-Carratalá. Revisión de la fauna de braquiópodos del Jurásico Inferior en el Cerro de La Cruz (La Romana, Alicante). Resultados preliminares 209
J. F. Baeza-Carratalá y J. E. Tent-Manclús. Braquiópodos fósiles del Jurásico Inferior de la Sierra de Los Frailes (Alicante). Resultados preliminares 213
M. Company, J. Sandoval y J. M. Tavera. El Barremiense de Foncalent y L'Alcoraia (Alicante) 217
H. Corbí, J. E. Caracuel, J. M. Soria y A. Yébenes. Base de datos de foraminíferos bentónicos del Neógeno (Cuenca del Bajo Segura, Alicante) 223
J. F. Fonollá Ocete y M. T. Fernández Marrón. Análisis de las palinofacies del Mioceno Medio de sondeos realizados en Madrid para la ejecución de obras públicas. Carretera M-607 a Colmenar Viejo 227
D. Gil Cid, M. Mora, R. Lara y F. Arroyo. Equinodermos del Paleozoico Inferior (Cámbrico y Ordovícico) del Macizo Hespérico: ejemplos de conservación excepcional 233
C. Lancis y J. A. Flores. Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte I: Grupo *S. apsteinii* 237
C. Lancis y J. A. Flores. Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte II: Grupo *S. pulcherrima* 245
C. Lancis y J. A. Flores. Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte III: Grupo *S. campanula-S. turris* 253
C. Lancis y J. A. Flores. Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte IV: Grupo *S. amphora-S. intermedia* 261
C. Lancis, J. A. Flores, F. Sierro y A. Estévez. Análisis bioestratigráfico mediante el empleo de nanofósiles calcáreos en la cuenca neógena de San Miguel-Torremendo (Cordillera Bética Oriental) 269
C. Lancis, J. A. Flores, F. Sierro y A. Estévez. Reconstrucción ambiental mediante el empleo de técnicas de análisis factorial sobre nanofósiles calcáreos de la cuenca neógena de San Miguel-Torremendo (Cordillera Bética Oriental) 275
M. O. Manceñido. Las "espiriferinas" del Jurásico Inferior: una mirada retrospectiva a los estudios de Daniel Jiménez de Cisneros 281

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES

A. Cutillas, C. Lancis, J. F. Baeza-Carratalá, J. M. Güell y C. Sáez. Excursión por los alrededores de Agres. Estudio del medio físico y biótico de la Sierra de Mariola (Alicante) 285
M. Fernández-Alonso, G. Mínguez-Vega, J. Lancis, V. Climent, L. Martínez-León y V. Durán. Análisis informatizado de señales sonoras en el laboratorio de prácticas de Física de 2º de Bachillerato 291
J. J. Galiana-Merino, J. Rosa-Herranz, P. Jáuregui-Eslava, S. Molina-Palacios y J. J. Giner-Caturla. Una aplicación didáctica para la generación de sismogramas sintéticos 297
J. Lillo. Investigando las inundaciones periódicas y sus efectos en la Educación Secundaria. Aplicación a la Rambla de las Ovejas (Alicante) 301
V. J. Mangas Martín, P. Martínez Núñez y M. A. Oltra Cámara. La educación científica: los experimentos de Van Helmont y Priestley 305
J. E. Martínez Pérez. El uso de la cartografía SIG en la didáctica de las Ciencias Ambientales 309
E. Pastor Gascón. El patrimonio paleontológico de Teruel y su repercusión en el ámbito educativo 313
R. Seva Román y G. Vidal Bernabeu. Entre la Geología y la Arqueología: un sincretismo necesario 319
Anexo I. Bibliografía científica de Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás 319
Anexo II. Simposio. Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás 319

D
1387

551(063) SIM

Geo-Temas 2

Volumen 7

Geo-Temas

Volumen 7

Simposio Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

SIMPOSIO
Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
5327898811

SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA

La Sociedad Geológica de España fue fundada en 1985 y tiene como fines la promoción, fomento y difusión del conocimiento, progreso y aplicaciones de la Geología, el asesoramiento en materia científica y educativa a las Instituciones y Entidades que lo requieran, y la representación de los intereses científicos de la comunidad geológica de España a nivel internacional. Sus miembros tienen derecho a participar en todas las actividades organizadas por la Sociedad, a optar a ocupar cualquiera de sus cargos directivos y a recibir gratuitamente las publicaciones periódicas de la Sociedad: Geogaceta y Revista de la Sociedad Geológica de España.

Junta de Gobierno de la Sociedad Geológica de España

Alfonso Meléndez Hevia (Presidente)
José Mangas Viñuela (Vicepresidente)
José Eugenio Ortiz Menéndez (Secretario 1º)
Gabriel Gutiérrez Alonso (Tesorero)
Juan Antonio Morales (Vicesecretario)
Rosa Tejero López (Secretario 2º)
Irene de Bustamante Gutiérrez (Vocal)
Ana Rosa Soria de Miguel (Vocal)
Ángela Alonso Millán (Vocal)
Juan Carlos Cañaveras Jiménez (Vocal)
Ana Crespo Blanc (Vocal)
Julia Cuevas Urionabarrenechea (Vocal)
Pablo Gumiel Martínez (Vocal)

Editores de la Sociedad Geológica de España

Carlos Sancho Marcén (Editor Principal)
Maria José Huertas Coronel (Editor Adjunto 1º)
Ferrán Colombo Piñol (Editor Adjunto 2º)

Dirección de la sede de la Sociedad Geológica de España: Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Plaza de la Merced s/n, 37008 Salamanca.

GEO-TEMAS

Geo-Temas es una publicación de carácter no periódico en la que se recogen resúmenes extensos de las comunicaciones presentadas en los Congresos Geológicos que, con carácter cuatrienal, celebra la Sociedad Geológica de España, así como en los congresos, simposios u otras reuniones de carácter científico organizados por las Comisiones de la SGE y las asociaciones afiliadas o vinculadas a ésta mediante convenios específicos. La publicación de los resúmenes de comunicaciones presentadas a cualquiera de estos eventos es resultado del acuerdo entre los órganos rectores de la Sociedad Geológica de España y los comités organizadores de dichos actos. Los organizadores de cada reunión son responsables de la obtención de los fondos necesarios para cubrir en su totalidad la edición y difusión del correspondiente número de Geo-Temas. Al no constituir una publicación de carácter periódico y no estar contemplada estatutariamente dentro de la SGE, Geo-Temas es distribuida exclusivamente a los inscritos en los actos a los cuales va dirigida la edición, reservándose no obstante un cierto número de ejemplares para su distribución por parte de la Sociedad Geológica de España.

La Sociedad Geológica de España no se hace responsable de las opiniones vertidas por los autores de los artículos firmados, siendo por tanto responsabilidad exclusiva de los autores respectivos. La propiedad intelectual atribuye al autor la plena disposición y explotación de la obra creada, de acuerdo con las leyes vigentes. Queda prohibida la reproducción total o parcial de textos e ilustraciones de esta revista con fines comerciales sin autorización escrita de la Sociedad Geológica de España. Se permite sin necesidad de autorización la reproducción en fotocopias para uso personal.

Depósito legal: MU-1170-2000
ISSN: 1567-5172
Fotocomposición e impresión: Compobell, S.L. Murcia

R. 2508

R. 2025

Simposio Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás

SIMPOSIO
Homenaje a D. Daniel Jiménez
de Cisneros y Hervás

UNIVERSIDAD DE MADRID
BIBLIOTECA
DE
PALEONTOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS

Editores
José Enrique Tent-Manclús
Alfonso Yébenes
Carlos Lancis
José Francisco Baeza-Carratalá
Mª Ángeles García del Cura
Ferran Colombo Piñol

FAC. CC. GEOLOGICAS
BIBLIOTECA

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Geo-Temas 7, 2004

Fotografía de portada: facies de "turrón de Alicante", acumulaciones de braquiópodos *Zelleria cf. mariae* y *Gibbirhynchia curviceps* en el Cerro de la Cruz de la Romana (Alicante). Autor: Dr. Jesús Caracuel.

VII Congreso Geológico de España

COMITÉ DE HONOR

Honorable Sr. Conseller de Cultura, Educación y Deporte
D. Esteban González Pons

Magnífico y Excelentísimo Sr. Rector de la Universidad de Alicante
D. Miguel Louis Cereceda

Ilmo. Sr. Alcalde de Alicante
D. Luis Díaz Alperi

Excelentísimo Secretario de Estado de Universidades
D. Salvador Ordóñez Delgado

Ilmo. Sr. Presidente de la Excma. Diputación de Alicante
D. José Joaquín Ripoll Serrano

Ilmo. Sr. Director General de Política Lingüística y Patrimonio cultural valenciano
D. David Serra Cervera

Ilmo. Sr. Director General del Instituto Geológico y Minero de España
D. José Pedro Calvo Sorando

Ilmo. Sr. Alcalde de Caravaca de la Cruz
D. Domingo Aranda Muñoz

Ilmo. Sr. Director del Museo Nacional de Ciencias Naturales
D. Alfonso Gabriel Navas Sánchez

Sr. Presidente de la Sociedad Geológica de España
D. Alfonso Meléndez Hevia

Sr. Presidente de la Sociedad Española de Paleontología
D. Luis Alcalá Martínez

Sr. Presidente de la Real Sociedad Española de Historia Natural
D. Manuel Segura Redondo

Sr. Presidente de la Comisión de Historia de la Geología
D. Jaume Truyols Santonja

Sr. Director del Instituto Alicantino de Cultura "Juan Gil Albert"
D. Joaquín Santo Matas

Sra. Directora del I.E.S. Jorge Juan
Dª Francisca Rodríguez Álvarez

Sr. D. Miguel Jiménez de Cisneros y Baudín
Sra. Dª Consuelo Jiménez de Cisneros y Baudín
Sr. D. Federico Jiménez de Cisneros y Baudín

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente:
Antonio Estévez Rubio (Universidad de Alicante)

Secretarios:
Carlos Lancis Sáez (Universidad de Alicante e I. E. S. Jorge Juan)
José Francisco Baeza Carratalá (Universidad de Alicante)
José E. Tent-Manclús (Universidad de Alicante)

Vocales:
Pedro Alfaro García (Universidad de Alicante)
José Miguel Andreu Rodes (Universidad de Alicante)
Juan Carlos Cañaveras Jiménez (Universidad de Alicante)
Jesús Caracuel Martín (Universidad de Alicante)
Mª Luz Galisteo Guerra (I. E. S. Jorge Juan)
Mª Ángeles García del Cura (CSIC - Universidad de Alicante)
Rafael García Molina (Universidad de Murcia)
José Giner Cartula (Universidad de Alicante)
Mariano López Arcos (Universidad de Alicante)
Manuel Martín Martín (Universidad de Alicante)
Iván Martín Rojas (Universidad de Alicante)
Sergio Molina Palacios (Universidad de Alicante)
José Antonio Pina Gosálbez (Universidad de Alicante)
Jesús Soria Mingorance (Universidad de Alicante)
Luis Villada Lobete (I. E. S. Jorge Juan)
Alfonso Yébenes Simón (Universidad de Alicante)

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Pedro Alfaro García (Universidad de Alicante)
Dr. José Miguel Andreu Rodes (Universidad de Alicante)
Dr. José Francisco Baeza Carratalá (Universidad de Alicante)
Dr. Juan Carlos Cañaveras Jiménez (Universidad de Alicante)
Dr. Jesús I. Catalá Gorges (Universidad Cardenal Herrera-CEU)
Dr. Jesús E. Caracuel Martín (Universidad de Alicante)
Dr. Juan Miguel Casanova (Universidad de Valencia)
Dr. Ferrán Colombo Piñol (Universidad de Barcelona)
Dr. Antonio Estévez Rubio (Universidad de Alicante)
Dra. Mª Ángeles García del Cura (CSIC - Universidad de Alicante)
Dr. José Giner Cartula (Universidad de Alicante)
Dr. Carlos Lancis Sáez (Universidad de Alicante)
Dr. Sergio Molina Palacios (Universidad de Alicante)
Dr. Enrique Peñalver Mollá (American Museum of Natural History)
Dr. José Antonio Pina Gosálbez (Universidad de Alicante)
Dr. Jesús M. Soria Mingorance (Universidad de Alicante)
Dr. José E. Tent-Manclús (Universidad de Alicante)
D. Alfonso Yébenes Simón (Universidad de Alicante)

ORGANISMOS PATROCINADORES

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

BANCAIXA
Caixa d'Estalvis de València, Castelló i Alacant

GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA DE CULTURA I EDUCACIÓ

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Instituto Geológico y Minero de España

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

INSTITUTO ALICANTINO DE CULTURA JUAN GIL-ALBERT

2.5 aniversari
Universitat d'Alacant

Ayuntamiento de Caravaca de la Cruz

Ayuntamiento de Alicante

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Extensión Universitaria

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Coordinación y Comunicación

ORGANISMOS COLABORADORES

I.E.S. Jorge Juan

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante
Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente

mua
Museu Universitat d'Alacant
Museo Universidad de Alicante

esfera
consultores de construcción, s.l.

Presentación

En este número de la revista Geo-Temas se recoge una selección de los trabajos y ponencias presentados por los participantes en la Reunión Científica celebrada dentro de los actos del Simposio Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás, que ha tenido lugar en Alicante entre los meses de octubre y diciembre de 2004.

El objetivo de este evento, organizado por la Universidad de Alicante con la colaboración del Instituto de Enseñanza Secundaria "Jorge Juan" de Alicante, ha sido rendir un homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás con motivo de conmemorarse el centenario de su llegada a la Cátedra de Historia Natural del Instituto General y Técnico de Alicante, actual Jorge Juan e instituto decano de Alicante, fundado en 1845.

D. Daniel Jiménez de Cisneros nació en 1863 en Caravaca de la Cruz (Murcia) y desarrolló su actividad científica y didáctica principalmente en Alicante, donde llegó en enero de 1904, procedente del Instituto Jovellanos de Gijón, y murió en 1941.

Une a su labor de profesor entusiasta una actividad científica incesante que le sitúan como uno de los paleontólogos españoles más importantes del primer tercio del siglo XX.

Su llegada al Instituto de Alicante impregna de nuevos aires la enseñanza de las Ciencias Naturales. Él, desde el punto de vista pedagógico, considera indispensable que los alumnos entren en contacto directo con la naturaleza e inicia una etapa de constantes excursiones de campo con sus discípulos, por casi todos los rincones de la provincia. Valga a título de ilustración el hecho de que entre 1904 y 1907 realizó un total de 100 excursiones a pesar de las dificultades del transporte en la época. Este método didáctico era desconocido hasta entonces en el instituto y ocasionó el consiguiente revuelo entre los alumnos, según consta en las memorias del centro.

Su labor científica fue asimismo considerable tanto por la cantidad como por la calidad de los trabajos que realiza. El número de publicaciones, más de 170, y que se relacionan en el Anexo I, supone una constante innovación. Define nuevas especies y son muy numerosas las que cita por primera vez. Sus excelentes trabajos le valieron el reconocimiento de los círculos científicos españoles y extranjeros más prestigiosos de la época. Sus estudios sentaron las bases para el conocimiento geológico de la Cordillera Bética Oriental, manteniendo en muchos casos su vigencia en la actualidad.

Su rica personalidad le hizo realizar incursiones en otros campos como la arqueología, la sismología e incluso la poesía o el ensayo.

Uno de los frutos de su incesante trabajo científico y preocupación didáctica fue la mejora de las importantes colecciones existentes en el instituto. Revisó todo el material del Gabinete de Historia Natural, y lo enriqueció con nuevas colecciones sobre todo de minerales y fósiles, aunque no sólo, en gran parte recogidos por él, fruto de su trabajo científico y de intercambios. De este material se pueden contabilizar más de 2500 nuevos ejemplares, en las colecciones pertenecientes al instituto, y los 13500 que integran su colección privada perteneciente a sus herederos, actualmente en depósito y que está siendo revisada. Para esta incesante actividad apenas si contó con ayuda y medios materiales que eran suplidos con su dedicación esfuerzo y tenacidad.

Finalmente, nos gustaría expresar nuestro deseo de que este homenaje a una de las personalidades más interesantes y decisivas en el conocimiento geológico de nuestra tierra, contribuya a llamar la atención a las administraciones públicas y entidades privadas sobre la urgente necesidad de poner en marcha un Museo Científico Didáctico de la Ciudad de Alicante que recoja el rico patrimonio científico y didáctico existente fruto de la abnegada labor de científicos y profesores como D. Daniel Jiménez de Cisneros. Sólo de esta forma podrá recuperarse este legado de nuestros predecesores que de otra forma se perderá para siempre y del que futuras generaciones podrán, con razón, exigirnos responsabilidades. En el Anexo II se recoge una declaración final del simposio, aprobada por todos los participantes en la que se apoya esta idea

Queremos, por último, agradecer la ayuda prestada para la realización de este Simposio al anterior Rector y actual Secretario de Estado de Universidades D. Salvador Ordóñez Delgado, al Vicerrector de Extensión Universitaria D. José Carlos Rovira Soler, al Rector actual D. Miguel Louis Cereceda y a todo el equipo de gobierno de la Universidad de Alicante.

Asimismo, nuestro agradecimiento a todos los miembros del Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante, a la Dirección y a los Departamentos de Biología y Geología y Física y Química del Instituto Jorge Juan de Alicante, sin cuya colaboración habría sido imposible la realización de esta actividad.

No olvidamos la ayuda prestada por el Instituto de Estudios Alicantinos Juan Gil-Albert, la Conselleria de Cultura, Educación y Deportes de la Comunidad Valenciana, el Ministerio de Educación y Ciencia, la Sociedad Geológica de España, Bancaja y el Ayuntamiento de Alicante. También agradecemos la colaboración del Instituto Geológico y Minero de España y el Ayuntamiento de Caravaca de la Cruz, su ciudad natal, que han editado sendos facsímiles de sus obras que se relacionan en el Anexo I.

Especial gratitud queremos manifestar a sus nietos y herederos: D. Miguel, Dª Consuelo y D. Federico Jiménez

de Cisneros y Baudín que han puesto a nuestra disposición para su estudio la colección de fósiles y otros documentos privados.

Queremos expresar nuestro reconocimiento a todos los asistentes, participantes y colaboradores de este Simposio Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás, que han querido estar presentes a pesar de lo complicado de las fechas. Su participación y sus trabajos son realmente los que han hecho posible que se conozca mejor la labor desarrollada por este eminente científico.

Nota de los editores

Desde un principio, antes de que se recibieran los trabajos, los editores ya advertimos que se podría plantear un problema relacionado con las normas editoriales de la revista Geo-Temas y el número de citas bibliográficas. En efecto, en los trabajos dedicados a historia de la ciencia, dichas citas constituyen una aportación fundamental. Por ello, se tomó la decisión de elaborar un anexo con todas las citas científicas de Jiménez de Cisneros, de forma que todas ellas pudieran ser referidas a aquel anexo. En algunos trabajos, en los que la reducción de citas supondría una perdida relevante de significado, se ha tomado la decisión de mantener todas las referencias.

Índice

HISTORIA DE LA CIENCIA

J. I. Catalá Gorgues
El cultivo de la Historia Natural en los institutos de Enseñanza Secundaria en la época de Daniel Jiménez de Cisneros 17

R. García Molina
Divulgación científica en la sociedad alicantina de la segunda mitad del siglo XIX: *Física recreativa*, de Eleuterio Llofriu Sagrera 23

C. Lancis Sáez, J. F. Baeza-Carratalá y M. L. Galisteo Guerra
El material científico y didáctico del Gabinete de Historia Natural del Instituto Nacional y Técnico de Alicante (actual I.E.S. Jorge Juan) 29

G. Olagüe de Ros
La contribución de Ricardo Codorníu y Stárico (1846-1923) a la internacionalización de la ciencia española de inicios del siglo XX: la defensa del esperanto como lengua científica auxiliar y la difusión de la Clasificación Decimal Universal (CDU) del *Institut de Bibliographie* de Bruselas 33

F. Rodríguez de la Torre
Los terremotos históricos de la provincia de Alicante 37

L. A. Villada Lobete y R. García Molina
Recuperación de antiguos instrumentos de física del Instituto "Jorge Juan" de Alicante 41

FIGURA DE DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS Y HERVÁS

J. M. Casanova
La minería y mineralogía de la provincia de Alicante en la obra de Daniel Jiménez de Cisneros 49

J. M. Casanova y L. E. Ochando
Daniel Jiménez de Cisneros y su colaboración en la obra de Francisco Carreras y Candi: la Geología y Paleontología del Reino de Valencia 53

J .I. Catalá Gorgues
Una incursión de Daniel Jiménez de Cisneros en la entomología 57

M. L. Galisteo Guerra, C. Lancis Sáez, C. Jiménez de Cisneros y Baudín, M. Jiménez de Cisneros y Baudín, F. Jiménez de Cisneros y Baudín y M. Camps Mezquida
La enseñanza de la Historia Natural en el Instituto General y Técnico de Alicante, entre 1904 y 1933 a cargo de D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás 63

M. A. García del Cura, M. Rodríguez, A. Bernabéu, D. Benavente, y J. Martínez-Martínez
Rocas ornamentales en la provincia de Alicante en el primer tercio del siglo XX según observaciones realizadas por Daniel Jiménez de Cisneros 69

C. Jiménez de Cisneros y Baudín
Daniel Jiménez de Cisneros a través de sus escritos. Facetas humanas de un científico 73

C. Jiménez de Cisneros y Baudín
Miguel Jiménez de Cisneros y Goicoechea, heredero, conservador y estudioso de la obra de su padre, Daniel Jiménez de Cisneros 79

C. Martín Escorza
Acerca de los sismos de 21 de marzo y 3 de abril de 1911 en la región de Alicante y Murcia 83

C. Martín Escorza
Adquisición de un esqueleto de ballena por el MNCN en 1895-1896 87

C. Martín Escorza
Curiosidades textuales y gráficas en cartas de Daniel Jiménez de Cisneros de 1895 y 1896 91

C. Martín Escorza
El sismo de 21 de febrero de 1909 en Crevillente (Alicante) 93

Á. Montero
Daniel Jiménez de Cisneros y el Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC 97

Á. Montero
Las donaciones de Daniel Jiménez de Cisneros al Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Tablas 101

F. Rodríguez de la Torre
Los informes sismológicos de D. Daniel Jiménez de Cisneros 107

G. Romero Sánchez, M. A. Mancheño Jiménez y L. Sequeiros San Roman
Aportaciones de Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás (1863-1941) al conocimiento de la Paleontología de Murcia 111

J. Usera, A. García-Forner, J. Guillem y C. Alberola
Sobre la correspondencia entre Daniel Jiménez de Cisneros y Guillermo Colom Casasnovas 115

GEODINÁMICA Y ESTRATIGRAFÍA

J. M. Andreu, J. C. Cañaveras, J. M. Castro, A. Estévez, M. Fernández-Mejuto, J. A. Hernández Bravo, M. López-Arcos y L. Rodríguez-Hernández
Consideraciones hidrogeológicas de la Cueva de las Calaveras (Benidoleig, Alicante) 123

A. M. Blázquez y J. Usera
Ensayo de síntesis sobre la evolución cuaternaria de l'Albufera d'Elx (Alicante) 129

J. M. Castro, G. A. de Gea, P. A. Ruiz-Ortiz y L. M. Nieto
La Formación Sácaras (Albiense p. p.) en el Prebético de Alicante 133

J. Giménez, M. J. Borque, A. Gil, P. Alfaro, A. Estévez y E. Suriñach
Nivelación de alta precisión a lo largo de la costa entre La Marina y Torrevieja (Alicante) para controlar movimientos tectónicos verticales 137

C. Lancis, A. Yébenes, J. A. Flores y J. E. Tent-Manclús
Precisiones bioestratigráficas y sedimentológicas sobre el Plioceno del norte de la Sierra de Santa Pola (Alicante) .. 143

M. Lema, J. M. Andreu, M. Blarasin y A. Cabrera
Contribución al conocimiento hidrogeológico del sector de La Brianza (Córdoba, Argentina) 149

I. Martín-Rojas, A. Estévez, M. Martín-Martín y F. J. García Tortosa
Nuevos datos de las sierras de Orihuela y Callosa. Estratigrafía, estructura y división en unidades 157

S. Molina-Palacios, J. Giner-Caturla, P. Jáuregui, J. J. Galiana-Merino y J. Rosa-Herranz
Estimación de la calidad del catálogo de la red sísmica de la provincia de Alicante a través de su comparación con el catálogo de la red sísmica nacional 163

L. M. Nieto, P. A. Ruiz-Ortiz, J. Rey, y M. I. Benito
La ruptura de la plataforma carbonatada del Lías Inferior en el Subbético Oriental (Provincias de Murcia y Alicante): Distribución de facies y valores isotópicos del $^{87}Sr/^{86}Sr$, C y O 171

F. Sola y M. C. Vargas-Romera
Arquitectura de una secuencia deposicional de edad Tortoniense final/Messiniese inferior en la cuenca de Poniente (Almería)..... 177

J. E. Tent-Manclús, A. Estévez y A. Yébenes
Variación del curso bajo del Río Vinalopó: comparación entre la hipótesis de Vilanova y Piera y la de Jiménez de Cisneros..... 181

J. E. Tent-Manclús, C. Lancis, A. Yébenes y A. Estévez
Estratigrafía del Mioceno Medio y Superior al NW de Crevillente (Alicante) 185

J. E. Tent-Manclús y A. Yébenes
Comprobación de posibles afloramientos de la Formación Arenisca de la Rasa a partir de los trabajos de Daniel Jiménez de Cisneros 191

J. E. Tent-Manclús, A. Yébenes y A. Estévez
Discontinuidades y eventos tectónicos en el Jurásico Inferior de la Sierra de Crevillente 195

J. E. Tent-Manclús, A. Yébenes y A. Estévez
La Formación Calizas glauconíticas de Crevillente..... 199

J. E. Tent-Manclús, A. Yébenes y A. Estévez
La Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves..... 203

PALEONTOLOGÍA

J. F. Baeza-Carratalá
Revisión de la fauna de braquiópodos del Jurásico Inferior en el Cerro de La Cruz (La Romana, Alicante). Resultados preliminares..... 209

J. F. Baeza-Carratalá y J. E. Tent-Manclús
Braquiópodos fósiles del Jurásico Inferior de la Sierra de Los Frailes (Alicante). Resultados preliminares 213

M. Company, J. Sandoval y J. M. Tavera
El Barremiense de Foncalent y L'Alcoraia (Alicante)..... 217

H. Corbí, J. E. Caracuel, J. M. Soria y A. Yébenes
Base de datos de foraminíferos bentónicos del Neógeno (Cuenca del Bajo Segura, Alicante) 223

J. F. Fonollá Ocete y M. T. Fernández Marrón
Análisis de las palinofacies del Mioceno Medio de sondeos realizados en Madrid para la ejecución de obras públicas. Carretera M-607 a Colmenar Viejo 227

D. Gil Cid, M. Mora, R. Lara y F. Arroyo
Equinodermos del Paleozoico Inferior (Cámbrico y Ordovícico) del Macizo Hespérico: ejemplos de conservación excepcional 233

C. Lancis y J. A. Flores
Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte I: Grupo *S. apsteinii* 237

C. Lancis y J. A. Flores
Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte II: Grupo *S. pulcherrima* .. 243

C. Lancis y J. A. Flores
Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte III: Grupo *S. campanula-S. turris* 247

C. Lancis y J. A. Flores
Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte IV: Grupo *S. amphora-S. intermedia* 251

C. Lancis, J. A. Flores, F. Sierro y A. Estévez
Análisis bioestratigráfico mediante el empleo de nanofósiles calcáreos en la cuenca neógena de San Miguel-Torremendo (Cordillera Bética Oriental) 257

C. Lancis, J. A. Flores, F. Sierro y A. Estévez
Reconstrucción ambiental mediante el empleo de técnicas de análisis factorial sobre nanofósiles calcáreos de la cuenca neógena de San Miguel-Torremendo (Cordillera Bética Oriental) 263

M. O. Manceñido
Las "espiriferinas" del Jurásico Inferior: una mirada retrospectiva a los estudios de Daniel Jiménez de Cisneros..... 269

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES

A. Cutillas, C. Lancis, J. F. Baeza-Carratalá, J. M. Güell y C. Sáez
Excursión por los alrededores de Agres. Estudio del medio físico y biótico de la Sierra de Mariola (Alicante) 275

M. Fernández-Alonso, G. Mínguez-Vega, J. Lancis, V. Climent, L. Martínez-León y V. Durán
Análisis informatizado de señales sonoras en el laboratorio de prácticas de Física de 2º de Bachillerato..... 281

J. J. Galiana-Merino, J. Rosa-Herranz, P. Jáuregui-Eslava, S. Molina-Palacios y J. J. Giner-Caturla
Una aplicación didáctica para la generación de sismogramas sintéticos 285

J. Lillo
Investigando las inundaciones periódicas y sus efectos en la Educación Secundaria. Aplicación a la Rambla de las Ovejas (Alicante)..... 291

V. J. Mangas Martín, P. Martínez Núñez y M. A. Oltra Cámara
La educación científica: los experimentos de Van Helmont y Priestley..... 297

J. E. Martínez Pérez
El uso de la cartografía SIG en la didáctica de las Ciencias Ambientales..... 301

E. Pastor Gascón
El patrimonio paleontológico de Teruel y su repercusión en el ámbito educativo 305

R. Seva Román y G. Vidal Bernabeu
Entre la Geología y la Arqueología: un sincretismo necesario 309

Anexo I. Bibliografía científica de Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás 313

Anexo II. Simposio. Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás 319

HISTORIA DE LA CIENCIA

El cultivo de la Historia Natural en los institutos de Enseñanza Secundaria en la época de Daniel Jiménez de Cisneros

J. I. Catalá Gorgues

Instituto de Humanidades Ángel Ayala-CEU. Departamento de Humanidades. Universidad Cardenal Herrera-CEU (Valencia), Luis Vives, 1. 46115 Alfara del Patriarca (Valencia). jcatala@uch.ceu.es

ABSTRACT

During the last decades of 19th century and early 20th, secondary schools constituted in Spain an important space for science, notably natural history. In fact, secondary schools were capable to assume a role in order to shelter naturalistic activities in a context poorly institutionalised. Formation of collections of scientific value, development of original research lines –including the assumption of new scientific approaches, namely ecology–, and promotion of scientific vocations between young people, were activities assumed by secondary schools. This paper describes the cases of Secondary Schools of Valencia and Alicante and evaluate the failures of these centres as potential scientific institutions with meaningful sense.

Key words: *Secondary school science, contributions of secondary schools to natural sciences development in Spain.*

INTRODUCCIÓN

La presencia de la ciencia en los institutos y centros de enseñanza secundaria en España durante las últimas décadas del siglo XIX y primeras del XX –la época en la que Daniel Jiménez de Cisneros ejerce su labor de profesor en tal nivel educativo– trasciende el estricto ámbito de la docencia, por cuanto dichas entidades se constituyeron en muchos casos en refugio institucional para la práctica de ciencia original y para iniciativas de difusión del conocimiento no estrictamente limitadas en su oferta a la comunidad escolar, cumpliendo así una función muy importante como lugares para la ciencia en orden a garantizar la práctica científica en un contexto caracterizado por la ausencia generalizada, fuera de Madrid y Barcelona, de auténticas instituciones científicas. Pese a lo sostenido en ocasiones respecto a la centralidad de la Universidad en lo que respecta a la práctica científica en la España de la Restauración, o de la necesidad de ser profesor universitario para investigar en dicho contexto, cada vez tenemos más evidencias de cuán importante resultó la labor científica desarrollada por los profesores de enseñanza secundaria, y hasta qué punto fue notable la actitud de claustros y directivas de los centros de ese nivel educativo en el mantenimiento del tono investigador en España. El ejemplo del Instituto General y Técnico de Alicante durante los primeros años de estancia en él de Jiménez de Cisneros nos ofrece un buen ejemplo de ello. Si atendemos a la tabla 1, que nos muestra por cursos, y entre 1904 y 1915, el gasto general en material y mantenimiento, el gasto en material científico y el porcentaje de éste respecto de aquél, podemos apreciar cómo el material científico, con variaciones, solía suponer en torno a un tercio del gasto total, con cursos incluso en que se acercaba o llegaba a ser más de la mitad. Es evidente, pues, que, dentro de las limitadas posibilidades económicas del Instituto de Alicante, la adquisición de material científico, que conllevaba básicamente la compra de ejemplares y aparatos –pues el gasto en publicaciones se cargaba en el apartado de biblioteca en las memorias de curso– era un aspecto de gran importancia.

Contamos cada vez con más estudios históricos sobre la presencia de la ciencia en los institutos españoles. Tal vez la aportación más elaborada sea la relativa al Instituto de Segunda Enseñanza de Murcia, trazada por Carlos López Fernández dentro del panorama general que este autor ha elaborado sobre la ciencia y la enseñanza en Murcia. El Instituto de Murcia contó en su claustro con la presencia de algunos destacados científicos, como el catedrático de matemáticas Bernardino Sánchez Vidal (1830-1878), el de física y química Olayo Díaz Giménez (1810-1885), el de agricultura Tomás Museros Rovira (1830-1900) y, muy especialmente, los titulares de la cátedra de historia natural, Francisco Cánovas Cobeño (1820-1904), profesor de Daniel Jiménez de Cisneros en el Instituto de Lorca y responsable de fomentar la vocación geológica de éste, y su antecesor Ángel Guirao Navarro (1817-1890), cuyo largo mandato como director deparó las mayores consecuciones docentes y materiales en el centro murciano (López Fernández, 2002).

Desde hace algún tiempo, se está trabajando en el cultivo y enseñanza de la física, la química y las matemáticas en el Instituto Vizcaíno de Segunda Enseñanza (Caballer *et al.*,

2003). En otros centros docentes, la creciente atención que están suscitando los estudios sobre cultura material de la ciencia ha llevado a la recuperación y puesta en valor de las colecciones históricas relativas a la ciencia y su enseñanza. Entre los institutos herederos de los antiguos institutos provinciales, destacan los trabajos acometidos al respecto en el Instituto Xelmírez I de Santiago de Compostela (Sisto *et al.*, 2000), Ribalta de Castellón (Aparici *et al.*, 2002) y en el propio Instituto Jorge Juan de Alicante (Lancis *et al.*, 2002), continuador del Instituto General y Técnico de dicha ciudad, donde desarrolló prioritariamente su labor científica y docente Daniel Jiménez de Cisneros. También el Instituto Lluís Vives de Valencia se ha beneficiado de estudios de este tipo (Simón, 2002), a los que hay que añadir los suscitados en razón de la peculiaridad de haber acogido durante la segunda y tercera décadas del siglo XX el primer centro específicamente dedicado en España a las investigaciones de ecología de aguas continentales (Catalá, 1997); en el Instituto de Valencia centraremos buena parte de nuestra exposición, como caso destacado de instituto de enseñanza media convertido en lugar de cultivo de la historia natural –pues, efectivamente, a esta disciplina se refiere el presente trabajo–; una visión que será complementada con algunos datos relativos al propio Instituto de Alicante, donde, sin realizaciones tan espectaculares, también se demuestra la importancia de los institutos en la línea argumental que aquí exponemos. Dejaremos de tratar, por cuestiones de espacio, la práctica naturalista en los centros de enseñanza secundaria privados, donde en muchos casos, sobre todo en aquellos regidos por comunidades de vida consagrada, se registra la presencia de destacados naturalistas que llevaron adelante tareas en muchos aspectos comparables a las desarrolladas por los docentes de los establecimientos públicos.

EL COLECCIONISMO, BASE DEL CONOCIMIENTO NATURALISTA EN LOS INSTITUTOS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA

La práctica coleccionista, a pesar de ser considerada en no pocas ocasiones con menosprecio por algunos científicos experimentales y de ser evaluada con prejuicios presentistas por algunos historiadores, es un aspecto fundamental en el cultivo de la historia natural. Las colecciones de ejemplares obtenidos en la naturaleza y depositados para su custodia, estudio y preservación en museos y gabinetes, conforman de hecho un material científico ineludible para cualquier investigación en el ámbito de la historia natural, tanto en el pasado como en la actualidad. Por otro lado, el coleccionismo, unido a las excursiones formativas, tuvo un gran predicamento como herramienta docente, sobre todo por influencia de los mentores de la Institución Libre de Enseñanza. Durante las décadas finales de siglo XIX, diversas disposiciones legales, de variable cumplimiento, incidían en la necesidad de que los centros docentes formaran sus propias colecciones. Una de las colecciones que a finales del siglo XIX más destacaba en el conjunto del Estado era la del Instituto de Valencia. Las primeras noticias sobre adquisiciones datan del curso 1862-63, pero el período en donde mayor incremento halló es en el correspondiente al ejercicio de la cátedra de historia natural por Emilio Ribera Gómez (1853-1921), entre 1877 y 1904. Ejemplares, instrumentos y modelos de enseñanza, comprados en muchos casos a casas extranjeras, se pagaban tanto con el presupuesto ordinario como con cargo a los derechos académicos que recaudaba el Instituto, una vía de financiación muy importante en un centro con mucha matrícula como era el caso; de este modo, se llegó a formar incluso un jardín botánico, con personal asignado. Cuando los tiempos, hacia finales de siglo, se hicieron más difíciles por la mengua de ingresos y presupuestos, Ribera recurrió masivamente a las excursiones, hasta el punto que en muchos cursos, las memorias del Instituto de Valencia señalan éstas como la fuente principal de aportación de ejemplares, sobre todo en geología y entomología. Cuando Ribera dejó el Instituto, pasó a trabajar de conservador mayor en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid. Su sucesor en la cátedra, Celso Arévalo, llegado tras ocho años de vacante, encontró un formidable gabinete al que, como veremos después, dio un notable giro en su orientación (Catalá, 2000b).

Ya a comienzos del siglo XX, una nueva disposición legal hizo que el profesorado de enseñanza media empezara a participar de modo habitual en la conformación de colecciones naturalistas de referencia en España, de modo que su labor recolectora trascendía el ámbito estricto del ejercicio docente o del coleccionismo particular. Precisamente la carencia de tales colecciones de referencia dificultaba enormemente la práctica taxonómica. Ya desde hacia tiempo, muchos socios de la Sociedad Española de Historia Natural, conscientes de esta situación, se afanaron en superarla, promoviendo el incremento y ordenación de las colecciones del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, entre otras. Reflejo de esta actitud, y fruto del movimiento de reforma de las ciencias naturales impulsado inicialmente por el ministro García Alix (Baratas, 1997: 111), es el R.D. de 29 de noviembre de 1901, promulgado por el ministro Figueroa, Conde de Romanones, con el fin de promover los estudios de historia natural, y cuyo artículo 7.º establecía que los catedráticos de historia natural de universidades e institutos, y los de agricultura de estos últimos, tenían en razón de su cargo la consideración de corresponsales del Museo de Ciencias Naturales de Madrid. Según el artículo 55 del Reglamento del Museo, los corresponsales estaban obligados a "sostener correspondencia científica con el Director ó los Jefes de Sección sobre asuntos relativos á la Historia Natural, como determinación de objetos, recolección de ejemplares, noticias sobre el modo de verificar excursiones científicas en regiones exploradas ó inexploradas, etc." (Ministerio, 1902: 214-215). En consecuencia, los catedráticos de Instituto pasaban a formar parte, al menos sobre el papel, del equipo de expertos llamados a revelar para la ciencia cuanto quedara todavía de desconocido –que era mucho– de la naturaleza

TABLA 1. *Gasto total en material y mantenimiento, gasto en material científico, y porcentaje de éste respecto a aquél, en el Instituto General y Técnico de Alicante, entre los cursos 1904-1905 y 1916-1917. [Fuente: memorias correspondientes a los cursos expresados del Instituto General y Técnico de Alicante, obra de Carpintero (1906 a 1917) y Martín (1918)].*

Curso	Gasto general en material y mantenimiento (pesetas)	Gasto en material científico (pesetas)	Porcentaje
1904-1905	4615,3	854,3	18
1905-1906	5018,82	1603,75	32
1906-1907	7397,53	4037,2	55
1907-1908	6625,87	2834,3	42
1908-1909	6893,62	2598,1	38
1909-1910	5741,04	2481,98	43
1910-1911	7090,35	2734,11	39
1911-1912	6052,28	1685,46	28
1912-1913	6478,35	2487,8	38
1913-1914	6039,07	2092,7	35
1914-1915	6163,55	1472,25	24
1915-1916	5754,39	1862,1	32
1916-1917	5829,63	1744,7	30

española. Hubo casos notables de participación al hilo de estas disposiciones, especialmente tras desarrollarse una política de gratificaciones por colaborar. Casos destacables fueron el de Ángel de la Cruz Nathan (†1924), profesor ayudante de historia natural en el Instituto General y Técnico de Valencia, Antimo Boscá Seytre (1874-1950), catedrático en el de Teruel, y, desde luego, Daniel Jiménez de Cisneros, de quien se registran en el Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales al menos diez envíos remunerados entre 1904 y 1914 (Catalá, 2000b). La tarea coleccionista de Jiménez de Cisneros, además de dotar al Museo de Madrid, hizo incrementar de manera impresionante los fondos del Instituto de Alicante; al igual que tiempo antes hizo Ribera en Valencia, Jiménez de Cisneros explotó al máximo las posibilidades de las excursiones con los alumnos para compensar lo que el dinero no podía cubrir.

NUEVAS IDEAS CIENTÍFICAS Y NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Los profesores de historia natural de los Institutos no se conformaron, sin embargo, con desarrollar papeles subsidiarios o subordinados sin más a los requerimientos del Museo de Madrid. En no pocos casos, por el contrario, asumieron la responsabilidad de acometer nuevas líneas de investigación, a veces incluso inspiradas por nuevas ideas científicas. Nuestro homenajeado, Jiménez de Cisneros, acometió desde su llegada a Alicante la ímproba tarea de tapar el vacío estratigráfico que en el Mapa Geológico de España suponía la propia provincia de Alicante, más la de Murcia y parte de Almería y Albacete, el llamado por él mismo "sudeste de la Península Ibérica". Aunque el objetivo en su conjunto no lo alcanzara, el esfuerzo le llevó a tal grado de conocimiento que su obra acabó siendo la referencia para la geología de la zona mencionada, y a su autor le valió un lugar destacado entre los especialistas españoles en el Mesozoico y el Cenozoico, hasta el punto que incluso algunos especialistas extranjeros, como Paul Fallot, Maurice Gignoux o Martin Schmidt, establecieron contacto científico con él. Más aún, Jiménez de Cisneros fue más allá de la mera estratigrafía y encaró problemas decididamente estructurales, en una época en que la tectónica contaba todavía con pocos cultivadores en España (Catalá, 2000a).

Un caso también notable fue el de Celso Arévalo Carretero (1885-1944), catedrático del Instituto de Valencia entre 1912 y 1919. Arévalo, que supo sacarle un enorme partido a la infraestructura del gabinete formado por Ribera, creó en el propio Instituto, y con financiación íntegra a partir de los presupuestos de éste, el primer centro dedicado a las investigaciones en ecología de aguas continentales en España, el Laboratorio de Hidrobiología Española. Arévalo acometió numerosas investigaciones a propósito de ciertos grupos animales (cladóceros, rotíferos) apenas estudiados hasta la fecha en España, y atrajo al Laboratorio a diversos especialistas, tanto españoles como extranjeros, algunos de los cuales publicaron trabajos científicos, al igual que Arévalo, en la revista del Instituto, los *Anales del Instituto General y Técnico de Valencia*, que se intercambiaba con publicaciones científicas periódicas de todo el mundo. Arévalo, al propio tiempo, impulsó la fundación de la sección de Valencia de la Real Sociedad Española de Historia Natural, cuya sede estuvo en el propio Instituto, y cuyos socios favorecieron las colecciones naturalistas de éste con numerosas donaciones (Catalá, 1997).

EL SURGIMIENTO DE VOCACIONES CIENTÍFICAS ENTRE LOS ALUMNOS DE LOS INSTITUTOS

Los profesores de instituto implicados activamente en la investigación científica fueron capaces de suscitar vocaciones entre sus alumnos que llevaron a algunos de éstos a seguir líneas próximas a las de sus maestros. El discípulo predilecto de Arévalo, Luis Pardo García (1897-1958), recibió clases de aquél en el curso de 1912-13, cuando era alumno de sexto de bachiller. Desde ese momento, su vida quedó ligada a los estudios hidrobiológicos. Tras cursar la licenciatura en Ciencias, tomó la responsabilidad del Laboratorio de Hidrobiología tras la marcha de Arévalo de Valencia, y continuó en la línea abierta por su maestro, e incluso iniciando otras nuevas, pero siempre en relación con el conocimiento de las aguas continentales valencianas y españolas. Pardo luchó titánicamente por la supervivencia del Laboratorio, pero su propio traslado a Madrid en 1927, en busca de estabilidad laboral, supuso el declive acelerado del centro (Catalá, 2000b). Otro caso notable es el de Federico Gómez Llueca (1889-1960), adelantado del estudio de los nummulites en España, quien desarrolló su vocación como paleontólogo y geólogo de la mano de Daniel Jiménez de Cisneros. Gómez Llueca, que obtuvo el título de bachiller en el Instituto de Alicante en el curso 1905-06 –tras obtener, por cierto, sobresaliente y premio ordinario con derecho a matrícula de honor en la asignatura de Jiménez de Cisneros– (Carpintero, 1907), proclamó siempre su deuda intelectual con el que fue su profesor, como lo demuestra el siguiente párrafo, tomado de las primeras páginas de su monumental memoria "Los Numulítidos de España":

"El Profesor de Historia Natural del Instituto de Alicante, D. Daniel Jiménez de Cisneros, tan conocido por sus excelentes trabajos de Geología, ha sido el que, desde los estudios de Bachiller, nos iniciara primero en los conocimientos de la Geología y la Paleontología, con tal cariño y con tal sabiduría, que llegó a formar para nosotros su vida un ejemplo y los conocimientos de las ramas que cultivaba el ideal de nuestra vida. Con él aprendimos a conocer y distinguir los primeros fósiles y los primeros *Nummulites*. Este trabajo lleva para él un recuerdo de agradecimiento que durará para siempre" (Gómez Llueca, 1929: 13).

CONCLUSIONES

El cultivo de la historia natural en los institutos en cuanto práctica científica original no es, en absoluto, una anécdota en el contexto de los estudios naturalistas en la España de finales del siglo XIX y comienzos del XX. Bien al contrario, la abundancia de testimonios revela la extensión e importancia de un fenómeno que hoy en día sí resulta excepcional. Las directivas y claustros de los centros apoyaron en muchos casos la iniciativa investigadora de sus compañeros, como lo manifiesta el empleo de partidas presupuestarias dedicadas a la enseñanza científica en la adquisición de ejemplares y aparatos necesarios para la práctica científica original. No cabe duda de que el entusiasmo de los profesores se contagió a muchos alumnos, de entre los cuales algunos acabaron por ser, de forma más o menos directa, continuadores de la labor científica que sus maestros habían iniciado. Una labor, por otra parte, que además de original, supuso en ocasiones la introducción de nuevas orientaciones del trabajo naturalista.

En cualquier caso, los institutos, que no estaban desde luego en condiciones de erigirse en auténticas instituciones científicas, y que se quedaron, por tanto, en meros lugares de acogida para la práctica naturalista, no podían tampoco garantizar la continuidad de la labor iniciada. Como era común, por otra parte, en la historia natural española de la época, precariamente institucionalizada, la iniciativa personal era la base de buena parte de los desarrollos acometidos. Lo lógico, por tanto, era que al relevo, jubilación o fallecimiento del profesor que tan destacable actividad científica había desarrollado, no siguiera otra cosa sino la desaparición de su línea de investigación. Hoy por hoy, la situación de los institutos no permite ni siquiera imaginar que puedan volver a acoger una práctica naturalista, o en general científica, del nivel que caracterizó a los establecimientos de hace un siglo o siglo y cuarto. Al menos, eso sí, deben garantizar la conservación de las fuentes que nos permitan reconstruir la historia de lo que fueron.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se adscribe a los proyectos "Evolución, medio ambiente y sociedad en la España contemporánea: estudios sobre la actividad, difusión y repercusión de las ciencias naturales" del Ministerio de Ciencia i Tecnología (referencia BHA2003-04414-C03-02) y financiado con fondos FEDER, e "Instituciones valencianas: pasado y presente" de la Universidad Cardenal Herrera-CEU (referencia PRUCH 03-12).

REFERENCIAS

Aparici, J., Cotanda, V., Fernández Díaz, C., García Saz, B., Mezquita, F., Molina, R., Orden, J., Pastor, L. y Payá, J. (2002): La colección de instrumentos científicos del IES Francisco Ribalta de Castellón. En: *Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos científicos de la Universitat de València* (J.R. Bertomeu y A. García Belmar, Eds.): Universitat de València, València, 185-194.

Baratas Díaz, L.A. (1997): *Introducción y desarrollo de la biología experimental en España entre 1868 y 1936*. C.S.I.C., Madrid.

Caballer, M. C., Pellón, I, y Llombart, J. (2003): Las matemáticas en el Instituto Vizcaíno de Segunda Enseñanza (1847-1900). En: *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica* (J. Batlló, P. Bernat i R. Puig, Coords.). SCHCT, Barcelona, 225-232.

Carpintero y Moreno, H. (1906 a 1917): *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Alicante* [durante los cursos de 1904-1905 a 1916-1917]. Luis Esplá [desde 1912, Viuda de Luis Esplá], Alicante.

Catalá Gorgues, J. I. (1997): El Laboratorio de Hidrobiología Española: una institución científica vinculada al Instituto General y Técnico de Valencia. En: *Institut de Batxillerat Lluís Vives de València: 150 Anys d'història d'ensenyament públic* (R. Oroval, R. Alòs y V. Martínez-Santos, Dirs.). Institut Lluís Vives / Fundació Bancaixa, València, 203-206.

Catalá Gorgues, J. I. (2000a): Daniel Jiménez de Cisneros (1863-1941) i la geologia i paleontologia alacantines. En: *Actes de les V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica* (J. Batlló, P. de la Fuente y R. Puig, coords.). SCHCT, Barcelona, 329-333.

Catalá Gorgues, J. I. (2000b): *Los cultivadores de la historia natural en Valencia (1909-1940)*. Tesis doctoral, Universitat de València, 934 p.

Gómez Llueca, F. (1929): *Los Numulítidos de España*. Memorias de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, 26: 400 p.

Lancis Sáez, C., Villada Lobete, L. A. y García Molina, R. (2002): Las colecciones científicas del IES Jorge Juan de Alicante. En: *Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos científicos de la Universitat de València* (J. R. Bertomeu y A. García Belmar, Eds.). Universitat de València, València, 167-176.

López Fernández, C. (2002): *Ciencia y enseñanza en algunas instituciones docentes murcianas. Universidad de Murcia*, Murcia, 144 p.

Martín Mengod, A. (1918): *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Alicante durante el curso de 1916 á 1917*. Doménech y Taroncher, Valencia.

Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes (1902): R.O. 14 de marzo de 1901. Aprobando el Reglamento del Museo de Ciencias naturales de Madrid. En: *Anuario Legislativo de Instrucción Pública correspondiente á 1901*, Rafael Gómez-Menor, Madrid, 199-223.

Simón Castel, J. (2002): Los instrumentos científicos del IES Lluís Vives de Valencia. En: *Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos científicos de la Universitat de València* (J. R. Bertomeu y A. García Belmar, Eds.). Universitat de València, València, 177-184.

Sisto, R., Fraga, X. A. y Bugallo, A. (2000): L'estudi i la recuperació del patrimoni historicocientífic a Galícia. *Mètode*, 25: 30-31.

Divulgación científica en la sociedad alicantina de la segunda mitad del siglo XIX: *Física recreativa*, de Eleuterio Llofriu Sagrera

R. García Molina

Departamento de Física, Universidad de Murcia, Apartado 4021, 30080 Murcia rgm@um.es

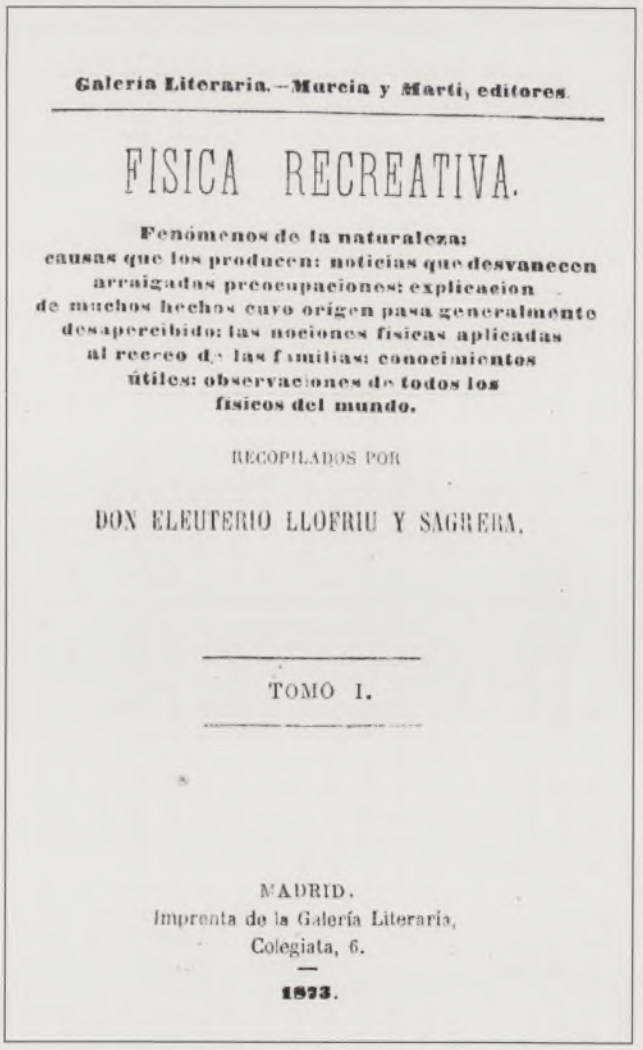
ABSTRACT

Upper-middle class families in the second half of the 19th century were quite interested in the scientific achievements of the time, in particular, those related to Physics, which became one of the more outstanding sciences. To meet these social needs many books were written devoted to popularizing science. Among these books it is worth to mention those having titles like Popular Physics, Recreational Physics or similar, which were written even by non specialists. The book Física Recreativa, published in 1873 by Eleuterio Llofriu Sagrera was one of such cases, but with the special feature that the historical and geographical context takes place in Alicante and neighbourhood, with main characters that surely could be easily recognizable by the readers.

OBRA LITERARIA Y CONTEXTO HISTÓRICO DE LLOFRIU SAGRERA

Eleuterio Llofriu y Sagrera (Alicante 1835 – Madrid 1880) escribió diversos libros, principalmente novelas, ensayos históricos, obras de teatro..., además de colaboraciones periodísticas. Pero entre su producción literaria llama la atención el texto titulado "*Física recreativa. Fenómenos de la naturaleza: causas que los producen: noticias que desvanecen arraigadas preocupaciones: explicacion de muchos hechos cuyo orígen pasa generalmente desapercibido: las nociones físicas aplicadas al recreo de las familias: conocimientos útiles: observaciones de todos los físicos del mundo*", publicado en Madrid en 1873. Esta obra, cuya portada aparece en la figura 1, está dirigida claramente a la sociedad alicantina (según se desprende del contexto de los personajes, geografía y ambiente), con el propósito de dar a conocer tanto los conocimientos básicos de la física como los más relevantes de la época. Pero lo sorprendente es que el autor no tenía, aparentemente, ninguna vinculación con el mundo científico o académico, pues era Doctor en Derecho por Madrid (1860) tras obtener el Bachiller en Artes en Valencia.

Llofriu Sagrera era de ideología republicana y llegó a ocupar cargos en el Ministerio de la Gobernación, bajo la presidencia de Castelar. Como ya se ha mencionado, su producción literaria consta principalmente de obras histórico-filosóficas, novelas de costumbres, piezas dramáticas, etc., con títulos tales como *Gloria, dinero y mujer*, *El naufragio del grumete*, *Historia de la insurrección y guerra de la Isla de Cuba*, *El insurrecto cubano*, *La mujer de Alicante* (separata en *Mujeres Españolas*). Estos escritos eran propios



Galería Literaria.—Murcia y Martí, editores.

FISICA RECREATIVA.

Fenómenos de la naturaleza: causas que los producen: noticias que desvanecen arraigadas preocupaciones: explicacion de muchos hechos cuyo orígen pasa generalmente desapercibido: las nociones físicas aplicadas al recreo de las familias: conocimientos útiles: observaciones de todos los físicos del mundo.

RECOPILADOS POR

DON ELEUTERIO LLOFRIU Y SAGRERA.

TOMO I.

MADRID.
Imprenta de la Galería Literaria,
Colegiata, 6.

1873.

FIGURA 1. *Portada de la primera edición de Física recreativa, de Eleuterio Llofriu Sagrera (Madrid, 1873).*

de un intelectual de la clase acomodada alicantina, la cual, deseosa de ampliar su nivel de conocimientos, organizaba en sus hogares veladas literarias, musicales, teatrales y (casi con toda seguridad) científicas, como puede deducirse del libro de divulgación científica que se comenta en este breve artículo.

RESUMEN DE *FÍSICA RECREATIVA*

La obra *Física recreativa* (Llofriu Sagrera, 1873; García Molina, 2003) está narrada en primera persona por un niño de 10 años (aunque se expresa y reflexiona con la madurez de un joven, casi adulto) y comienza situándonos geográfica y temporalmente en el Alicante de 1854, asolado por el cólera durante los meses de agosto a octubre:

> "Tendría yo apenas diez años cuando sobrevino la terrible epidemia que sembró el espanto y la muerte en la provincia de Alicante, y especialmente en la capital, cuando mis padres proyectaron salir de ella, emprendiendo un viaje á uno de los pueblecitos de la provincia, en donde el aire puro de las montañas, el aroma de las flores silvestres y la belleza del paisaje, convidaban á pasar aquellos dias de prueba."

En la figura 2 aparece reproducido este párrafo, junto con el contenido del primer capítulo. Puede observarse que se enumeran los numerosos fenómenos físicos que se le irán exponiendo al joven (y al lector), sin apenas transición desde la breve introducción que ubica geográficamente y temporalmente la narración.

Huyendo de la epidemia, el niño y su familia son acogidos en la casa del médico del pueblo, quien aprovecha cualquier ocasión para guiar, impresionar e instruir al joven huésped en el conocimiento de la física, tal como había pactado secretamente con el padre del niño:

> "Tenía don Antonio un gabinete con todos los aparatos que eran necesarios para el conocimiento y la aplicación de las leyes físicas, y me había hecho entrar en él al llegar á la casa con el objeto de ver el efecto que me producía, que no fué más que admiracion y extrañeza."

A la par que se narra cómo aumentan los conocimientos físicos del joven tutelado por don Antonio, discurre una historia de amor entre un muchacho del pueblo y la hija del médico, así como la descripción de las costumbres sociales y políticas del entorno. Estas historias paralelas, y los problemas familiares que se derivan, hacen que la narración sea más ágil y entretenida.

Algunas de las historias intercaladas no están exentas de cierta fantasía y dramatismo, como el viaje en globo que realizan los protagonistas, acercándose a Alicante desde el aire, pero que está a punto de convertirse en tragedia al celebrarse un festejo popular con lanzamiento de fuegos artificiales:

> "Sentí un momento de terror al verme ya á unos doscientos metros de la tierra, y que los objetos se empequeñecian. Oia los gritos de los de abajo como se perdian en el espacio. A cierta altura ví á Alicante como una ondina descansando á la orilla del mar, á los piés, de centinela eterno, del famoso castillo de Santa Bárbara.
>
> De pronto palideció don Antonio al mirar hácia la tierra.
>
> —¡Bárbaros!—exclamó;—¡pues no van á disparar cohetes! ¡Si llegara alguno, éramos perdidos! ¡Venga un saquito, pronto, venga!"

Otras partes de la narración (como la ilustrada en la figura 3) son aprovechadas por Eleuterio Llofriu Sagrera para demostrar que conocía a fondo los rincones y el profesorado del Instituto de Alicante (donde seguramente habría estudiado):

> "Una vez allí [en Alicante] visitamos el instituto de segunda enseñanza, en cuyo gabinete de física vimos una coleccion bastante completa de aparatos para probar las leyes á que obedecen los agentes: la luz, el calórico, la electricidad, el magnetismo. Entonces conoció don Antonio á

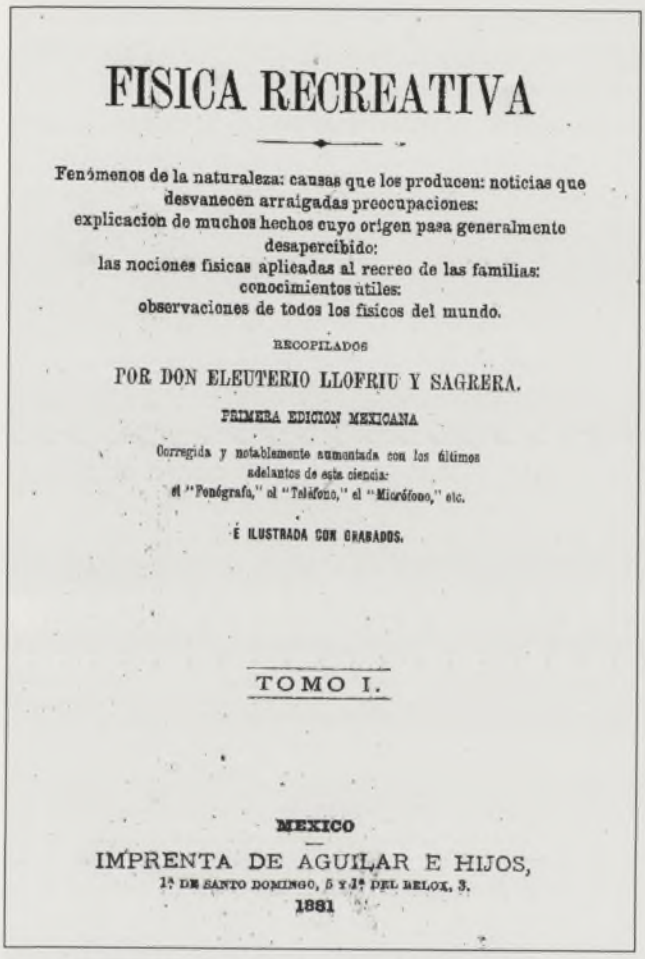
CAPITULO PRIMERO.

Mi viaje.—La familia del médico.—Primera entrevista.—Explicaciones sobre los fenómenos físicos.—Aclaracion de mis dudas.—El sonido.—Los cuerpos.—El aire.—Los tres estados de los cuerpos.—Fuerza molecular.—La nieve.—El agua y el vapor.—Agentes físicos.—La atraccion universal.—El calórico.—La luz.—El magnetismo y la electricidad.—Carácter y conocimientos del doctor.—Un nuevo personaje.—Propiedades de los cuerpos.—Newton.—Un sueño.

Tendria yo apenas diez años cuando sobrevino la terrible epidemia que sembró el espanto y la muerte en la provincia de Alicante, y especialmente en la capital, cuando mis padres proyectaron salir de ella, emprendiendo un viaje á uno de los pueblecitos de la provincia, en donde el aire puro de las montañas, el aroma de las flores silvestres y la belleza del paisaje, convidaban á pasar aquellos dias de prueba.

Salimos, pues, en el carruaje del *ordinario* del pueblo y llegamos al punto en donde nos esperaba una honrada familia cuyo jefe era el médico, y que entre sus individuos tenia una preciosa niña de

FIGURA 2. *Comienzo del capítulo primero del primer tomo de Física recreativa.*



FISICA RECREATIVA

Fenómenos de la naturaleza: causas que los producen: noticias que desvanecen arraigadas preocupaciones:
explicacion de muchos hechos cuyo orígen pasa generalmente desapercibido:
las nociones físicas aplicadas al recreo de las familias:
conocimientos útiles:
observaciones de todos los físicos del mundo.

RECOPILADOS

POR DON ELEUTERIO LLOFRIU Y SAGRERA.

PRIMERA EDICION MEXICANA

Corregida y notablemente aumentada con los últimos adelantos de esta ciencia:
el "Fonógrafo," el "Teléfono," el "Micrófono," etc.

É ILUSTRADA CON GRABADOS.

TOMO I.

MEXICO

IMPRENTA DE AGUILAR E HIJOS,
1ª DE SANTO DOMINGO, 5 Y 1ª DEL RELOX, 3.
1881

FIGURA 3. *Breve mención del gabinete de física y de los profesores del instituto de segunda enseñanza de Alicante, precursor del actual Instituto Jorge Juan.*

uno de los profesores de aquel establecimiento, que honra á la provincia, y del cual ha recibido la base de su instrucción una juventud en la cual se distinguieron ya Castelar, Gallostra, Navarro y Rodrigo, Botella y tantos otros que en las letras y en la administracion han sobresalido.

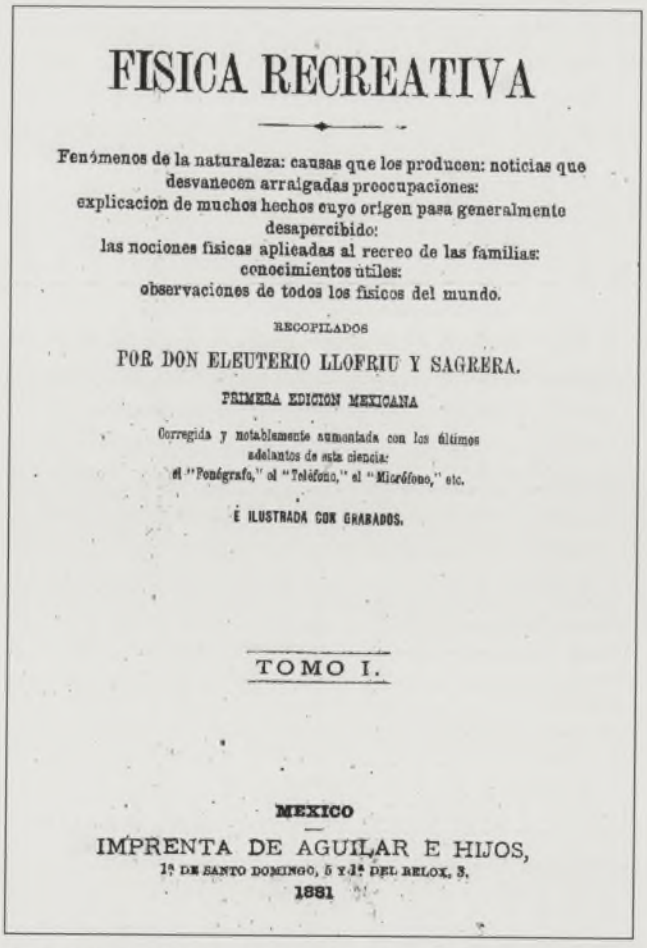
Llamábase aquel catedrático don Rafael Chamorro, hombre de profundos conocimientos en las ciencias físicas, de carácter el más á propósito para la enseñanza, y que contribuyó al crédito de aquel instituto, como el médico don Manuel Ausó, que dirigió la organizacion del precioso gabinete de historia natural, en donde habia ejemplares de todas clases. Representantes ambos del progreso en la ciencia, veíase en ellos esa íntima fruicion del hombre que se dedica al estudio de las leyes de la naturaleza y de los séres de la creacion.

Otro hombre distinguido figuraba entre los profesores de aquella escuela: el señor don Francisco Penalva, venerable sacerdote, tan virtuoso como sábio y tan buen orador como profundo moralista. Habia dirigido aquel instituto don Agustín González, cuyas condiciones de carácter y cuyos conocimientos le conquistaron una reputacion legítima. Estos cuatro hombres dieron gran prestigio á aquella escuela y la elevaron á un punto honroso, secundados por otros dignos profesores."

La historia concluye el 10 de octubre de 1854 (cuando se acaba la epidemia), y finalmente, todo se resuelve como cabe esperar: los enamorados son felices en la isla de Cuba, donde también emigra don Antonio y crea un establecimiento de enseñanza. El joven narrador regresa a su casa admirado de cómo la ciencia (la física, en particular) no deja de sorprendernos con explicaciones y aplicaciones para prácticamente todo; hay que reconocer el mérito, pues un mes y medio fue suficiente para conseguir lo que no son capaces de hacer muchos de los cursos actuales: instruir y captar el interés de los jóvenes.

COMENTARIOS FINALES

Resulta destacable que un intelectual de la época se atreviera a escribir un libro como el reseñado, sin ser especialista en física. El contenido está bien documentado y en él se exponen razonablemente bien los conocimientos existentes



FISICA RECREATIVA

Fenómenos de la naturaleza: causas que los producen: noticias que desvanecen arraigadas preocupaciones:
explicacion de muchos hechos cuyo orígen pasa generalmente desapercibido:
las nociones físicas aplicadas al recreo de las familias:
conocimientos útiles:
observaciones de todos los físicos del mundo.

RECOPILADOS

POR DON ELEUTERIO LLOFRIU Y SAGRERA.

PRIMERA EDICION MEXICANA

Corregida y notablemente aumentada con los últimos adelantos de esta ciencia:
el "Fonógrafo," el "Teléfono," el "Micrófono," etc.

É ILUSTRADA CON GRABADOS.

TOMO I.

MEXICO

IMPRENTA DE AGUILAR E HIJOS,
1ª DE SANTO DOMINGO, 5 Y 1ª DEL RELOX, 3.
1881

FIGURA 4. *Portada de la segunda edición de Física recreativa (México, 1881, 1882).*

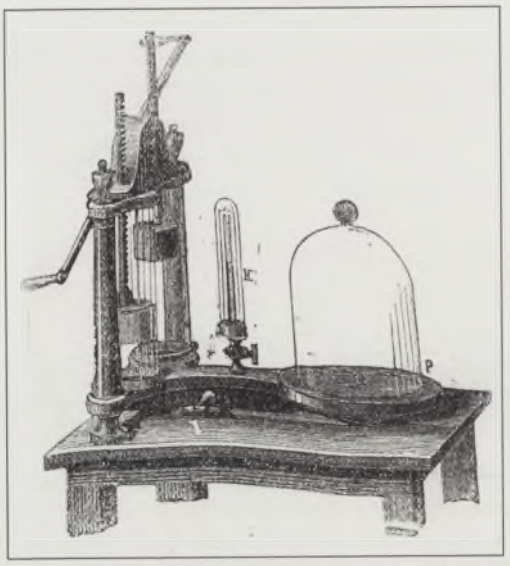


FIGURA 5. *Ilustración de la máquina neumática que aparece en la segunda edición de Física recreativa.*

FIGURA 6. *Bomba de vacío y campana de vacío conservadas en el Instituto Jorge Juan de Alicante.*

en su momento sobre los fenómenos físicos. Es posible que Llofriu Sagrera quedara gratamente impresionado en su juventud por los conocimientos que adquirió en los gabinetes de física que visitó, lo cual le motivaría, seguramente, en el proyecto de intentar transmitir a sus conciudadanos este interés por la física. La publicación del libro también pone de manifiesto que, a finales del siglo XIX, el conocimiento científico (y de la física en particular) también formaba parte de la formación cultural de las clases acomodadas alicantinas, aunque fuera a nivel divulgativo.

Del éxito del libro *Física recreativa* escrito por Eleuterio Llofriu Sagrera, da cuenta la preparación de una segunda edición (primera edición mexicana) en 1881-82, que se publicó póstumamente y cuya portada se reproduce en la figura 4 (Llofriu Sagrera, 1881-1882). Esta segunda edición está elaborada casi íntegramente sobre el contenido de la primera, pero corregida y notablemente aumentada con los últimos adelantos de la física, llegando a introducir ilustraciones y fórmulas en las discusiones científicas que mantienen don Antonio y el joven pupilo. La figura 5 corresponde a la ilustración de una máquina neumática; a título de comparación se adjuntan las fotografías de la bomba de vacío (figura 6a) y de la campana de vacío (figura 6b) que se conservan en el Instituto Jorge Juan de Alicante, las cuales se empleaban conjuntamente para realizar funciones similares a las de la máquina neumática. Para conocer más a fondo la colección de instrumentos de física del Instituto Jorge Juan de Alicante pueden consultarse los trabajos que ha escrito este autor junto con Luis A. Villada Lobete (García Molina y Villada Lobete, 2000; García Molina y Villada Lobete, 2003; Villada Lobete y García Molina, en prensa).

Una crítica menor respecto de esta nueva versión es que, quizá entusiasmado por la idea de divulgar los "último hallazgos de la física", el autor comete algún anacronismo al describir aparatos (como el teléfono o el fonógrafo, por ejemplo) inventados a finales de la década de 1870, aunque la obra sigue estando ambientada en 1854. La figura 7 muestra las ilustraciones del micrófono y del fonógrafo que aparecen en el libro de Llofriu Sagrera, junto a una fotografía de Edison con su reciente invento.

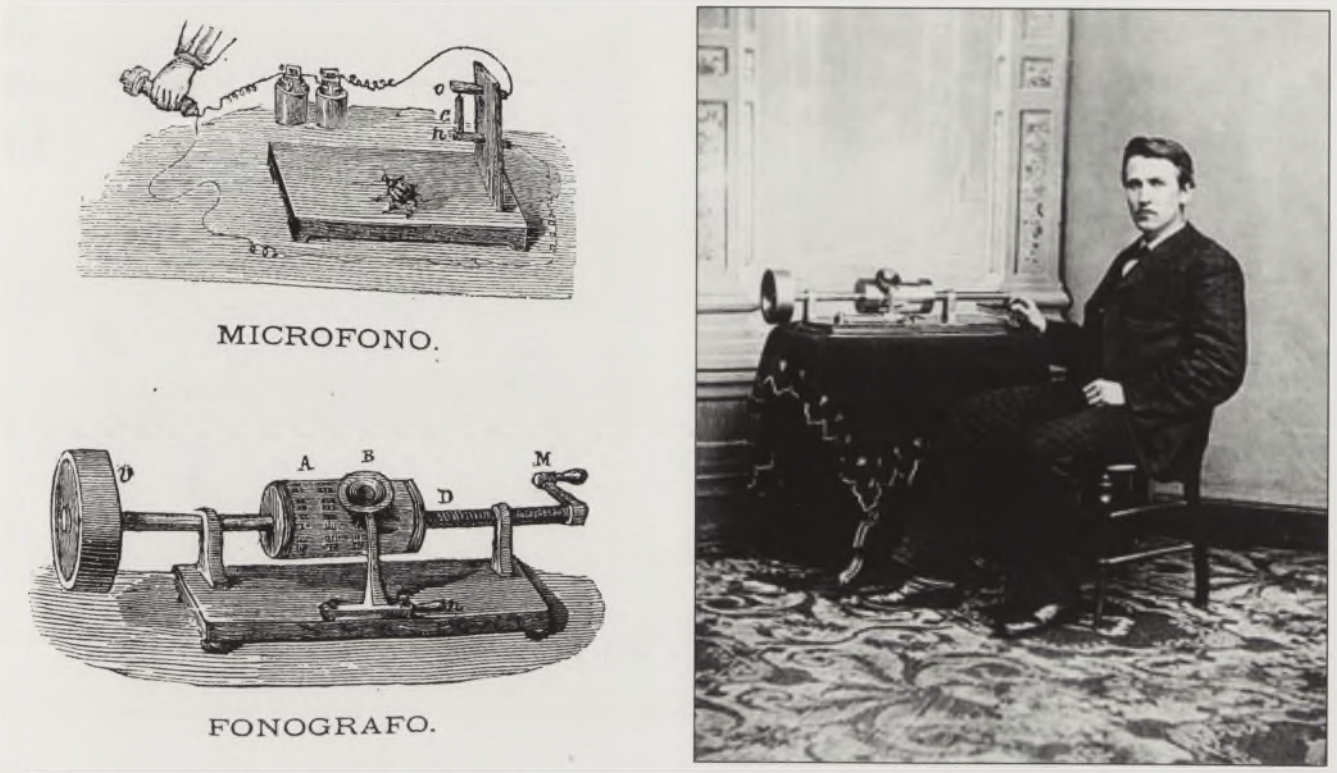


FIGURA 7. *Ilustraciones del micrófono y el fonógrafo que aparecen en la segunda edición de Física recreativa. Puede comprobarse la gran semejanza del fonógrafo con el que sostiene Edison en la fotografía adjunta.*

REFERENCIAS

García Molina R. (2003): José Soler Sánchez i altres hòmens de ciència alacantins. *Quaderns de Migjorn. Ciència al sud valencià* (Associació Cívica per la Normalització del Valencià, Alacant) 4: 109-131.

García Molina R. y Villada Lobete L. A. (2000): Instrumentos antiguos de física: recuperación de patrimonio y uso didáctico, *Revista Española de Física* 14: 47-55.

García Molina R. y Villada Lobete L. A. (2003): Un gabinet de física a cavall entre dos segles: els instruments antics de física de l'Institut «Jorge Juan» d'Alacant. *Quaderns de Migjorn. Ciència al sud valencià* (Associació Cívica per la Normalització del Valencià, Alacant). 4: 67-94.

Llofriu Sagrera E. (1873): *Física recreativa. Fenómenos de la naturaleza: causas que los producen: noticias que desvanecen arraigadas preocupaciones: explicacion de muchos hechos cuyo orígen pasa generalmente desapercibido: las nociones físicas aplicadas al recreo de las familias: conocimientos útiles: observaciones de todos los físicos del mundo.* Recopilados por Don Eleuterio Llofriu y Sagrera. 2 tomos. Imprenta de la Galería Literaria, Galería Literaria – Murcia y Martí, editores. Madrid. Tomo I, 128 p.; tomo II, 127 p.

Llofriu Sagrera E. (1881-1882): *Física recreativa. Fenómenos de la naturaleza: causas que los producen: noticias que desvanecen arraigadas preocupaciones: explicacion de muchos hechos cuyo orígen pasa generalmente desapercibido: las nociones físicas aplicadas al recreo de las familias: conocimientos útiles: observaciones de todos los físicos del mundo.* Recopilados por Don Eleuterio Llofriu y Sagrera. Primera edición mexicana. Corregida y notablemente aumentada con los últimos adelantos de esta ciencia: el "Fonógrafo", el "Teléfono," el "Micrófono," etc. é ilustrada con grabados. 2 tomos. Imprenta de Aguilar e Hijos. México. Tomo I, 132 p.; tomo II, 124 p.

Villada Lobete L. A. y García Molina R. (en prensa): Colección de antiguos instrumentos de física del Instituto «Jorge Juan» de Alicante, *Geo-Temas* (este volumen).

El material científico y didáctico del Gabinete de Historia Natural del Instituto Nacional y Técnico de Alicante (actual I.E.S. Jorge Juan)

C. Lancis Sáez[1,2], J. F. Baeza-Carratalá[1] y M. L. Galisteo Guerra[2]

1 Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Universidad de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. carlos.lancis@ua.es, jf.baeza@ua.es

2 I.E.S. Jorge Juan. Avda. General Marvá, s/n. 03080. Alicante.

ABSTRACT

The Department of Biology and Geology of the I.E.S. Jorge Juan (Alicante), the only Institute of the province of Alicante during more than a century, counts between his heritage with an excellent scientific and didactic material, like the result of the different collections and instruments that have been compiled since his foundation, in 1845. One of the main authors of the existing collections was D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás, who was professor of Natural History of the I.E.S. Jorge Juan during 30 years and his Director in several stages.

Key words: *scientific collections, Jiménez de Cisneros, didactic scientific heritage, Alicante.*

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Biología y Geología del I.E.S. Jorge Juan (Alicante), único Instituto de la provincia de Alicante durante más de un siglo, cuenta entre sus fondos con un excelente material científico y didáctico, fruto de las distintas colecciones e instrumentos que se han ido recopilando desde su fundación, en 1845.

Uno de los principales autores de las colecciones existentes fue D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás, Catedrático de Historia Natural del I.E.S. Jorge Juan durante 30 años y su Director en varias etapas (Galisteo *et al.*, en prensa).

En la actualidad, a pesar de las muchas pérdidas y el deterioro sufrido por el paso del tiempo y diversos acontecimientos (la Guerra Civil, diversos traslados de edificios, permaneciendo mientras tanto las colecciones en dependencias sin unas condiciones mínimas para su conservación, etc.), el Departamento todavía posee un material de gran interés museográfico, científico y didáctico, constituyendo un patrimonio científico único para la sociedad alicantina. La importancia de ese legado se ha puesto de manifiesto en diversos trabajos realizados por profesores del Instituto y de diversos colaboradores externos, como en Jiménez de Cisneros (1928), Camps *et al.* (1988, 1990), Lancis *et al.* (1991, 2003), etc.

ANTECEDENTES

Como anteriormente se ha citado, han sido numerosas las tentativas, de dar a conocer este importante legado científico durante los últimos 20 años. Las primeras tareas realizadas consistieron en examinar los fondos documentales del Instituto, y extraer los datos necesarios de las diferentes Actas del Departamento de Ciencias Naturales, distintos inventarios, archivos, memorias del Instituto, facturas y demás documentos, disponiendo así de las referencias históricas de todo el material existente en las diferentes etapas de la dilatada historia del IES Jorge Juan.

Se pudo, de esta forma, precisar las características del extraordinario fondo patrimonial existente, que databa, en su mayor parte de finales del siglo XIX. El, entonces llamado, Gabinete de Historia Natural del Instituto de Alicante contaba a finales del siglo XIX, entre otras cosas con:

- *Una colección de especies de conchas, donada por el Ingeniero Jefe de Obras Públicas destinado en la Habana, D. Antonio Maria Jáudenes, en 1874.*
- *Una colección de minerales de la Provincia de Madrid, donados por D. Juan Vilanova, Catedrático de Geología y Paleontología de la Universidad de Madrid, en 1878.*
- *Una colección de fósiles de la Provincia de Albacete, donada en 1898.*
- *Un microscopio Leitz, obsequio de D. Alejandro Harmsen, Barón de Mayals, en 1898.*

Y como en 1882 este Gabinete contenía otra colección de unos 3.500 ejemplares distribuidos de la siguiente forma:

- *Mamíferos, 93 ejemplares.*
- *Aves, 415 ejemplares.*
- *Reptiles, 36 ejemplares.*
- *Peces, 152 ejemplares.*
- *Moluscos, 534 ejemplares.*
- *Articulados, 387 ejemplares.*

- *Minerales, 1136 ejemplares.*
- *Maderas, 384 ejemplares.*
- *Productos naturales, 471 ejemplares.*
- *Un herbario.*
- *Láminas de Historia Natural, 176 ejemplares.*

Bastantes de estos elementos todavía se conservan, otros se han perdido para siempre y, algunos se encuentran en peligro de deteriorarse, debido a un inadecuado estado de conservación, como consecuencia de la falta de medios.

COLECCIONES EXISTENTES

Sin lugar a dudas han sido muchas las pérdidas y el deterioro experimentado por el paso del tiempo, por los avatares sufridos y la inmemorial falta de ayuda en algunas etapas. A pesar de ello, hoy en día, el Departamento todavía posee un excelente material y una serie de colecciones de características únicas y de gran interés museográfico, científico y didáctico.

A modo de breve inventario podemos destacar las siguientes colecciones.

1. Colecciones de fósiles

a) *Colección del Instituto*, que incluye unos 1.500 ejemplares, conteniendo algunos ejemplares de gran interés museístico y científico, actualmente expuesta en los pasillos del Instituto.

b) *Colección de fósiles y minerales de Daniel Jiménez de Cisneros*, con más de 13.000 ejemplares que se encuentra en depósito en el Departamento de Biología y Geología junto a documentos, bibliografía, placas fotográficas, etc. y otros objetos particulares. De incalculable valor científico, didáctico y museístico, debido a la procedencia de los ejemplares (casi todos ellos de yacimientos de la provincia de Alicante), la presencia de especies nuevas y algunos ejemplares espectaculares (Fig. 1).

FIGURA 1. *Parte de la colección de fósiles de D. Jiménez de Cisneros.*

2. Herbario de la Provincia de Alicante

Donado por D. Abelardo Rigual, catedràtico del I.E.S. Jorge Juan desde 1942 hasta 1986. Engloba, en general, una síntesis de toda la flora alicantina incluyendo numerosos endemismos y especies nuevas definidas por el propio Rigual (Fig. 2).

FIGURA 2. *Herbario de D. Abelardo Rigual almacenado en el IES Jorge Juan.*

3. Material didáctico antiguo (Fig. 3)

Fundamentalmente, entre otros elementos, poseen un interés significativo:

a) Dos colecciones de láminas de Anatomía y Fisiología animal y vegetal, alemanas y argentinas, que datan de finales del siglo XIX-principios del XX.

b) Modelos anatómicos del siglo XIX, y maquinaria agrícola utilizada en la asignatura de *Agricultura* impartida en la década de los 30 del pasado siglo y otros modelos e instrumentos.

4. Colección de Moluscos del mundo

Su núcleo central parte de la donación de D. Antonio Mª Jáudenes (Ingeniero Jefe de Obras Públicas destinado en la Habana), en 1874, siendo posteriormente ampliada. Incluye unos 600 ejemplares, tanto marinos como continentales (Fig. 4).

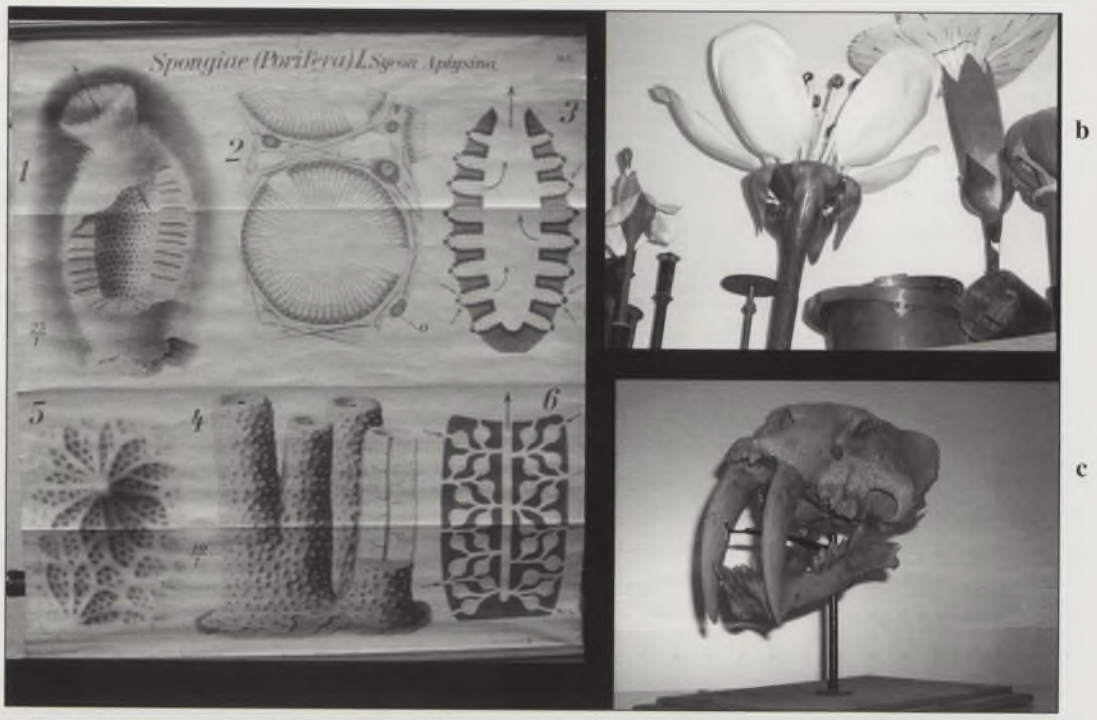


FIGURA 3. *Colección didáctica. a) Láminas de finales del S. XIX y principios del XX. b) Modelos de plantas y c) Modelo de un tigre de dientes de sable.*

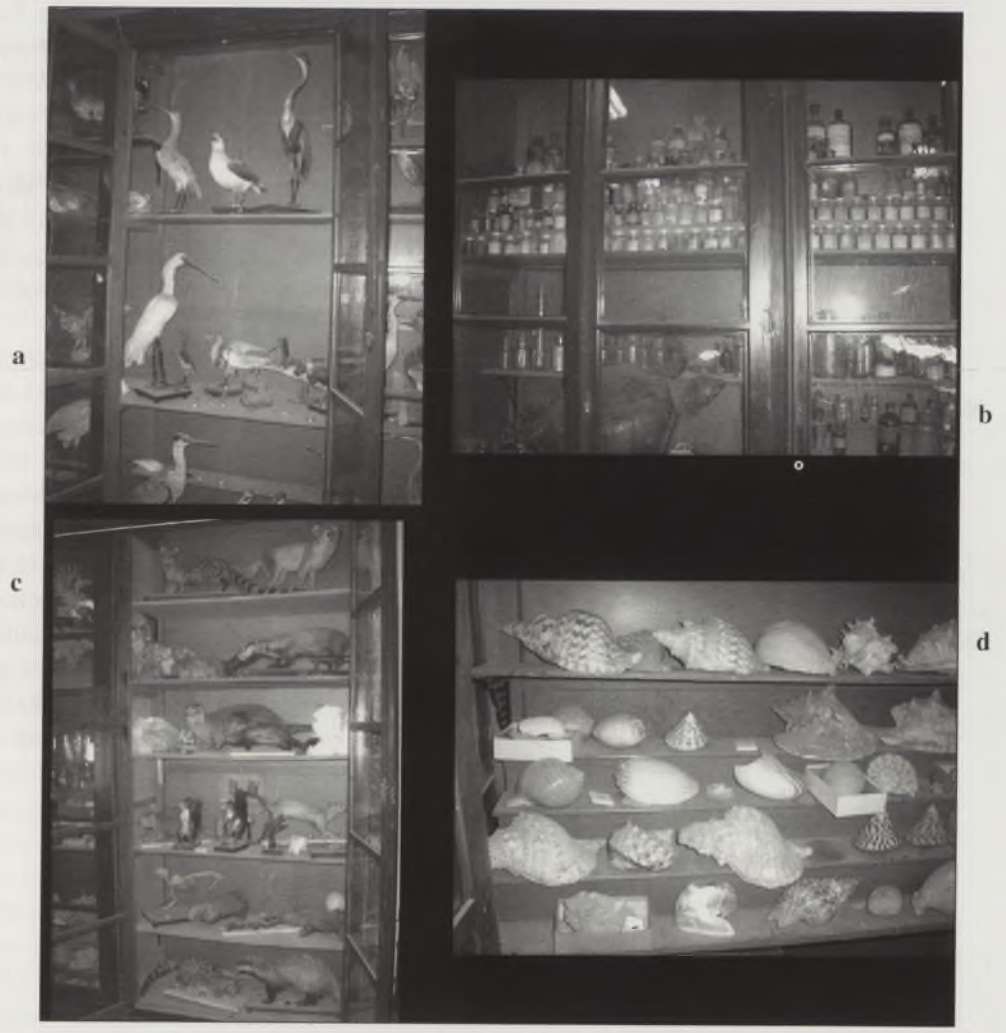


FIGURA 4. *Elementos de las distintas colecciones existentes: a) Colección de aves. b) Colección de semillas. c) Colección de mamíferos. d) Colección de moluscos del mundo.*

5. Colección de Aves

Contiene unos 100 ejemplares, la mayoría provienen de los 415 ejemplares que poseía el Instituto en 1882 (Fig. 4).

6. Colección de Minerales y Rocas

Consta aproximadamente de 800 ejemplares, algunos de ellos de excelente calidad. Proceden de donaciones y de la labor de recolección realizada por diferentes profesores, fundamentalmente por Daniel Jiménez de Cisneros. De entre las donaciones destaca la de minerales de Madrid, realizada por D. Juan Vilanova, Catedrático de Geología y Paleontología de la Universidad de Madrid, en 1878.

7. Colección de otros vertebrados, peces, anfibios, reptiles y mamíferos naturalizados

Contiene alrededor de 100 ejemplares supervivientes de los que contenían las colecciones del Instituto en 1882 (Fig. 4).

8. Material científico y bibliográfico

Contiene algunas piezas (microscopios, microtomos, etc.) de finales del siglo XIX, así como libros, artículos y manuscritos antiguos de incalculable valor.

9. Otras colecciones:

Semillas, productos químicos antiguos, etc. (Fig. 4).

CONCLUSIONES

Pretendemos nuevamente en el presente trabajo dar notoriedad y poner en valor este importante patrimonio, poniendo de manifiesto los distintos recursos científicos e históricos que posee la sociedad alicantina, merecedores de ser estudiados, conservados y contemplados a través de futuras iniciativas de gestión de este legado, como pueden ser su posible ubicación en un Museos Científico y Didáctico (a este respecto cabe destacar las gestiones realizadas desde 1986 para fundar el Museo Didáctico de la Ciencia "Daniel Jiménez de Cisneros", a pesar de que dichas gestiones no hayan dado su fruto), organización de exposiciones, estudios de actualización y revisión de las colecciones, etc.

Desde el primer momento en que se iniciaron estas tareas, ya en 1986, se ha abogado siempre por la gestión de este patrimonio desde un Museo Científico-Didáctico, desde el cual poner este valioso material a disposición del público y de la comunidad científica y escolar y que contribuya a impulsar e incentivar tanto la investigación en estos fondos, como el inicio de nuevas líneas de investigación que incorporen nuevos datos enriqueciendo así el patrimonio científico y cultural alicantino.

REFERENCIAS:

Camps M., Expósito C., Guerra M. L., González G., Lancis C. y Rodríguez E. (1988): Exposición Permanente de Fósiles I.B. Jorge Juan: Ed. Caja Ahorros Prov. Alicante, Obra Social y Cultural. Catálogo de la exposición, 8 pp.

Camps M., Galisteo M.L., Hernández J., Lancis C. y Rodríguez E. (1990): Recuperación y elaboración de un catálogo ilustrado de las colecciones de moluscos y aves, pertenecientes al Museo Didáctico de la Ciencia "Daniel Jiménez de Cisneros" del I. B. Jorge Juan de Alicante, *Publicaciones del Instituto de Cultura Juan Gil-Albert (Ayudas a la Investigación 1986-1987)*, 1: 255-280.

Galisteo M. L., Jiménez de Cisneros F., Jiménez de Cisneros M., Jiménez de Cisneros C., Lancis C. y Camps M. (en prensa): Aproximación a la vida y obra de D. Daniel Jiménez de Cisneros: algunas aportaciones científicas notables y aspectos destacados de su actividad literaria. *Publicaciones del Instituto de Cultura Juan Gil-Albert (Ayudas a la Investigación)*.

Jiménez de Cisneros, D. (1928): Catálogo del Material Científico de las Clases de Fisiología e Historia Natural. Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Alicante (inédito), 15 pp.

Lancis C. y Galisteo M. L. (1991): Viaje a Través del Tiempo (Exposición de Fósiles), Ed. Caja Ahorros Prov. Alicante y Valencia, Obra Social y Cultural. Catálogo de la Exposición, 10 pp.

Lancis C., Baeza Carratalá J. F. y Cutillas Iturralde A. (2003): El llarg i tortuós camí recorregut cap al Museu Didàctic de la Ciencia «Daniel Jiménez de Cisneros», d'Alacant. *Quad. Migjorn 4.*, 133-153.

La contribución de Ricardo Codorníu y Stárico (1846-1923) a la internacionalización de la ciencia española de inicios del siglo XX: la defensa del esperanto como lengua científica auxiliar y la difusión de la Clasificación Decimal Universal (*CDU*) del *Institut de Bibliographie* de Bruselas

G. Olagüe de Ros

Cátedra de Historia de la Medicina, Facultad de Medicina. Avda. de Madrid, 7. 18012-Granada. golague@ugr.es

ABSTRACT

The aim of this paper is to analize the contribution of Ricardo Codorníu y Stárico to the development of spanish information science of the beginnings of the XIXth century. Codorníu, a forests engineer, was very interested in the Decimal Classification System (the belgian version of the Melvil Dewey Classification) which translated in 1911 in order to be useful to the Spanish forests engineers. By other hand, in order to get an auxiliary universal language, Codorníu, considered that the esperanto, the language created by the polish physician Louis Zamenhof, was the best option.

Key words: *Ricardo Codorníu y Stárico, history of scientific documentation, Decimal Classification System, Paul Otlet, Henri Lafontaine, International Catalogue of Scientific Literature.*

INTRODUCCIÓN

Ricardo Codorníu nació en Cartagena en 1846. Tras cursar sus estudios elementales en el Instituto San Isidro de Madrid, y tras un fallido intento por ser guardiamarina, Codorníu cursó la carrera de ingeniero de Montes en Madrid, licenciándose en 1871. Salvo algunos viajes profesionales y otros ligados a su condición de propagandista del esperanto, toda su actividad la desarrolló en Murcia como director de trabajos de reforestación, especialmente de la Sierra de Espuña, o colaborando con otros ingenieros en estas tareas; tal es el caso de Guardamar del Segura (Alicante).

Fue presidente de la Real Sociedad Española de Historia Natural, fundador de la de Amigos del Árbol y miembro de la Academia de Ciencias de Barcelona. Además, fue uno de los socios fundadores de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (1909), organización nacida, como es bien sabido, para potenciar la comunicación entre los científicos españoles en las primeras décadas del siglo XX (Franco Nortes, 1929; Morales, 1996).

He podido reunir en torno a treinta y cinco obras de Ricardo Codorníu, mayormente folletos y monografías, además de varios artículos que editó en la *Revista de Montes* (1877-1926) y algunas comunicaciones a congresos y reuniones científicas. De ellas, treinta se publicaron en vida de su autor y las demás lo fueron póstumamente, en las postrimerías del siglo XX. Lo primero que llama la atención es que, salvo dos textos matemáticos editados a fines del siglo XIX, cuando Codorníu contaba con 44 años de edad, el resto aparecieron a partir de 1906, es decir, siendo ya sexagenario. Casi todas las obras, salvo las que son objeto de esta comunicación, están dedicadas a temas de su actividad laboral, especialmente a cuestiones relacionadas con la reforestación de montes, y, de ellas, un pequeño núcleo tiene un carácter divulgativo.

LA PARTICIPACIÓN DE RICARDO CODORNÍU EN LAS CORRIENTES DOCUMENTALES DE SU TIEMPO

A fines del siglo XIX se sentaron las bases del movimiento documental europeo contemporáneo, que defino como el "conjunto de iniciativas que se tomaron a fines del s. XIX y principios del XX, encaminadas a la confección de repertorios de bibliografía transnacionales, sobre la base de una cooperación internacional, para las cuales uno de los problemas centrales fue la búsqueda de lenguajes universales de indización". Es decir, el movimiento documental aspiró, entre otros objetivos, a facilitar la recuperación de la información programando, para tal fin, la confección de repertorios de bibliografía actual. Dicho movimiento se desarrolló básicamente en dos escenarios geográficos: Bruselas, a través del *Institut de Bibliographie* fundado por Paul Otlet y Henri Lafontaine en 1895, que publicó el *Repertoire*

Bibiliographique Universel, y Londres, más atento a las ciencias básicas, que editó el *International Catalogue of Scientifique Literature* (1902-1921). Bruselas hizo de la Clasificación Decimal Universal (*CDU*) el arma intelectual para la indización de las referencias en su repertorio y pretendió generalizar su uso en todas las bibliotecas, tanto científicas como humanísticas. Por su parte Londres, centrado en las ciencias básicas, desechó cualquier clasificación artificiosa, pues hizo del idioma inglés el instrumento más idóneo para cumplir tal misión. Para la confección de dichos repertorios ambas opciones buscaron la colaboración internacional, una vez resuelto el grave problema de un lenguaje idóneo para la indización de las referencias bibliográficas en los respectivos repertorios.

Ambas corrientes estuvieron en activo hasta poco después de concluir la Primera Guerra Mundial. El internacionalismo científico y la plena confianza en que los avances científicos eran el mejor aval de la bondad de la ciencia, se fueron al traste tras el conflicto bélico. Desde ese momento la ciencia dejó de ser un bien universal y se convirtió en un instrumento al servicio de las potencias dominantes. Por primera vez, los científicos empezaron a ser conscientes de que pertenecían, por encima de todo, a una "patria", a la que se debían tanto en tiempo de paz como de crisis (Olagüe de Ros, *et al.*, 1997). En este contexto de fervor nacionalista, la comunicación entre los científicos se vio mediatizada por el predominio de unas lenguas nacionales sobre otras, por lo que el intercambio de información estuvo muy condicionado por el pleno conocimiento de los idiomas dominantes. No debe olvidarse que el español era un idioma por entonces condenado al ostracismo en las reuniones científicas internacionales. Precisamente, la crisis del internacionalismo científico y el estallido de la Gran Guerra, además de razones de orden económico, motivaron la suspensión definitiva del *International Catalogue*.

La intervención de España en este movimiento documental fue precoz, aunque la falta de apoyos institucionales hizo que en la mayoría de los casos las propuestas que se realizaron en este contexto no pasaran de ser acciones bien intencionadas más que de realizaciones efectivas. No debe olvidarse nuestra condición de nación periférica y con relativamente escasa impronta científica a nivel internacional. Si embargo, la pérdida de las últimas colonias del Imperio español (1898) actúo como un revulsivo entre la intelectualidad hispana, que hizo del hispanoamericanismo y de la europeización de nuestra patria dos motores de cambio de largo calado (Olagüe de Ros, G., 2003). La colaboración institucional con el programa de Londres se hizo a través de la *Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid, que se encargó, en los años de vigencia del proyecto, de remitir a Londres, por medio de José Rodríguez Carracido (1856-1928) bibliotecario de la Academia, las referencias bibliográficas de la producción científica española (1904). Con la experiencia adquirida, el ingeniero Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), también numerario de la Academia, pretendió reproducir el modelo británico con los países hispanoamericanos, creando la *Unión Internacional Hispanoamericana de Bibliografía y Tecnología Científicas* (1910).

Por su parte, por las propias características del proyecto, nuestra colaboración con Bruselas fue mas ocasional y dependió de la voluntad de personalidades concretas. En fechas tempranas (1896-1897) el bibliotecario extremeño José Castillo y Quijada (1896-1897) tradujo la *CDU*. También se editaron algunos repertorios de bibliografía que se integraron en el *Repertoire Bibiliographique Universel*, como el *Boletín Bibliográfico Español* (1897-1900) de Miguel Almonacid y Cuenca y el *Index Medicus Hispanus* (1904-1906) del médico de Gerona Josep Pascual i Prats (1854-1931). Finalmente, se fundó en 1909 el primer servicio de documentación científica en nuestro país, obra de Leopoldo Jiménez, que catalogó la biblioteca del Cuerpo de Ingenieros del Ejército según los dictados de la *CDU*, al igual que Rafael de Ureña y Smenjaud (1852-1930), catedrático de derecho en Madrid, que también recurrió a la *CDU* para ordenar los fondos bibliográficos de su cátedra (Olagüe de Ros *et al.*, 1994).

El interés de Ricardo Codorníu por los programas documentales de su tiempo se centró en el periodo comprendido entre 1908 y 1914. En esos años dio a luz algunos escritos en los que, desde su pleno convencimiento en el carácter internacionalista y bondadoso de la ciencia, defendió la necesidad de la adopción de un idioma auxiliar que facilitara la comunicación entre los científicos, al mismo tiempo que se esforzó por incorporar a nuestro país a las corrientes documentalistas de la Europa del momento, adaptando la *Clasificación Decimal Universal* para uso de los ingenieros de Montes. En 1908 participó en el Primer Congreso de la *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, de cuya Junta Directiva figuraba como socio fundador. En la Sección de *Ciencias Sociales* leyó un trabajo en el que defendía la adopción del esperanto como idioma auxiliar internacional: "El problema cuya resolución influiría con mayor eficacia y más favorablemente en el adelanto de las Ciencias, es la adopción de un idioma auxiliar internacional, para que los individuos de los distintos países pudieran comunicarse de palabra o por escrito con la misma facilidad y perfección que si cada uno usase su propio idioma. Ese nuevo idioma [el esperanto] sirve para las Ciencias, desde las Filosóficas y Matemáticas hasta las Naturales ... El esperanto escrito [debe] ser mirado con benevolencia por los entusiastas del progreso científico, que son forzosamente todos los hombres cultos..." (Codorníu Stárico, 1909).

Sobre este mismo tema volvió a insistir, con una intencionalidad claramente economicista y más práctica en 1911, en la Segunda Asamblea General de las *Sociedades Económicas de Amigos del País*, a la que presentó una ponencia sobre "Como influiría un idioma internacional en el progreso de la agricultura, de la industria y del comercio de España". Según Codorníu, el progreso humano, la mejora de las comunicaciones y la gran diversidad de lenguas obligan

hoy en día al estudioso al conocimiento de varios idiomas, de tal forma que casi el treinta por ciento de la vida útil de una persona esta dedicado al aprendizaje de esos idiomas. No es viable la existencia de un idioma universal que sustituya a las lenguas nacionales y tampoco lo es que alguna de las lenguas vivas actuales –como el francés o inglés– acaben por convertirse en idiomas universales. Por ello, el esperanto es la mejor arma para comunicarse de forma rápida y útil entre los científicos y contribuirá, también, a elevar la agricultura y la industria, pues difundirá rápidamente los logros y avances en estas áreas. Las *Sociedades Económicas de Amigos del País* deben esforzarse en admitir al esperanto como lengua auxiliar universal (Codorníu Stárico, 1911b).

Finalmente, en diciembre de 1913 impartía en el *Circulo de Bellas Artes e Instrucción Popular* de Murcia una conferencia sobre el sacerdote manchego Bonifacio Sotos y Ochando (1785-1869), uno de los primeros españoles que se preocupó a mediados del siglo XIX por la generalización de un idioma universal que viniera a sustituir a las lenguas nacionales. Para Codorníu el proyecto original de Sotos y Ochando era un claro precedente del elaborado en fechas más tardías por el médico polaco Lázaro Luis Zamenhof, el *esperanto*, que Codorníu consideraba desde el punto de vista lingüístico muy superior. Fue precisamente su relación con Sotos y Ochando lo que le decidió por inclinarse por el *esperanto* como lengua auxiliar de comunicación científica (Codorníu Stárico, 1914).

La segunda vertiente documental a la que Codorníu dedicó un esfuerzo importante fue la de propagar entre sus colegas del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Montes la *Clasificación Decimal Universal* del *Institut* de Bruselas. Con este fin publicó en 1911 –casi viente años después de la traducción de José Castillo y Quijada– un folleto muy bien documentado en el que, tras analizar con gran detalle el origen y desarrollo del instituto belga de Otlet y Lafontaine, ofrecía una primera guía de clasificación bibliográfica de obras sobre ingeniería de montes según los dictados de Bruselas. La ausencia de una biblioteca pública especializada en su profesión hizo que Codorníu limitara su esfuerzo a una serie de consejos, sin ánimo de generalizar. Únicamente aplicó la *CDU* para ordenar las publicaciones de Sotos y Ochando en la ya mencionada conferencia sobre este sacerdote de Albacete (Codorníu Stárico, 1911a).

Que en 1914 Codorníu dejara de publicar sobre temas documentales es, a tenor de lo expuesto, lógico. La hibernación a que se vieron sometidos los proyectos europeos y la falta de apoyos oficiales dan razón de esta falta de continuidad en Codorníu, aunque no por ello dejó de defender al *esperanto* como lengua válida, con carácter auxiliar, en la comunicación internacional entre científicos.

CONCLUSIÓN

Desde unos presupuestos epistemológicos propios del positivismo, y fuertemente condicionado por el regeneracionismo hispano finisecular, que entre otras cosas pretendió internacionalizar la ciencia española del momento, Ricardo Codorníu y Stárico participó modestamente en el movimiento documental europeo contemporáneo. De las distintas opciones, Codorníu se interesó por el proyecto continental de Paul Otlet y Henri Lafontaine. Dicho interés estuvo subordinado por su búsqueda de una lengua auxiliar universal. No debe olvidarse que la generalización del método científico entre todas las sociedades hizo que la búsqueda de una lengua auxiliar universal que permitiera una fluida comunicación entre los científicos se convirtió en un asunto de primer orden (Eco, 1994). El esperanto, en opinión de Codorníu, casaba mejor con el proyecto belga, más neutro y carente de significación política, que con el británico, el promovido por la *Royal Society* de Londres, que recalcaba el determinante papel de algunas lenguas vivas –inglés, francés, alemán y otras– por entonces lenguas propias de imperios coloniales, como idiomas de indización documental. La carencia de apoyos oficiales hizo que la actividad de Codorníu se limitara labores propagandísticas sin realizaciones mínimamente duraderas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con cargo al proyecto *BHA2003-00525*.

REFERENCIAS

Codorníu Stárico, R. (1909): Importancia de la adopción de un idioma auxiliar internacional para el progreso científico. En: Actas del Primer Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Zaragoza. Tomo V (Sección 4, Ciencias Sociales). Madrid, Imp. de E. Arias, 241-246.

Codorníu Stárico, R. (1911a): Clasificación Bibliográfica Decimal y extracto de las tablas empleadas en el Repertorio Bibliográfico Universal para el uso del personal facultativo de Montes. Imprenta Alemana, Madrid, 51 p.

Codorníu Stárico, R. (1911b): Cómo influiría un idioma internacional en el progreso de la agricultura, de la industria y del comercio en España. Ponencia por ... Imprenta Alemana, Madrid, 8 p.

Codorníu Stárico, R. (1914): D. Bonifacio Sotos Ochando, el Doctor Zamenhof y los idiomas de su invención. Datos bibliográficos relativos al proyecto de lengua universal de D. Bonifacio Sotos Ochando. Imp. Sucesores de Nogués, Murcia, 24 p.

Eco, U. (1994): La búsqueda de la lengua perfecta. Ed. Crítica, Barcelona, 318 p.

Franco Nortes, J. (1929): El Viejo Forestal. Boceto para su historia. Tipografía San Francisco, Murcia, 88 p.

Morales, E. (1996): "El Viejo Árbol". (Vida de Ricardo Codorníu y Stárico). Asociación Carolina Codorníu, Murcia, 301 p.

Olagüe de Ros, G., Astrain Gallart, M., Menéndez Navarro, A., y Medina Doménech, R. (1994): La introducción de la Clasificación Decimal Universal en España, 1896-1923. En: Actas del XXXIII Congreso Internacional de Historia de la Medicina. Granada-Sevilla, 1 a 6 de septiembre de 1992 (J.L. Carrillo y G. Olagüe de Ros, Eds.). Imprenta Pinelo, Sevilla, 1041-1056.

Olagüe de Ros, G., Menéndez Navarro, A., Medina Doménech, R. M. y Astrain Gallart, M. (1997): Internacionalismo y ciencia. Las bases sociocientíficas del movimiento documental europeo. Dynamis, 17: 317-340.

Olagüe de Ros, G. (2003): El movimiento documental europeo e hispanoamericano: el nacimiento de la *Revista Iberoamericana de Ciencias Médicas* (1899-1936). En: Medicina y Sociedad en la España de la Segunda Mitad del siglo XIX: Una aproximación a la obra de Federico Rubio y Galí (1827-1902) (J.L. Carrillo. Ed.). Ayuntamiento de El Puerto de Santa María-Asociación para la Formación, Investigación y Asistencia Médica de Andalucía "Federico Rubio", El Puerto de Santa María, 287-313.

Los terremotos históricos de la provincia de Alicante

F. Rodríguez de la Torre

Pez Austral, 7, 7º-B. 28007 Madrid. frdelatorre@eresmas.com

ABSTRACT

Seismology is a really new science. Since last years of 19th century began the first seismographs in the world (in Spain, on 1898). Seismicity is the knowledge of the proclivity of a territory, region, province, little country or locality concerning the occurrence of one earthquake of the most foreseed intensity. We have only one century of seismometric observations, but the first half with insecure records. For this cause is necessary the assistance of the historical seismicity. Methodology of seismic historical research consists in the processes and behaviour rules that providing maximum profit of the available sources for high quality and quantity in attainment of data about historical earthquakes. Historical earthquakes are the seismes that their parameters had not been able to be defined by automatic geophysical instruments. Territory of present Alicante Province has been researched for the knowledge of historical earthquakes. We present one chart of the most important earthquakes since 11th century in the region of SE. of Spain and one catalogue of the most important earthquakes with epicenters in the province of Alicante. We suggest the works for research a great and complete seismic catalogue of the province of Alicante.

***Key words**: Historical seismicity, Alicante Province.*

INTRODUCCIÓN

Para el lector de estas líneas sobreentendemos que conoce, al menos de forma elemental pero certera, conceptos tales como qué es un terremoto, por qué causas se producen, placas tectónicas, líneas de fractura y conceptos generales (sismología, sismicidad, sismógrafo, sismograma, red sísmica, catálogo paramétrico) y particulares (parámetros que definen un sismo: epicentro, hipocentro, magnitud y su escala, intensidad y sus escalas, tiempo-origen, área pleistosista, sismo principal, premonitorios, réplicas, y otros más) que, acaso, pudiéramos, o debiéramos, utilizar a lo largo de esta breve exposición que pretendemos sencilla.

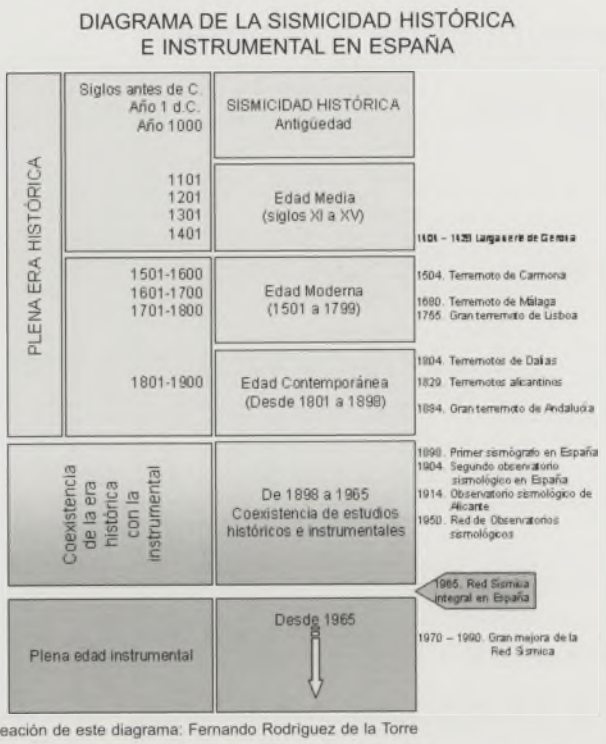
La Sismología es ciencia relativamente moderna. La sismicidad es el conocimiento de la proclividad de un territorio determinado (extenso o reducido, como una gran región, provincia, comarca o localidad, según se considere) a la percepción en un próximo espacio temporal dado de un terremoto de la máxima intensidad previsible. Con sólo un siglo de mediciones sismométricas (la mitad del mismo, más o menos, con mediciones inseguras o imperfectas) no es posible determinar bien esta posibilidad. Por eso a la sismicidad que llamamos "instrumental" se debe complementar, en términos mucho más amplios, temporales y cuantitativos, con la sismicidad que llamamos "histórica".

SISMICIDAD HISTÓRICA

La sismicidad histórica es el punto de arranque de toda investigación sismológica de un territorio dado, pues la medición instrumental empezó en España en 1898 con un solo sismógrafo (San Fernando) (Rodríguez de la Torre, 1999), seguido de otros en Granada (1904), Tortosa (1904), Barcelona (1906), Toledo (1909), Almería (1911), Alicante (23 de julio de 1914), etc. Esta información general se obtiene de Galbis (1932, pp. 166-173).

Dejemos aparte los difíciles caminos de la investigación anterior al año 1000 (bien estudiada en Italia) y conformémonos, por ahora, respecto a la Península Ibérica, en clasificar técnicamente dos clases de eras sísmicas a efectos de su investigación:

a) Era histórica. Teóricamente, abarcaría desde el año 1000 hasta el 1898, en que empiezan los registros sismográficos. Este fin de la era es teórico, como veremos enseguida. Las subdivisiones de esta era serían, aproximadamente: una larga etapa, difícil, entre los años 1000-1500; otra segunda, con relativas buenas indagaciones, entre 1501 y 1800; una tercera, con buenas posibilidades de investigación, entre 1801 y 1900. *'Terremotos históricos son aquellos sismos cuyos parámetros no pueden ser bien definidos por medio de instrumentos automáticos geofísicos'* (Rodríguez de la Torre, 2004).



Creación de este diagrama: Fernando Rodriguez de la Torre

FIGURA 1. *Diagrama de la sismicidad histórica e instrumental en España.*

b) Era instrumental. Empezaría teóricamente en 1898 hasta nuestros días y sucesivamente.

A lo anterior añadamos con énfasis que: hoy en día se acepta por la moderna Sismología que hasta la entrada en funcionamiento de la red sísmica instrumental de España hacia el año 1965, aproximadamente, no existe seguridad total en la aportación de datos precisos sobre mediciones de sismos ocurridos durante 1898 a 1964 (sabemos que hay sismos inéditos), por lo que las dos grandes eras enunciadas del conocimiento sísmico tienen coexistencia obligada más allá de la primera mitad del siglo XX para la mejor redacción de catálogos paramétricos y descriptivos, fundamento de toda actividad predictiva y, mejor, previsora, del grave riesgo natural que supone cualquier terremoto (Fig. 1)

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SÍSMICO-HISTÓRICA

El conocimiento de los terremotos históricos aporta varios siglos de tiempo transcurrido frente a unos pocos decenios de pleno conocimiento instrumental. De ahí viene la importancia del estudio y de la especialización en la heurística y en la hermeneútica de los terremotos históricos. Hace poco he publicado la siguiente definición: *'La metodología de la investigación sísmico-histórica consiste en los procedimientos y pautas de actuación que nos proporcionen la máxima utilidad de las fuentes con la mayor cantidad y calidad posible de datos acerca de la ocurrencia de terremotos'* (Rodríguez de la Torre, 2004).

Por mi parte, y para los desastres naturales en España, he publicado hace tres años (Rodríguez de la Torre, 2001) una amplia introducción metodológica, plena de ejemplos prácticos. Concluyamos en que la investigación sísmico-histórica nunca puede darse por terminada, pues se encuentra en permanente estado de mejora, lo que significa un constante desafío.

TERREMOTOS HISTÓRICOS EN LA ACTUAL PROVINCIA DE ALICANTE

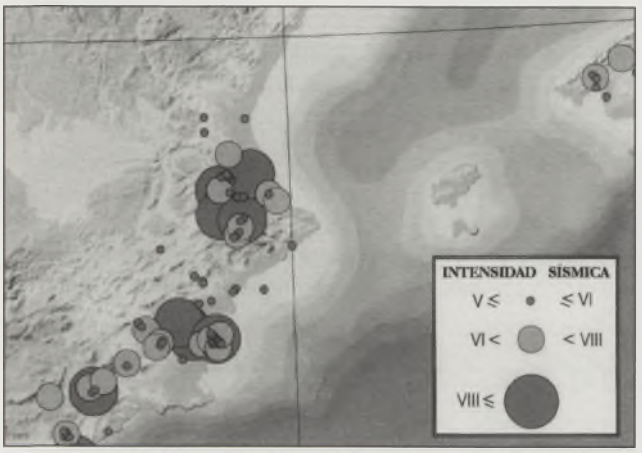
Sabemos que la Península Ibérica se caracteriza por una sismicidad de tipo medio y/o bajo, aunque agudizada en su región Sur-Sureste, aproximadamente entre el accidente tectónico Cádiz-Cabo de la Nao y el mar Mediterráneo. La visión de un mapa general de "Sismicidad de la Península Ibérica y zonas próximas", con sus valores de intensidad (terremotos históricos) y de magnitud (sismos instrumentales), es muy explícita, porque entran por los ojos cuáles son las zonas asísmicas y las zonas sísmicas, éstas más o menos clasificadas en subzonas de mediana sismicidad, alta sismicidad e, incluso, enjambres sísmicos (*cluster*, en terminología sismológica inglesa). Quedémonos solamente con la imagen, respecto al S y SE de la península, de la orientación de las fallas principales en el típico sentido SW - NE, muchas veces cruzadas por una enmarañada red de fallas transversales menores.

Si efectuamos una reducción de este mismo mapa para un período histórico, tan sólo con epicentros conocidos entre los años 580 y 1900 observaremos, lógicamente, disminución de terremotos, pero los epicentros persisten en parecida distribución sísmica, similar a la del mapa general anterior.

Y si, buscando nuestro objetivo (el territorio comprendido en la actual provincia de Alicante), nos fijamos en un mapa de epicentros históricos e instrumentales que incluya la importante gran región sismotectónica del SE de España, acercamos más nuestro punto de vista. Aunque los terremotos nada tengan que ver con divisiones fronterizas político-administrativas, es bueno señalar estas divisiones, a efectos prácticos, al menos para las políticas de protección civil y del medio ambiente.

Finalmente, dentro de esta cartografía sísmica de la región del SE de España, podemos ver la simplicidad de un mapa que contiene epicentros con terremotos seleccionados por su intensidad, no por su magnitud, en tiempos históricos e instrumentales, y ofreciendo un color y un diámetro diferentes para tres grupos de intensidades, los de grado igual a V, escala MSK, y menor que VI; los de grado igual a VI o mayor hasta menor que VIII, un grupo muy importante, y, por último, los de grado igual o mayor que VIII, grupo importantísimo. Realmente su visión nos impacta y rápidamente captamos la distribución de los terremotos, con sus tres agrupamientos fundamentes: el grupo del S de la provincia de Valencia y N de la provincia de Alicante,

FIGURA 2. *Epicentros en la región S. E. de España $I_0 \geq V$ MSK (Todos los tiempos).*



Fuente: Banco de datos sísmicos del Instituto Geográfico Nacional, octubre 2004.

con los focos de Játiva-Gandía-Alcoy-Guadalest; el grupo de Torrevieja y vega baja del Segura, hasta Orihuela; y el grupo de Murcia y su huerta (Fig. 2).

En búsqueda de antecedentes histórico-sísmicos dentro de los límites de la actual provincia de Alicante he trabajado personalmente desde hace más de veinte años. Fruto de estos afanes fueron, en primera etapa de trabajo individual, un artículo general y un libro monográfico, a saber:

a) Un artículo de 26 páginas, que es un catálogo descriptivo de los principales terremotos sentidos en la actual provincia de Alicante "hasta el final del siglo XVIII" (Rodríguez de la Torre, 1982) que, pese a su antigüedad, es el único que existe todavía en España para una provincia sobre sismos anteriores al año 1800.

b) Un libro monográfico de 323 páginas dedicado a la larga secuencia sísmica llamada de Torrevieja en los años 1828-1829, que culminó con el catastrófico terremoto del 21 de marzo de 1829 (Rodríguez de la Torre, 1984). Con indeseada inmodestia debo afirmar que en los ambientes especializados europeos sobre sismicidad histórica se considera a España incorporada a esta muy moderna especialización concreta en el año 1984, a consecuencia de la aparición de este libro, según numerosas citas de historiadores italianos y otros europeos de la sismicidad histórica, pertenecientes al "Working Group: Historical Seismology" de la European Seismological Commission, citaciones que me abstengo de traer.

   Como miembro activo de la European Seismological Commission se me solicitó por el italiano Consiglio Nazionale della Ricerca Scientifica, profundizar tanto en el estudio del terremoto que llamaremos "de Torrevieja, de 1829" como en el de otros fuertes terremotos en la "zona alicantino-murciana" de la región sismotectónica del SE español. Como consecuencia de estas investigaciones científicas, elaboramos y publicamos los siguientes estudios:

c) En colaboración con la Doctora P. Albini, una comunicación sobre reevaluación de fuentes y efectos de la secuencia sísmica del bajo Segura de 1828-1829 (Albini y Rodríguez de la Torre, 2000) presentada a la reunión de trabajo del citado "Working Group", que tuvo lugar en Macerata, Italia, los días 1 al 5 de septiembre de 1999.

d) Como aportación individual a la misma reunión de trabajo, otra comunicación titulada (traducimos del inglés): *'Una revisión de algunos (más) terremotos desastrosos ocurridos en el siglo XIX en el SE. de España'* (Rodríguez de la Torre, 2000). El título alude a que en este estudio se excluye el catastrófico terremoto del 21 de marzo de 1829.

e) Finalmente, una drástica reevaluación de fuentes, con asignación de 61 intensidades sísmicas, sobre el catastrófico terremoto del 21 de marzo de 1829 la hemos vuelto a efectuar, más intensamente, en colaboración con la Doctora P. Albini, en un capítulo del libro titulado *The Use of Historical Data in Natural Hazard Assessments* (Albini y Rodríguez de la Torre, 2001) editado por Kluwer Academic Publishers.

HACIA UN CATÁLOGO SÍSMICO DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

En estos momentos (datos de octubre de 2004) un catálogo de fuertes epicentros dentro de la actual provincia de Alicante) sería el de la figura 3.

No estamos de acuerdo en modo alguno con este "catálogo oficial". No se han tenido en cuenta nuestras profundas reevaluaciones, sobre todo en hipótesis de intensidad. Faltan al menos cuatro terremotos en Torrevieja con hipótesis de intensidad de grado VII, por no citar otros detalles más. Y es que los registros oficiales siempre llevan mucho retraso sobre las investigaciones publicadas.

Por eso, nos gustaría proclamar la necesidad de trabajar en un catálogo sísmico ampliado de la actual provincia de Alicante. Partimos de la base, enunciada, de que toda investigación sísmico-histórica es incompleta y siempre mejorable. Eso es un acicate más para la investigación y desarrollo de un catálogo lo más completo posible. Este catálogo, en su supremo estadio de máxima completitud lo concebimos como una conjunción de los dos tipos de catálogos existentes: el paramétrico (o listado singular de parámetros esenciales de cada sismo) y el descriptivo, en que se detallan las fuentes utilizadas, los datos relativos a cada localidad del área pleistosista de un sismo, las hipótesis de intensidad, tanto la máxima (I_{max}) como la de cada localidad; ello nos colocaría ante la posible elaboración de mapas sísmicos, con o sin líneas isosistas, según grado de conocimiento del terremoto. El catálogo así concebido puede trabajarse por partes, por ejemplo, "el siglo XIX", "el decenio 1901-1910", etc. Poco a poco se alcanzaría su totalidad con el ensamblaje de las partes fragmentadas. En estas investigaciones se buscaría la

FIGURA 3. *Epicentros en la actual provincia de Alicante ($I_0 \geq$ VII MSK).*

FECHA	HORA	LONGITUD	LATITUD	PRO	RMS	RH	RZ	NO	AGEN	MAG	INT		LOCALIZACION
1068-00-00	00-00-00.0	00-55.0 W	38-05.0 N						SSIS		VIII		Oribuela.A
1482-10-10	00-00-00.0	00-55.0 W	38-05.0 N						SSIS		VIII		Oribuela.A
1587-08-29	20-00-00.0	00-26.0 W	38-45.0 N						SSIS		VII-VIII		Concentaina.A
1620-12-02	19-00-00.0	00-28.0 W	38-42.0 N						SSIS		VII-VIII		Alcoy.A
1644-06-19	18-00-00.0	00-25.0 W	38-48.0 N						SSIS		VIII		Muro de Alcoy.A
1673-01-15	00-00-00.0	00-55.0 W	38-05.0 N						SSIS		VIII		Oribuela.A
1828-09-15	05-16-00.0	00-42.0 W	38-08.0 N						SSIS		VII		Torrevieja.A
1829-03-21	18-39-00.0	00-41.0 W	38-05.0 N						SSIS		IX-X		Torrevieja.A
1909-07-01	14-12-18.0	00-40.0 W	38-08.0 N						SSIS		VII	+	TORREVIEJA.A
1916-11-28	22-05-46.0	00-57.0 W	38-34.0 N						SSIS		VII	+	SALINAS.A
1919-09-10	10-40-31.3	00-50.0 W	38-05.0 N					1	SSIS	5.2	VIII	+	JACARILLA.A
1919-09-10	10-56-44.1	00-50.0 W	38-05.0 N						SSIS	5.1	VII	R	JACARILLA.A

Fuente: Banco de datos sísmicos del Instituto Geográfico Nacional, octubre de 2004.

conjunción de equipos y personas, profesores, estudiantes, archiveros y cronistas municipales y otros estudiosos locales. Un ejemplo que se nos ocurre es el de la "afición" que impulsamos inconscientemente en un inteligente archivero municipal, después de rastrear algunos días su Archivo, quien nos sorprendió años después con un folleto sobre terremotos locales (Bañó i Armiñana, 1996).

Por mi parte he investigado, para toda la Península Ibérica y zonas adyacentes, por cuenta del Instituto Geográfico Nacional, los siguientes contratos de investigación:

1º) Reevaluación del Catálogo Sísmico Ibérico durante los años 1760 a 1800.

2º) Reevaluación del Catálogo Sísmico Ibérico durante los años 1801 a 1850.

Finalmente, aunque no la última en el tiempo, mi Tesis doctoral: "Sismología y Sismicidad en la Península Ibérica durante el siglo XIX" (Universidad de Barcelona) dedicó los volúmenes II, III y IV a la reevaluación del Catálogo Sísmico Ibérico durante los años 1851 a 1900.

Como consecuencia de estas profundas investigaciones sísmico-históricas, hemos pasado, en todo el siglo XIX, de 715 terremotos registrados a un total de 2.978 (he descubierto nada menos que 2.263 "nuevos" terremotos) y he efectuado numerosas reevaluaciones (por ejemplo, nuestro registro de terremotos con conocimiento de hora y minuto de ocurrencia es de 1.384, mientras que el Catálogo oficial sólo registraba 263 con su tiempo-origen; en otra cuestión, mi nuevo registro ofrece 177 terremotos con grado VI MSK mientras que en el Catálogo oficial solamente aparecían 60 sismos con dicha hipótesis). Los anteriores resultados los he expuesto en la muy reciente LI Asamblea General de la European Seismological Commission, Postdam, 12-17 septiembre, 2004, (Rodríguez de la Torre, 2004).

La parte que corresponde a la provincia de Alicante en las anteriores reevaluaciones e innovaciones es bastante importante, ya que la actual provincia de Alicante registra, aproximadamente, un 10 por 100 de los epicentros de España peninsular.

Nada más estimulante, por mi parte, que aportar mi humilde colaboración en este posible proyecto de investigación y realización del catálogo sísmico de la actual provincia de Alicante.

AGRADECIMIENTOS

Mucho agradezco al Dr. Antonio Estévez, de la Universidad de Alicante, que me invitó a pronunciar esta conferencia en el Simposio de homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros.

REFERENCIAS

Albini, P. y Rodríguez de la Torre, F., (2000): Reappraising historical sources on the 1828-29 earthquake sequence in South-eastern Spain. En: *Papers and Memoranda from the First Workshop of the ESC Working Group "Historical Seismology"* (1-5 September, Macerata, Italy). Roma, Pinkus, 2000: 16-21.

Albini, P. y Rodríguez de la Torre, F. (2001). The 1828-1829 earthquake sequence in the provinces of Alicante and Murcia (S-E Spain): Historical sources and macroseismic intensity assessment. En: The Use of Historical Data in Natural Hazard Assessments. Dordrecht / Boston / London, Kluwer Academic Publishers: 35-53.

Bañó i Armiñana, R. (1996): *Els moviments sismics a Alcoi (1568-1993).* Alcoi, Misèria i Companyia, 1996. 35 pp.

Galbis, J. (1932): *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los Meridianos 5º E. y 20º W. de Greenwich y los Paralelos 45º y 25º N.* Madrid, Dirección General del Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística. 807 p.

Rodríguez de la Torre, F. (1982): Catálogo sísmico de la actual provincia de Alicante (hasta el final del siglo XVIII). *Revista del Instituto de Estudios Alicantinos*, nº 30: 107-133.

Rodríguez de la Torre, F. (1984): *Los terremotos alicantinos de 1829.* Instituto de Estudios Alicantinos, Alicante, 323 p.

Rodríguez de la Torre, F. (1999): Documentos del Observatorio de San Fernando y del Ministerio de Marina sobre instalación del primer sismógrafo en España. En: *100 años de observaciones sismológicas en San Fernando.* Jornadas científicas, 17 a 18 de septiembre de 1998. San Fernando, Real Observatorio de la Armada: 125-132.

Rodríguez de la Torre, F., (2000): A revision of some (more) strong earthquakes of the 19th century in South-eastern Spain. En: *Papers and Memoranda from the First Workshop of the ESC Working Group "Historical Seismology"* (1-5 September, Macerata, Italy). Roma, Pinkus, 2000: 22-26.

Rodríguez de la Torre, F. (2001): *Metodología de la investigación histórica de desastres naturales.* En: Ayala-Carcedo, F. J. y J. Olcina Cantos (coordinadores). Barcelona, Ariel: 211-242.

Rodríguez de la Torre, F. (2004): Iberian Seismic Catalogue. A complete revision of all the 19th century. En: *European Seismological Commission. XXIX General Assembly.* Abstracts and Papiers. Postdam, Germany, September 12-17, 2004. Recurso electrónico.

Recuperación de antiguos instrumentos de física del Instituto "Jorge Juan" de Alicante

L. A. Villada Lobete[1] y R. García Molina[2]

1 Departamento de Física y Química, I. E. S. Jorge Juan, Avda. General Marvá s/n, 03004 Alicante. lvl@telepolis.com
2 Departamento de Física, Universidad de Murcia, Apartado 4021, 30080 Murcia. rgm@um.es

ABSTRACT

In this work we pay a tribute to the old instruments used almost a century ago to teach physics at high schools. In many cases a representative sample of this didactic material can still be found in the warehouse of the oldest high schools, and through a suitable action most of them can be recovered for exhibition in science museums. Furthermore, the study of these apparatuses will get scholars an insight into the evolution of physics during the 19th century.

***Key words**: ancient physics instruments, 19th century science, high school teaching.*

INTRODUCCIÓN

En el *Boletín Oficial de la Provincia de Alicante* del 14 de agosto de 1845 aparece la real orden en la cual se anuncia "la creación y organización de un Instituto de segunda enseñanza en esa capital, que comenzará á regir desde el prócsimo curso...". Por lo tanto, el Instituto Jorge Juan de Alicante (nombre con el que es conocido desde 1960) es el centro de enseñanza secundaria más antiguo de la provincia de Alicante y uno de los más antiguos de España.

A pesar del tiempo transcurrido desde su fundación y de los avatares que han tenido lugar desde aquellas lejanas fechas (tales como mudanzas y conflictos bélicos), se ha conservado una buena muestra del material didáctico que se empleaba hace un siglo para la docencia de disciplinas científicas, tales como la física, la química, las ciencias naturales o la agricultura.

Con este trabajo queremos expresar nuestro reconocimiento por aquellos instrumentos de física que se emplearon para ilustrar experimentos y leyes de la física, a la par que reclamamos su conservación y exhibición en condiciones dignas. Aunque este material didáctico se empleaba preferentemente para demostraciones de aula (también denominadas demostraciones de cátedra), cumplió una función similar a la que se desarrolla en los laboratorios docentes de los centros de enseñanza actuales, en donde los estudiantes pueden medir una serie de magnitudes físicas, y luego, estableciendo relaciones entre ellas, comprueban alguna ley física. La mayoría de los equipos experimentales didácticos actuales pueden adquirirse a través de empresas especializadas que suministran el material necesario; sin embargo, también es frecuente encontrarse con algunas prácticas diseñadas y preparadas por los propios profesores, sin necesidad de recurrir a los equipos comerciales, que en general son bastante costosos.

Desde el punto de vista de la historia de la ciencia y de su didáctica, resulta interesante conocer cuáles eran (y cómo se realizaban) las experiencias de física que se les enseñaba a los estudiantes hace un siglo. Puesto que el contenido de las actividades prácticas está relacionado con los temarios que se imparten de física, su estudio puede servir para conocer, al menos en parte, cómo se organizaba la enseñanza de la física y qué tipo de conocimientos se consideraban más importantes. El estudio de los instrumentos empleados en las demostraciones de física constituye un primer, e importante, paso para ahondar en ese conocimiento. Nuestro propósito en esta comunicación es llamar la atención sobre el interés que tiene la recuperación de instrumentos antiguos de física y dignificarlos, dándoles un uso adecuado. Además, el estudio de los instrumentos antiguos constituye una pujante línea de investigación en historia de la ciencia, tal como lo acreditan numerosas y recientes publicaciones.

En los últimos diez años han aparecido diversos trabajos que ponen de manifiesto el interés por la recuperación, conservación y posterior divulgación del material científico conservado en los centros de enseñanza secundaria (AA. VV., 2001; Bertomeu Sánchez y García Belmar, 2002; García del Real, 2000; García Molina y Villada Lobete, 2000; Sebastián Caudet *et al.*, 2000; Sixto Edreira, 1999; Vidal de Labra, 2002).

Nosotros llevamos trabajando en esta misma línea desde 1996 (fecha en que se celebró el 150 aniversario de la fundación del Instituto de Segunda Enseñanza de Alicante, precursor del actual Instituto «Jorge Juan»). El resultado de este trabajo ha consistido en la recuperación, identificación, catalogación y conservación de los instrumentos de física que a lo largo del tiempo se han ido almacenando

en el Instituto «Jorge Juan» de Alicante (Villada Lobete y Garcia Molina, 2000). La importancia de este legado científico exige la actuación inmediata de los responsables de política cultural y educativa (tantas veces prometida, pero nunca cumplida), dado su indudable interés histórico y por ende, museístico.

LOS INSTRUMENTOS ANTIGUOS DE FÍSICA DEL I. E. S. JORGE JUAN

Para culminar los actos con que se celebraron los 150 años de su fundación, el Instituto Jorge Juan organizó, entre otros muchos actos, una exposición con parte de sus fondos. Con el propósito de colaborar en dicho evento y dada nuestra condición de actual profesor (LAVL) y antiguo alumno (RGM), decidimos rescatar de los almacenes del actual Departamento de Física y Química algunos instrumentos que pudieran estar en condiciones de ser exhibidos; en la figura 1 se puede apreciar la disposición del material almacenado. Descubrimos que había muchos aparatos que estaban en buenas condiciones o necesitaban alguna pequeña reparación; sin embargo, otros precisan de una restauración que sólo pueden realizar expertos profesionales. En las tareas más sencillas de recuperación y documentación contamos con la

FIGURA 1. *Aspecto que ofrecía el almacén en que se hallaba el instrumental de física objeto de este trabajo.*

FIGURA 2. *Proceso de identificación y limpieza de los instrumentos de física, en el que colaboraron algunos alumnos.*

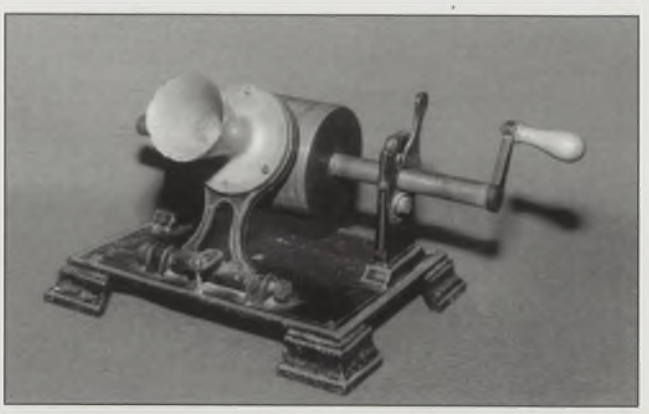
colaboración de un grupo de alumnos voluntarios, tal como se ilustra en la figura 2. Nos documentamos buscando en libros antiguos de física y catálogos de instrumentos científicos para identificar las piezas recuperadas comparándolas con las ilustraciones de los instrumentos que aparecían en las obras consultadas. Pese a la falta de sensibilidad de las instituciones públicas y la carencia de medios trabajamos durante dos años para identificar y catalogar más de 150 aparatos entre los cuales se hallan algunos de diseño simple (como el que ilustra el diseño de un tornillo) hasta otros bastante más complejos (como los empleados para mostrar fenómenos de inducción electromagnética o los relacionados con las radiaciones). Asimismo, con una selección de los instrumentos en mejor estado se elaboró el vídeo titulado *150 años de enseñanza media en Alicante* en el que se consiguió ponerlos en funcionamiento para ilustrar algunas leyes y fenómenos físicos. Este vídeo se distribuyó por los Institutos de Enseñanza Secundaria de la provincia de Alicante y otras instituciones.

La colección de aparatos de física proviene en principio de las compras que efectuaban los catedráticos de la asignatura con el presupuesto asignado al Instituto, hasta que el Ministerio de Educación comenzó a dotar de material a los centros. Está pendiente de investigar, no obstante, si hubo alguna donación privada y el grado de influencia que los distintos responsables del centro tuvieron para conseguir reunir el conjunto de instrumentos que, en parte, hemos llegado a conocer.

Según Orozco Sánchez (1878), el gabinete de física contaba con trescientos instrumentos en 1878. Las piezas que constituyen la actual colección pueden evaluarse en más de doscientas, aunque a fecha de hoy sólo están identificadas y en proceso de catalogación definitiva unas ciento cincuenta. Hay que decir que a lo largo de muchos años sufriendo traslados, obras y abandono, junto con un pésimo almacenaje, se han perdido muchos objetos, y otros están en mal estado de conservación, por lo que necesitan restauración; a pesar de ello, aún se conserva un núcleo importante de material en buen estado.

La relación completa del material recuperado está contenida en una memoria inédita (Villada Lobete y García Molina, 2000) y, en gran parte, en el la referencia (García Molina y Villada Lobete, 2003), donde los instrumentos antiguos de física aparecen agrupados de acuerdo con una clasificación provisional basada en las divisiones típicas de la física de aquella época: Mecánica, Fluidos, Ondas y Acústica, Termología, Óptica, Electromagnetismo y Radiaciones. En general, se trata de aparatos únicos que se empleaban en experiencias de cátedra por parte de los propios profesores y que coinciden, como hemos dicho, con los que se pueden encontrar ilustrando los libros de texto de la época. Sin datos seguros sobre las fechas de fabricación, la mayoría se pueden adjudicar al período entre finales del siglo XIX y primera mitad del XX. A la vista del material consultado y a falta de una investigación más completa al respecto, podemos constatar que los principales constructores de los instrumentos más antiguos son principalmente franceses y alemanes; a medida que avanza el siglo XX, los centros de enseñanza comienzan a nutrirse de material fabricado en el estado español.

De nuestra documentación hemos deducido que muchos de los aparatos científicos estaban diseñados para poder ser usados conjuntamente (el fenómeno que producía uno hacía que funcionase otro; tenían conexiones compatibles,



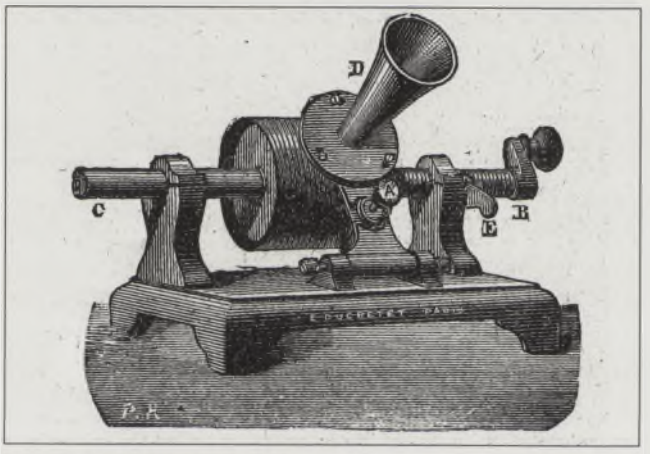
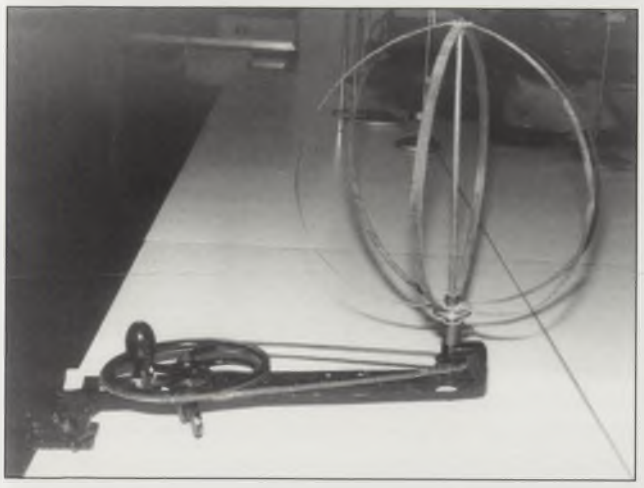


FIGURA 4. *Fonógrafo de Edison.*



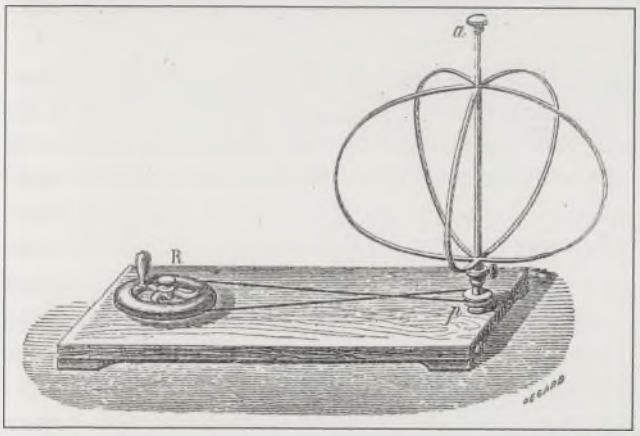


FIGURA 3. *Aparato para mostrar el achatamiento de los polos terrestres debido a la "fuerza centrífuga".*

FIGURA 5. *Vaso de Tántalo, que pone de manifiesto el funcionamiento del sifón.*

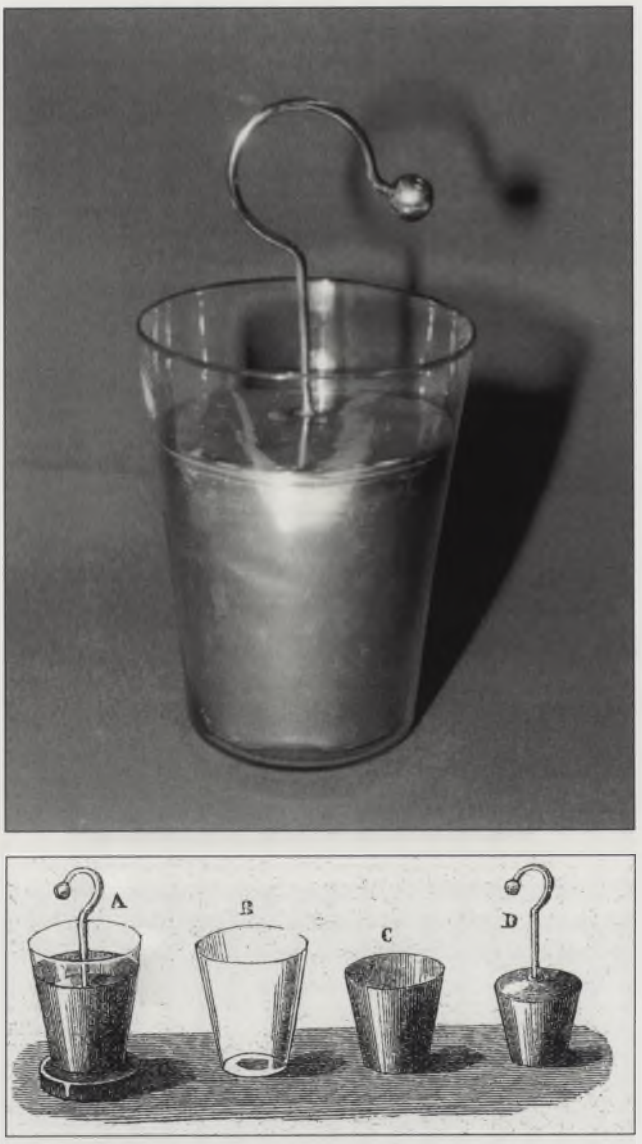


FIGURA 6. *Vaso de Leiden.*

etc.), pero también hay aparatos que sólo sirven para una demostración específica. La denominación de los instrumentos era más evocadora que en la actualidad; algunos se conocían por el nombre de algún personaje, real o mítico, con el cual estaban relacionados (fuente de Herón, vaso de Tántalo) o bien por el nombre del fabricante (tubos de Geissler) o del inventor (termoscopio de Rumford). Otros instrumentos recibían el nombre de acuerdo con el uso a que se destinaban (aparato de influencia eléctrica) o del fenómeno que mostraban (tubo centelleante)

Resulta difícil destacar las piezas más relevantes de entre tanto material, pues por un motivo u otro todas tienen su interés. Únicamente con el propósito de ilustrar este trabajo, a continuación (Figs. 3, 4, 5 y 6) se muestran algunos de los instrumentos de física que se conservan en el Instituto Jorge Juan, junto con las imágenes de los mismos que aparecían en los libros de texto de la época.

En cuanto a los materiales relacionados con la colección de instrumentos antiguos de física, se conservan algunos libros de texto de la época como el de Márquez Chaparro, que fue catedrático del Instituto (García Molina, 2003), así como algún catálogo de instrumentos; todavía está por descubrir alguna documentación sobre compras y otras referencias, aunque hay que apuntar que el archivo del centro también ha estado abandonado durante muchos años y se han perdido parte de sus fondos.

CONCLUSIONES

A continuación se detallan las conclusiones más importantes derivadas de la actividad que hemos desarrollado durante la rehabilitación de los instrumentos antiguos de física.

Nos ha permitido conocer los contenidos de la enseñanza de la física en los años que van a caballo entre los siglos XIX y XX. Este tema merecería un estudio detallado y podría aportar informaciones muy interesantes en el campo de la didáctica de la física.

Nos ha ayudado a comprender el funcionamiento y la utilidad de muchos instrumentos de física que ya están en desuso, pero cuyos diseños son interesantes porque ponen de manifiesto cómo se empleaban los conocimientos físicos de la época para hacer que estos aparatos funcionasen (con gran precisión, en muchos casos). Sorprende la cantidad y variedad de instrumentos que se fabricaban con el único propósito de demostrar un único efecto físico.

Hemos podido constatar que bastantes de estos instrumentos todavía se usan en los centros de enseñanza (aunque construidos con otros materiales y con ligeras variaciones en su diseño), tal como puede observarse comparando los catálogos o libros de la época con los actuales.

Se ha reforzado nuestro respeto y admiración por los científicos del siglo XIX, que con su habilidad e ingenio contribuyeron a que se realizaran importantes avances en física. Para ello tuvieron que diseñar instrumentos y realizar mediciones que ahora nos pueden parecer sencillos, dada la disponibilidad actual de equipamiento de laboratorio, pero que, en su época entrañaban destrezas y conocimientos avanzados.

Dado el indudable valor histórico, pedagógico y, también, estético de los instrumentos de física antiguos que estamos recuperando, es necesario disponer de un museo de ciencias donde éstos sean exhibidos adecuadamente. Mediante una adecuada combinación de los equipos científicos originales (tanto los que hemos recuperado como posibles nuevas adquisiciones) junto con exposiciones científicas de carácter interactivo, en la línea de lo que se ha dado en denominar museo de ciencia de tercera generación, este tipo de museo atraería tanto al público en general, curioso por los temas científicos, como a los estudiosos de la historia de la física.

REFERENCIAS

AA. VV. (2001): *A noite está varrida da Terra* (Consello da Cultura Galega, Santiago de Compostela), 234 p.

Bertomeu Sánchez J. R. y García Belmar A. (eds.) (2002): *Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos científicos de la Universitat de València* (Servicio de Publicaciones de la Universitat de València, Valencia), 461 p.

García del Real M. J. (2000): Un gran patrimonio al descubierto. Los materiales científicos utilizados para la enseñanza en los institutos andaluces, *Andalucía Educativa* 25 (junio): 18-20.

García Molina R. (2003): José Soler Sánchez i altres hòmens de ciència alacantins. *Quaderns de Migjorn Ciència al sud valencià* (Associació Cívica per la Normalització del Valencià, Alacant) *4:* 109-131.

García Molina R. y Villada Lobete L. A. (2000): Instrumentos antiguos de física: recuperación de patrimonio y uso didáctico, *Revista Española de Física* 14: 47-55.

García Molina R. y Villada Lobete L. A. (2003): Un gabinet de física a cavall entre dos segles: els instruments antics de física de l'Institut «Jorge Juan» d'Alacant. *Quaderns de Migjorn. Ciència al sud valencià* (Associació Cívica per la Normalització del Valencià, Alacant) *4:* 67-94.

Orozco Sánchez P. (1878): *Manual geográfico-estadístico de la provincia de Alicante. Libro de lectura para las Escuelas de Instrucción Primaria* (Imprenta de Antonio Reus, Alicante), 272 p.

Sebastián Caudet A., González de la Lastra L. y Martín Latorre R. M. (Coord.) (2000): *Instrumentos científicos para la enseñanza de la física* (Secretaría de Estado de Cultura, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid) 399 p.

Sixto Edreira R. (1999): pp. 23-91 en *O patrimonio histórico-científico do Instituto Xelmírez I (Santiago de Compostela): inventario e catalogación: unha ollada ós gabinetes de ciencias do vello Instituto de Santiago* (Diputación Provincial de A Coruña, A Coruña) 191 p.

Vidal de Labra J. A. (coord.) (2002): *Conservación, actualización y divulgación del patrimonio histórico-científico-social del Instituto Alfonso X el Sabio de Murcia* (Consejería de Educación y Cultura – Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Murcia) 91 p.

Villada Lobete L. A. y García Molina R. (2000): *Catalogació, recuperació i conservació dels instruments de l'antic gabinet de física de l'Institut Jorge Juan d'Alacant*, Memoria entregada a la Diputación de Alicante (Inédito, Alicante) 140 p.

FIGURA DE DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS Y HERVÁS

La minería y mineralogía de la provincia de Alicante en la obra de Daniel Jiménez de Cisneros

J. M. Casanova

Departamento de Geología, Universidad de Valencia. C/ Doctor Moliner 50, 46100 Burjassot. jm.casanova@arsystel.com

ABSTRACT

Since his arrival to Alicante in 1903, Daniel Jiménez de Cisneros carried out hundreds of scientific trips visiting most of the province. His main purpose was the stratigraphic characterization of its geological rock units. As a result, he published a many work where his interest in mineralogy and mining was obvious. He described the state of the mining exploitations when he visited them as well as all mineralizations which he discovered during his trips. His work has been the main reference used for decades by many authors in order to describe the mineralogy of the province due to the fact that recent work adding relevant new information to those by Jiménez de Cisneros has been very scarce. Nevertheless, his contribution to the mineralogy and mining of Alicante has not been fairly appreciated since his work was scattered within the huge amount of information of a geological and paleontological character of his work.

Key words: *Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás, mineralogy, mining, Alicante.*

DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS Y HERVÁS (1863-1941)

Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás nació en Caravaca (Murcia), el 16 de abril de 1863. Realizó sus estudios de bachillerato en Lorca y la carrera de ciencias en Madrid, donde se licenció y doctoró. Tras dedicarse a la enseñanza privada, en 1892 ganó por oposición la cátedra de historia natural del Real Instituto de Jovellanos de Gijón. En 1903 se trasladó al Instituto de Alicante donde permaneció hasta su jubilación y en donde comenzó su importante labor investigadora centrada en la geología y paleontología de las provincias de Alicante y Murcia (Su biografía así como una recopilación bibliográfica de su obra científica se puede consultar en Gómez, 1941; Catalá, 2000 y Jiménez de Cisneros, 2003).

Aunque a lo largo de su vida mantuvo relación con destacados geólogos tanto nacionales como extranjeros, el hecho de residir en Alicante le supuso un aislamiento de la comunidad científica que le generó no pocas dificultades. Los recursos de los que disponía para la investigación eran escasos y estaba apartado de todo contacto próximo con otros investigadores.

Desde su llegada a Alicante, sus trabajos geológicos se basaron en los estudios de campo, llegando a realizar centenares de excursiones por toda la provincia que ya fueron causa de admiración entre sus contemporáneos y que son un elemento clave para entender la magnitud de su obra científica. Como docente, Jiménez de Cisneros dio una gran importancia a las excursiones científicas. Las llevadas a cabo durante el curso académico solían durar un día y las realizaba en compañía de sus alumnos, quienes le ayudaban en la recolección de material geológico (Casanova y Catalá, 2000). Durante los periodos vacacionales las excursiones eran más típicamente científicas, más largas y en ellas le acompañaban amigos y otros aficionados a las ciencias naturales.

Durante sus excursiones llevó a cabo una gran labor de recolección de fósiles, rocas y minerales con los que constituyó una notable colección particular. Igualmente, parte de los materiales recolectados los destinó al Museo de Ciencias Naturales de Madrid en base al Real Decreto de 29 de noviembre de 1901. Su aportación de ejemplares fue tan importante que le facilitó las relaciones con el personal de la sección de geología de dicho museo. Así, en 1917 fue reclamado para clasificar y arreglar sus colecciones de fósiles del Mesozoico. También se benefició en varias ocasiones de pensiones para investigaciones tanto en el territorio nacional como para el estudio de colecciones en el extranjero. Estas ayudas le fueron concedidas por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, institución dependiente del Museo de Madrid.

Aunque su verdadero interés por la paleontología se remonta a su etapa de estudiante de bachillerato en Lorca, su labor de investigación se inició con su llegada a Alicante en 1903 cuando contaba con 40 años de edad. Ese año publicó su primer trabajo de carácter geológico al que le seguirían en los 34 años siguientes hasta el inició de la Guerra Civil,

alrededor de 150 publicaciones. La mayoría de estos trabajos, casi las dos terceras partes, los publicó en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Falleció en Alicante en 1941.

LA MINERALOGÍA Y MINERÍA DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

Los trabajos de investigación de Jiménez de Cisneros se centraron básicamente en la caracterización estratigráfica de los materiales geológicos de la provincia de Alicante, siendo la paleontología la herramienta imprescindible en el desarrollo de esta tarea. Sin embargo, en sus trabajos siempre tuvo presente las características mineralógicas como un elemento más a considerar en la descripción geológica de la provincia, detallando todas aquellas mineralizaciones que descubrió en sus excursiones. También dio una especial importancia a la explotación de los recursos minerales, especialmente a lo que hoy en día denominamos minerales y rocas industriales, como: sal gema, calizas, calizas marmóreas, arcillas o lignitos. En sus excursiones siempre aprovechó la ocasión para visitar aquellas labores mineras próximas a su itinerario y poder así también recoger muestras. El interés de Jiménez de Cisneros por la mineralogía y la explotación de los recursos minerales no es casual, ya que su primera intención al finalizar sus estudios de bachillerato fue la de cursar la carrera de ingeniero de minas, pero problemas familiares se lo impidieron (Consuelo Jiménez de Cisneros y Baudín, *com. pers.*).

Aunque en ningún momento hace referencia a trabajos específicos sobre minería, con toda seguridad conocía la existencia de las explotaciones mineras que visitó. A comienzos del siglo XX las minas más importantes de la provincia de Alicante ya habían sido descritas a través de diversos trabajos, en especial los publicados en las diversas revistas de minería de la época por ingenieros como: Sergio Yegros (1845), José de Monasterio (1851), Fernando Cútoli (1860) o Luis García Ros (1919) (Casanova *et al.*, 1999).

A lo largo de sus innumerables excursiones por toda la provincia visitó y describió casi todas las labores mineras existentes, tanto de interior como a cielo abierto. Algunas de sus salidas tuvieron como principal objetivo la visita de alguna explotación minera, como la realizada el 25 de octubre de 1905 a la mina de azufre de la *Peña de Catí* en Petrer (Jiménez de Cisneros, 1905c). Incluso en diversas ocasiones reclamaron sus servicios para que valorara el posible interés económico de algún yacimiento. Algunas de las minas más importantes que visitó fueron: las de azufre de Petrer y Tibi, las de hierro, mercurio y cobre de la sierra de Orihuela, las de ocre de Mutxamiel y San Vicente del Raspeig, las de "baritina" y hierro de Busot, las de lignito de Alcoi o las de sal gema de Pinoso. En general, describe la explotación y los métodos de extracción, los minerales que aparecen, el uso y destino que se daba a los mismos y el contexto geológico de la mineralización, planteando en ocasiones alguna hipótesis sobre su génesis.

También visitó un gran número de canteras, cuyas labores daban lugar a excelentes cortes del terreno y eran además lugares idóneos para la búsqueda de fósiles. Las más importantes fueron aquellas en las que se extraían "mármoles", como las situadas en los términos de Aspe, Pinoso, Monòver, Novelda o Cox.

Respecto a los yacimientos minerales no explotados, éstos los descubrió de forma casual a lo largo de sus excursiones. Publicó varios artículos con el único objetivo de dar a conocer el hallazgo de mineralizaciones que él consideró de especial interés, como las de celestina del Vuelo del Águila o del Rebolledo (Jiménez de Cisneros, 1908h). Éstas son las primeras referencias sobre la presencia de celestina en los materiales cretácicos del Prebético de Alicante y en trabajos posteriores citaría nuevos afloramientos principalmente en el término de Alicante. De su visita a las minas del Cabeçó d'Or en Busot, relata que el mineral que se extraía se hacia bajo la creencia de que era baritina y que como tal se utilizaba, aunque en realidad se trataba de una celestina que posiblemente contuviera pequeñas cantidades de bario. También describió la presencia de celestina asociada al azufre en las minas de Petrer y Tibi.

En casi todas las excursiones por las que atravesó materiales de las facies keuper, describió la presencia de los típicos minerales autígenos, como el abundante cuarzo hematoideo o jacinto de Compostela que citó en numerosas localidades o el aragonito, mucho más escaso, que citó en la sierra de Crevillente. También describió la presencia de cristales pentadodecaédricos, cúbicos u octaédricos de pirita en el Keuper de Sax y Monòver. Pero sin duda, su hallazgo de mayor interés corresponde al de unos cristales de hábito romboédrico y color oscuro que encontró en los yesos del Cabezo de la Sal en Pinoso. Por su aspecto creyó en un primer momento y *de visu* que se trataban de cristales de teruelita, aunque los análisis que posteriormente realizó le permitieron clasificarlos como una breunerita (Jiménez de Cisneros, 1912b). Recientemente este mineral se ha identificado como una magnesita, siendo la cita de Jiménez de Cisneros la primera referencia de este nuevo mineral autígeno de las facies keuper que en trabajos posteriores ha pasado inadvertido.

Jiménez de Cisneros visitó diversos afloramientos de rocas subvolcánicas que identificó como ofitas o diabasas, asociadas a los materiales de las facies keuper. Los más importantes fueron los de la Sierra de Orihuela, Pinoso, Albatera y Villena. Asociados a los afloramientos de la Sierra de Orihuela en concreto el del cerro del *Oriolet* en Orihuela y el situado entre los términos de Santomera y La Aparecida, en el límite de las provincias de Alicante y Murcia, existen mineralizaciones de cobre, mercurio, hierro y oro que eran o habían sido objeto de explotación. Éstas fueron descritas por Jiménez de Cisneros quien asoció su génesis al volcanismo que dio origen a estos afloramientos. También

describió los minerales que típicamente aparecen asociados a estas rocas como la magnetita, la hematites, los granates o la epidota, esta última muy abundante en las "ofitas" que afloran en el término de Albatera. Fue precisamente en los afloramientos de esta localidad en concreto en el paraje de *las Ventanas*, en donde Jiménez de Cisneros citó por primera vez en 1910 el hallazgo de un mineral que se presentaba en forma de granos o costras de color azul y que pensó pudieran ser de hauyna. No debió estar muy seguro de su identificación cuando le envió unas muestras al mineralogista Salvador Calderón quien por carta le indicó que eran "*... ofitas alteradas convertidas en aerinita*" (Jiménez de Cisneros, 1910b). En trabajos posteriores volvió a citar la presencia de aerinita en Albatera y en Pinoso; éstas siguen siendo hoy en día las únicas referencias sobre la existencia de este mineral en la provincia de Alicante.

Mostró un especial interés por los procesos de piritización que afectaban mayoritariamente a los ammonites y belemnites que aparecían en las margas del Cretácico inferior (Neocomiense-Aptiense) y superior (Cenomaniense) de Alicante. Además de las diferentes citas sobre el hallazgo en estos materiales de fósiles piritosos y nódulos de pirita, en las dos ocasiones en que asistió al congreso organizado por la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias los años 1910 y 1931, presentó sendos trabajos sobre los fósiles piritosos del Cretácico de Alicante.

Jiménez de Cisneros tenía buenos conocimientos de mineralogía e incluso de cristalografía y en consecuencia sus identificaciones fueron casi siempre correctas. En ocasiones para confirmarlas hizo uso de técnicas de análisis químico mineral como por ejemplo ensayos a la llama. Utilizó las diferencias de densidad para distinguir entre la celestina y la baritocelestina e igualmente uso esta propiedad para confirmar que las distintas coloraciones que presentan los cuarzos idiomorfos del keuper eran debidas a la presencia de impurezas. Si finalmente no consiguió la identificación de la muestra o dudaba de la misma, recurrió a la ayuda u opinión de especialistas como la solicitada a Salvador Calderón o a Lucas Mallada.

Las importantes aportaciones que realizó Jiménez de Cisneros al conocimiento de la mineralogía de la provincia de Alicante no han sido lo suficientemente valoradas. Quizás una de las razones más importante sea que toda esta información se encuentra muy dispersa en su voluminosa obra, lo que necesariamente obligaba a los autores posteriores a leer las más de un centenar de sus publicaciones. Sólo así se explica que algunos de sus descubrimientos más importantes hayan sido ignorados hasta la actualidad.

Por ejemplo, en ninguno de los trabajos posteriormente realizados sobre los minerales autígenos del keuper del levante, se hace referencia a la existencia de los cristales idiomorfos de magnesita descritos por Jiménez de Cisneros. Igualmente se han ignorado sus hallazgos de piritas en el keuper de Alicante cuyos yacimientos para la Comunidad Valenciana siempre se han limitado a la provincia de Castellón. Es también sorprendente que en trabajos posteriores no se hayan recogido sus citas sobre el hallazgo de aerinita, en especial cuando en varias ocasiones insiste en haberla encontrado cristalizada. Aspecto que de confirmarse hubiera sido de gran interés en lo que ha sido la compleja tarea de caracterización química y estructural de este silicato, que no ha sido aceptado como especie independiente hasta el año 1988.

CONCLUSIONES

Los trabajos de Jiménez de Cisneros son la base para conocer la mineralogía alicantina. Citó por primera vez numerosos yacimientos minerales de Alicante y aunque la mayoría de las explotaciones mineras que visitó ya eran conocidas, las aportaciones que hizo sobre éstas fueron notables. Fue quien describió con más detalle tanto sus mineralizaciones como su contexto geológico. Además, sus descripciones nos han permitido conocer el estado en el que se encontraban la mayoría de estas explotaciones mineras a principios del siglo XX, cuando muchas de las cuales ya estaban paradas. Toda esta información es especialmente importante en una época en la que debido el escaso interés minero de la provincia los ingenieros de minas hacía casi medio siglo que habían dejado de publicar informes sobre el estado general de la minería en Alicante, centrándose únicamente en los escasos yacimientos minerales que en aquella época podían tener un mayor interés económico.

En consecuencia, no es de extrañar que sus trabajos hayan sido la referencia utilizada durante décadas por numerosos autores para describir la mineralogía y la minería de la provincia, ya que hasta fechas recientes los estudios que han aportado alguna novedad a lo descrito por Jiménez de Cisneros han sido muy escasos (Casanova y Canseco 2002).

Las características de la obra de Jiménez de Cisneros ha dado lugar a que sus aportaciones al conocimiento de la minería y mineralogía de Alicante se encuentren dispersas entre el ingente volumen de información de carácter geológico y paleontológico recogido en sus más de un centenar de trabajos publicados. Sólo así se explica que algunos de sus hallazgos hallan sido ignorados hasta la actualidad. Sin duda, la importante contribución de Jiménez de Cisneros en este campo hubieran sido más notorias si hubiera redactado una monografía en la que hubiera recopilado toda esta información repartida en el conjunto de su obra.

REFERENCIAS

Casanova, J. M., Ochando, L. E. y Gozalo, R. (1999): La mineralogía en la Comunidad Valenciana desde 1750 hasta la actualidad. *Bol. Soc. Esp. de Mineralogía.* 22: 119-131.

Casanova, J. M. y Catalá, J. I. (2000): El excursionismo en la práctica científica y docente de Daniel Jiménez de Cisneros. *Geotemas.* 1(3): 55-58.

Casanova, J. M. y Canseco, M. (2002): *Minerales de la Comunidad Valenciana*. Ed. Caja de Ahorros del Mediterráneo. 237 pp. Alicante.

Catalá, J. I. (2000): *Los cultivadores de la Historia Natural en Valencia (1909-1940)*. Tesis Doctoral. Inédita. Universitat de València. 934 pp.

Gómez, F. (1941): Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Nota necrológica)*. 39: 305-315.

Jiménez de Cisneros, C. (2003): *Huércal-Overa hace sesenta años. Memorias de un niño y comentarios de un viejo.* Ed. Club Universitario. 96 pp. San Vicente.

Jiménez de Cisneros, D. (1905c): El yacimiento de azufre de la Peña Cati, en el término de Petrel (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 5: 485-488.

Jiménez de Cisneros, D. (1908h): La celestina del Vuelo del Águila en el término de San Vicente de Raspeig (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 8: 456-458.

Jiménez de Cisneros, D. (1910b): Excursiones á las sierras de Crevillente, Albatera, Cid, Safra y Rambla Honda (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 10: 134-145.

Jiménez de Cisneros, D. (1912b): Excursión desde Novelda al Pinoso (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 12: 127-135.

Daniel Jiménez de Cisneros y su colaboración en la obra de Francisco Carreras y Candi: la Geología y Paleontología del Reino de Valencia

J. M. Casanova y L. E. Ochando

Departamento de Geología, Universidad de Valencia. C/ Doctor Moliner 50, 46100 Burjassot. jm.casanova@arsystel.com, Luis.E.Ochando@uv.es

ABSTRACT

Francisco Carreras, as director of the General Geography of the Kingdom of Valencia, commended to Daniel Jimenez de Cisneros the composition for this work of a chapter about the geology and paleontology of the Kingdom of Valencia. This was the most extensive published by Jimenez de Cisneros, and represented the opportunity to write a geologic monograph of the valencian territory in which he wrote about the state of the geologic knowledge at the beginning of the XX century. Without a doubt, this is the focus that has been possible in the context of the work of Francisco Carreras. The geology of Alicante was based in his own investigations but the Castellón and Valencia was in other works. With this point of view he finished editing a text, in which an excessive unequal treatment is shown to please the Alicante province. So, he finished giving an erroneous vision of the valencian geology, far away in many cases of the reality.

Key words: *Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás, Francisco Carreras y Candi, geology, Kingdom of Valencia.*

FRANCISCO CARRERAS Y CANDI (1862-1937) Y SU OBRA *GEOGRAFÍA GENERAL DEL REINO DE VALENCIA*

Francisco Carreras y Candi fue un destacado político, periodista e historiador catalán. Nació en Barcelona el 4 de julio de 1862, en cuya universidad cursó la carrera de derecho que terminó en 1882. En 1890 fundó y presidió el partido *Juventud Conservadora* por el que un año más tarde fue elegido concejal del Ayuntamiento de Barcelona, cargo que desempeñó en varias ocasiones. Gracias a sus estrechas y continuas relaciones con el gobierno de la República Dominicana, en 1900 fue nombrado cónsul de este país en Barcelona. Desde su juventud colaboró en un gran número de periódicos nacionales y extranjeros. Fue miembro de numerosas sociedades académicas, como de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona (1898), de la Real Academia de la Historia (1897) o de la Sociedad de Cultura Valenciana. Escribió numerosos trabajos sobre la historia de Cataluña de la que fue un gran divulgador. Fue el fundador y director de la *Geografía General de Catalunya*, obra de carácter enciclopédico constituida por cinco volúmenes que comenzaron a publicarse en 1908. Años más tarde y siguiendo el mismo plan de esta obra, dirigió la *Geografía General de País Vasco-Navarro, la Geografía General del Reino de Galicia* y la *Geografía General del Reino de Valencia.* Falleció en Barcelona en enero de 1937 (Anónimo, 1978; 1979).

Su obra *Geografía General del Reino de Valencia* fue editada en Barcelona y está constituida por cinco voluminosos tomos de unas 1100 páginas cada uno de ellos, conteniendo un número considerable de ilustraciones. Los tomos se publicaron en años diferentes aunque en ellos no figura el año de su edición que varía según la fuente consultada, ni muestran ninguna numeración correlativa (Carreras, s.a.).

Uno de los primeros tomos en redactarse fue el titulado *Reino de Valencia* (Fig. 1) cuyo año de publicación estaría alrededor de 1919. Éste contiene seis capítulos dedicados a aspectos generales del Reino, cada uno de ellos elaborado por un destacado especialista de la época. El geógrafo y militar Emeterio Muga Díez (1875-1956), redactó el capítulo titulado *Descripción Físico-Geográfica*. El catedrático de historia natural del Instituto de Alicante Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás (1863-1941), fue quien redactó el capítulo *Geología y Paleontología.* Antimo Boscá Seytre (1874-1950), catedrático de historia natural del Instituto de Castellón redactó el tercer capítulo titulado *Fauna valenciana*. El propio Francisco Carreras se encargó de elaborar el capítulo *Lengua valenciana* y Francisco Morote y Greus (1870-1941), catedrático de agricultura del Instituto de Valencia redactó el de *Agricultura*. Por último, el capítulo *Arqueología y arte* corrió a cargo del historiador José Sanchis Sivera (1867-1937).

Inicialmente este volumen incluía un capítulo dedicado a la flora valenciana, cuya redacción fue encargada en 1913

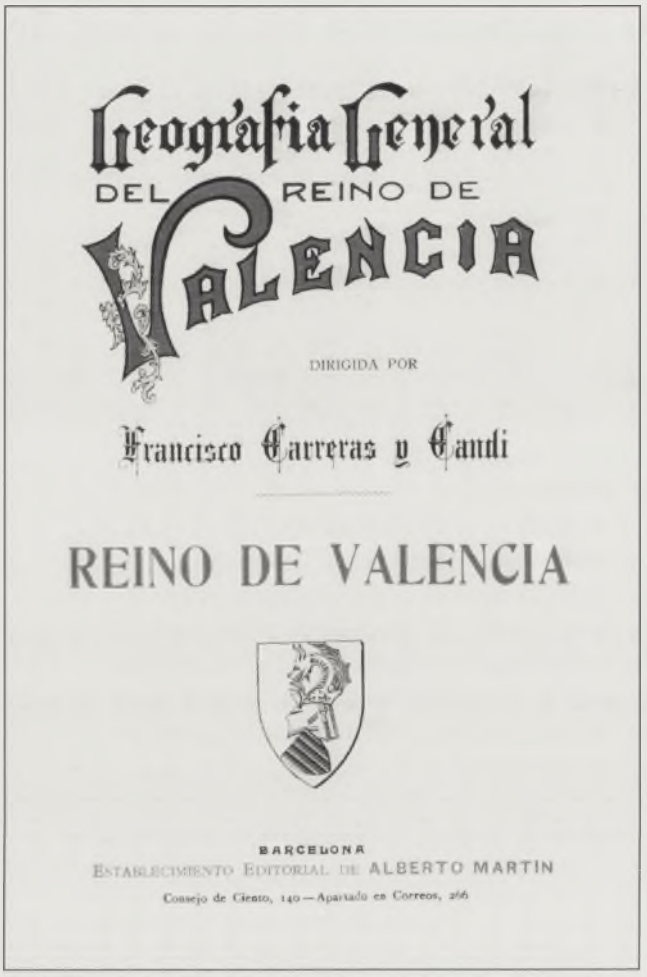


FIGURA 1. *Portada del volumen Reino de Valencia.*

al botánico castellonense Carlos Pau Español (1857-1937). Pero éste fue demorando la entrega del original hasta el punto que en 1917 se le solicitó la entrega urgente de su trabajo, pues la edición de este volumen estaba interrumpida por su causa. Finalmente en 1919, Francisco Carreras ordenó su publicación sin el capítulo dedicado a la botánica. (Catalá, 2000).

Los cuatro tomos restantes están dedicados a cada una de las provincias valencianas. El historiador castellonense Carlos Sarthou Carreres (1876-1971) redactó el tomo titulado *Provincia de Castellón* y junto al político e historiador valenciano José Martínez Aloy (1855-1924) participó en la redacción de los dos tomos sobre la *Provincia de Valencia*. Por último, el historiador y cronista de la ciudad de Alicante Francisco Figueras Pacheco (1880-1960) redactó el tomo *Provincia de Alicante*.

El acierto con que Francisco Carreras y su editor Alberto Martín supieron agrupar a destacados especialistas en la redacción de esta obra, da una idea de la envergadura y calidad de la misma. De hecho algunos de sus textos como el de *Fauna valenciana* de Antimo Boscá, ya fueron muy elogiados en la época e incluso premiados.

LA GEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA DEL REINO DE VALENCIA

Jiménez de Cisneros fue el naturalista encargado por Francisco Carreras para redactar el capítulo titulado *Geología y Paleontología* (Jiménez de Cisneros, s.a.) en su obra *Geografía General del Reino de Valencia*. Con casi 120 páginas, éste es uno de los trabajos más extensos sobre geología escrito por Jiménez de Cisneros. A pesar de formar parte de una obra muy conocida y referenciada, su contenido principalmente geográfico e histórico, ha podido ser la causa de que éste no figuré entre sus trabajos más conocidos.

En aquella época de entre todos los naturalista e ingenieros de minas españoles que mejor conocían la geología del territorio valenciano, Jiménez de Cisneros era quizás el mas idóneo para llevar a cabo este proyecto. Autores como Juan Vilanova y Piera (1821-1893) o Manuel Pato Quintana (1838-1908) ya habían fallecido y otros como Lucas Mallada y Puello (1841-1921), Eduardo Boscá Casanoves (1843-1928) o Daniel Cortázar Larrubia (1844-1927) contaban con más de 70 años de edad.

Jiménez de Cisneros con sus numerosas excursiones por la geografía alicantina era quien mejor conocía la geología de esta provincia, de la que aun no se había publicado ninguna memoria geológica. Juan Vilanova la estaba redactando en el momento de su fallecimiento pero ésta nunca llegó a publicarse. Tampoco la Comisión del Mapa Geológico publicó la memoria correspondiente a esta provincia y los datos de los que disponía aparecieron repartidos entre los 7 volúmenes de la *Explicación del Mapa Geológico de España* (1895-1911), escritos por Lucas Mallada y publicados en las *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico*.

Por contra, las excursiones que Jiménez de Cisneros había hecho por las otras provincias valencianas fueron muy escasas y los conocimientos que tenía sobre su geología se basaban en los artículos y memorias geológicas publicadas. Aunque sin duda, fueron los aspectos paleontológicos de ambas provincias sobre los que Jiménez de Cisneros mostró un mayor interés, de hecho algunos de sus viajes a Valencia y Castellón tuvieron como principal objetivo la visita y estudio de colecciones paleontológicas.

En aquellos momentos Jiménez de Cisneros contaba con una abundante bibliografía que además de los numerosos artículos publicados en revistas, incluía varias monografías geológicas provinciales como: la *Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valencia*, elaborada por los ingenieros de minas Daniel Cortázar y Manuel Pato (Cortázar y Pato, 1882) y que fue la única memoria provincial del Reino de Valencia publicada por la Comisión del Mapa Geológico. También contaba con la *Memoria geognóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón* (Vilanova, 1859) y la *Memoria geognóstico-agrícola y protohistórica de Valencia* (Vilanova, 1893) ambas publicadas por Juan Vilanova, así como con la importante obra de Lucas Mallada citada anteriormente (Mallada, 1895-1911).

Este proyecto representaba una importante oportunidad para publicar una extensa monografía geológica sobre el Reino de Valencia y dar una visión de conjunto sobre los conocimientos que se tenía de la misma en esos momentos. Especialmente si consideramos que desde 1854 en que el ingeniero de minas Federico Botella publicó su *Ojeada sobre la Geología del Reino de Valencia* (Botella, 1854), no se había vuelto a publicar ninguna monografía geológica sobre el Reino.

Pero lejos de plantearlo bajo este enfoque y agrupar sus conocimientos sobre la geología alicantina con los publicados sobre Castellón y Valencia, Jiménez de Cisneros fundamentó este trabajo en sus investigaciones propias. Así, terminó redactando una geología más próxima a la de Alicante que a la del Reino. Con este tratamiento desigual a favor de la provincia de Alicante, redactó un texto en el que da una visión de conjunto errónea para la geología valenciana muy alejada de la realidad en muchas de sus descripciones.

En la elaboración de este texto y como ya había hecho en otras ocasiones, las cuestiones relativas a la provincia de Alicante las basó en sus investigaciones. Únicamente consideró de trabajos ajenos los del geólogo francés Rene Nicklés. Para los datos que aportó de la provincia de Castellón utilizó como referencia la memoria de Juan Vilanova, con aportaciones muy puntuales de otros autores como José Joaquín Landerer (1841-1922), Eduardo Boscá o Carlos Pau. Para la provincia de Valencia es curioso que únicamente utilizase la memoria de Daniel Cortázar y Manuel Pato y que ignorase la realizada por Juan Vilanova.

La aportación de datos relativos a Valencia y Castellón suele limitarse a descripciones paleontológicas y a incluir ejemplos de materiales geológicos ausentes o escasamente representadas en la provincia de Alicante, como era el caso del Paleozoico.

El contenido de este capítulo lo inició con un apartado titulado *Preliminares de geología* que básicamente es una introducción de aspectos geológicos generales. A continuación y bajo el título *Terrenos y su representación* hace una descripción geológica del Reino de Valencia siguiendo como esquema la escala de los tiempos geológicos.

La notable desproporción que muestra este trabajo es especialmente notable en el capítulo referente al *Sistema Triásico*, que como bien explica Jiménez de Cisneros era mucho más importante en cualquiera de sus facies tanto en la provincia de Castellón como en la de Valencia. Este capítulo lo inició citando los afloramientos del Triásico de la provincia de Valencia que aparecen descritos en la obra de Daniel Cortazar y Manuel Pato, para continuar haciendo lo propio con los de la provincia de Castellón descritos en la obra de Juan Vilanova. Tras esta breve exposición, pasó a describir con mucho más detalle los afloramientos del Triásico de Alicante. A continuación y con el título de *Materiales triásicos*, dedica el más extenso apartado a describir los principales materiales que conforman el Triásico, detallando

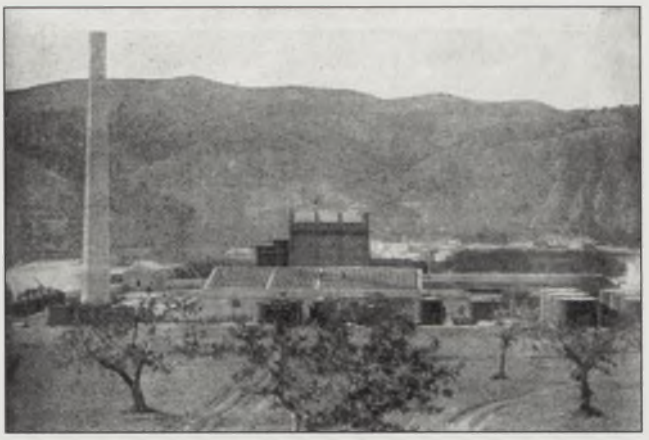


FIGURA 2. *Fotografía de la Fábrica de la Castellón Oil Company en Ribesalbes (Castellón).*

los afloramientos más importantes de: calizas, yesos, margas, dolomías, sal gema, azufre, ofitas y sus mineralizaciones asociadas (cinabrio, hematites o aerinita), así como de los minerales típicos asociados a las facies Keuper (jacintos de Compostela, pirita, breunerita o epsomita). A lo largo de las nueve páginas en las que describe estos materiales, todos los ejemplos que cita corresponden a yacimientos de la provincia de Alicante a excepción de la referencia que hace a la presencia de jacintos de Compostela en la localidad de Anna (Valencia).

Esta desproporción es igualmente manifiesta en las ilustraciones que acompañan al texto. De un total de 92 figuras, sólo nueve no corresponden a la provincia de Alicante. En concreto cuatro son de la provincia de Valencia y una de la de Castellón. En este caso se trata de una interesante fotografía de la fábrica que la *Castellón Oil Company* tenía en Ribesalbes. En esta fábrica, hoy desaparecida, se destilaban las sustancias bituminosas que impregnaban unas limolitas continentales terciarias extraídas de un afloramiento contiguo al pueblo (Fig. 2). Las 4 restantes figuras son todas ellas de contenido genérico.

CONCLUSIONES

Jiménez de Cisneros desaprovechó esta ocasión para elaborar un trabajo en el que dar a conocer el estado de los conocimientos geológicos del territorio valenciano a principios del siglo XX, que es lo que hubiera cabido esperar en este volumen de la obra de Francisco Carreras. No cabe duda que Jiménez de Cisneros tenía los conocimientos y los medios para redactar un texto con estas características, pero por algún motivo decidió no hacerlo. Es posible que una de las razones por las cuales se centró en la provincia de Alicante, fuera el considerar que ésta era la única provincia sobre la que todavía no se había publicado ninguna extensa monografía geológica. Él no había tenido la posibilidad de publicarla y la obra de Francisco Carreras era una oportunidad que quizás no quiso desaprovechar.

Sin embargo, tampoco hay que olvidar que Jiménez Cisneros tenía por costumbre utilizar básicamente sus investigaciones propias a la hora de redactar sus trabajos. En el *Prefacio* de su otra gran monografía, la *Geología y Paleontología de Alicante* (1917), señala que los únicos trabajos que aparecen citados son los del geólogo francés R. Nicklés, aunque en esos momentos ya se habían publicado importantes trabajos sobre la geología de la provincia a cuyos autores se refiere a continuación en el apartado de agradecimientos.

Pero a pesar del notable desequilibrio en el texto y de las verdaderas razones que llevaron a Jiménez de Cisneros a redactarlo bajo este criterio, tanto el director como el editor de la obra lo consideraron válido para su publicación.

REFERENCIAS

Anónimo (1978): Carreras y Candi (Francisco). En: *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, Madrid. 11: 1329-1330.

Anónimo (1979): Carreras y Candi (Francisco). En: *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, Madrid. Apéndice, 2: 1151.

Botella, F. (1854): Ojeada sobre la Geología del Reino de Valencia por el ingeniero de minas, don Federico de Botella, 1854, publicada de Real órden. *Revista Minera, serie A*, 5: 562-573.

Carreras, F. (dir.) (s.a.): *Geografía General del Reino de Valencia*. 5 vols. Barcelona.

Catalá, J.I. (2000): *Los cultivadores de la Historia Natural en Valencia (1909-1940)*. Tesis Doctoral. Inédita. Universitat de València. 934 p.

Cortázar, D. y Pato, M. (1882): Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valencia. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 10: XII + 417 p. Madrid.

Jiménez de Cisneros, D. (s.a.): Geología y Paleontología. En Carreras, F. (dir.): *Geografía General del Reino de Valencia*. Volumen Reino de Valencia: 303-420.

Mallada, L. (1895-1911): Explicación del Mapa Geológico de España. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*. 7 vols.

Vilanova, J. (1859): Memoria Geognóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón. *Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie Ciencias Naturales*, 4 (3): 577-803.

Vilanova, J. (1893): *Memoria Geognóstico-agrícola y prehistórica de Valencia*. XXX + 485 p. Madrid.

Una incursión de Daniel Jiménez de Cisneros en la entomología

J. I. Catalá Gorgues

Instituto de Humanidades Ángel Ayala-CEU, Departamento de Humanidades. Universidad Cardenal Herrera-CEU (Valencia), Luis Vives, 1, 46115 Alfara del Patriarca (Valencia), jcatala@uch.ceu.es

ABSTRACT

Despite his dedication for preference to geology and palaeontology, Daniel Jiménez de Cisneros (1863-1941), natural history professor at Instituto General y Técnico (Secondary School) in Alicante at first third of 20th century, also carried forward some researches at field of zoology. Most notable of these contributions were centred in studies about common mosquitoes development and possibilities of their control. These studies were initially conceived as complementary activity for his pupils, but Jiménez de Cisneros, encouraged by patriarch of Spanish natural history Ignacio Bolívar, decided to continue with them in a most deep scientific sense, but maintaining a style of popularization. Although he did not develop any studies specifically devoted to malaria mosquitoes, he thought about possibilities to extend his research to this question. Malaria was an important health problem in Alicante at time. These works represent the attempts of Jiménez de Cisneros in order to incorporate experimental methods to natural history studies, a typical example of studies at border zone.

***Key words**: natural history, entomology, spaces of science, scientific education, 20th century.*

INTRODUCCIÓN

La importante obra científica de Daniel Jiménez de Cisneros, aun centrada en la geología y la paleontología, muestra algunas incursiones en el campo de la zoología. Sus primeras publicaciones científicas, de hecho, atañen a observaciones relativas a capturas accidentales de cetáceos, allá por los años noventa del siglo XIX. Menos anecdóticas fueron las observaciones y experiencias que llevó adelante sobre el desarrollo del mosquito común *(Culex pipiens)* y los posibles medios para combatirlo, ya en los años veinte del siglo XX, y de las que nos ocupamos en el presente trabajo. No debe extrañar, por otro lado, esta multiplicidad de orientaciones en el trabajo de un naturalista español de comienzos del siglo XX; lejos del alto grado de especialización que consideramos actualmente normal, no escaseaban por el contrario en aquella época los cultivadores de la historia natural que, aun centrados en un tema de investigación, realizaban también aportaciones de cierto valor a otras ramas del conocimiento naturalista. No hay que perder de vista que la delimitación disciplinar seguía teniendo como referencia básica la tradición histórico-natural, y que todo intento de separar en la explicación histórica de los grandes procesos de institucionalización la geología de la zoología y la botánica, para unir éstas sin más a la disciplinas biológicas experimentales, se revela arbitrario y poco útil historiográficamente.

El trabajo entomológico de Jiménez de Cisneros, por otro lado, no debe entenderse aislado del ambiente científico alicantino propio del primer tercio del siglo XX. Uno de los asuntos que por entonces más preocupaba a investigadores médicos y profesionales sanitarios, pero también a naturalistas, era el del paludismo, enfermedad transmitida, como es bien sabido, por algunas especies de mosquitos del género *Anopheles*. En otro lugar ya hemos dado cuenta de cómo algunos naturalistas se implicaron en la lucha antipalúdica (Catalá, 2002). Una provincia como Alicante, donde la incidencia del paludismo era muy acusada, hasta el punto que por los años veinte era la tercera provincia española con mayor mortalidad palúdica, con 21,6 defunciones por 100.000 habitantes y una morbilidad deducida de 20.000 afectados por año (Perdiguero, 1998-2002), era un ámbito territorial adecuado para suscitar intentos por aportar conocimiento útil al respecto. Ciertamente, las experiencias de Jiménez de Cisneros se realizaron con una especie que no estaba reconocida como vector del paludismo, pero no por ello, como tendremos ocasión de comprobar, no tenía en cuenta la posible extensión de sus experiencias a las especies efectivamente transmisoras del patógeno. Por otro lado, la relación con el sacerdote y entomólogo oriolano José Andreu Rubio (1881-1967), pudo también influir en el interés de Jiménez de Cisneros por el desarrollo del mosquito común y los medios para combatirlo. Andreu, especialista precisamente en dípteros, y compañero de excursión de Jiménez de Cisneros, no publicó trabajo alguno sobre *Anopheles* ni otros géneros de mosquitos. Sin embargo, la cuestión del paludismo le preocupaba, como demuestra el hecho, relatado por el propio Jiménez de Cisneros, de que en el

transcurso de una visita de ambos a las canteras de mármol de la partida del Agudico, en Albatera, Andreu descendió a un peligroso barranco para recoger larvas de mosquito del género *Stegomyia* (considerado actualmente un subgénero de *Aedes*). Andreu había detectado abundantemente este tipo de mosquito, vector del virus de la fiebre amarilla –una enfermedad de la que se habían vivido episodios epidémicos en Alicante durante el siglo XIX, en algunos casos muy graves, como los de 1804 y 1870 (Pascual, 2000)–, en las zonas palúdicas alicantinas, mientras que hallaba mucho más raramente especies del género *Anopheles,* vectores de los plasmodios del paludismo. De este modo, Andreu sospechaba que *Stegomyia* sería el vector palúdico habitual en la zona, idea, por otro lado, sostenida por otros autores de la época y a la que, por tanto, no era ajeno Jiménez de Cisneros (Jiménez de Cisneros, 1925f).

LOS ESTUDIOS DE JIMÉNEZ DE CISNEROS SOBRE EL DESARROLLO DEL MOSQUITO COMÚN

Según declara el propio Daniel Jiménez de Cisneros, las experiencias sobre el desarrollo del mosquito común las inició en octubre de 1921 con la intención de que sus alumnos del Instituto de Alicante pudieran estudiar *in vivo* el desarrollo de las larvas en sus distintas fases hasta su paso a ninfa y luego a adulto. Para ello, tomó muestras de aguas procedentes de la Alcoraya –localidad ya estudiada geológicamente por él mismo–, las cuales se aprovechaban para el suministro de agua potable en Alicante. En ellas había numerosas larvas de mediano tamaño de *Culex pipiens*. Jiménez de Cisneros las dispuso en un vaso con agua –que se mantuvo por las circunstancias ambientales a una temperatura de 18-20 ºC–, con una lámina de vidrio como cierre y miga de pan como alimento. Ahora bien:

"Como la observación diaria nos hizo notar ciertas particularidades, no muy conformes con lo que los libros dicen, hemos continuado el estudio hasta llegar a las formas definitivas. Poco o nada notable encontrarán los entomólogos en estas líneas, dedicadas principalmente a vulgarizar conocimientos; pero, la observación continua, aun de hechos conocidos, no deja de tener interés" (Jiménez de Cisneros, 1921d: 349).

De algún modo, Jiménez de Cisneros adoptaba, pues, ciertas precauciones. Creía haber observado novedades, pero sabiéndose poco avezado en temas entomológicos, incidía en un tratamiento pretendidamente divulgativo. No en vano, Jiménez de Cisneros escogió la revista *Ibérica* para difundir estos trabajos. Se trataba de una publicación de orientación divulgativa –aunque no faltaran artículos que se aproximaban a la investigación original–, promovida en 1914 por los jesuitas del Observatorio del Ebro, publicada inicialmente en Tortosa y, más adelante, en Barcelona, con gran alarde de formato, iconografía y tipografía, cuidada selección de contenidos –coherentes, desde luego, con las intenciones apologéticas de la Compañía de Jesús de presentar la compatibilidad entre ciencia y fe en toda su extensión– y periodicidad quincenal. Cualquier tema científico y técnico hallaba acogida en esta revista; el propio Jiménez de Cisneros fue un colaborador habitual desde sus inicios, con 29 trabajos entre 1914 y 1935, y cuya consulta revela la intención divulgativa del autor, frente a los artículos mucho más dirigidos a lectores especializados que publicó en el *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural.*

En concreto, su primer artículo sobre el desarrollo del mosquito, del que hemos extraído la cita anterior, apareció en el número 405 de *Ibérica*, correspondiente al volumen 16, con fecha de 10 de diciembre de 1921.

Entre las discrepancias que hallaba con las descripciones clásicas del desarrollo del mosquito, se contaban el tiempo de desarrollo –Jiménez de Cisneros consideraba que era más largo que las 3 ó 4 semanas que se daban como referencia–, la pretensión de que la piel hendida de la ninfa facilitaba al adulto la permanencia sobre la superficie del agua antes de su primer vuelo –idea completamente negada por nuestro personaje– y la idea de que el mosquito se hundía tras su muerte –Jiménez de Cisneros afirmaba que siempre flotaba. Además, aportaba una observación más: tras no alimentar a los mosquitos adultos, éstos sobrevivían tras salir del estado de ninfa entre 18 y 19 días, descansando en la superficie del agua o en las paredes del vaso y efectuando cortos vuelos (Jiménez de Cisneros, 1921d).

En marzo de 1922 apareció un segundo artículo de Jiménez de Cisneros sobre el desarrollo del mosquito. Según decía, se decidió a proseguir con los estudios al respecto "siguiendo las indicaciones de mi querido maestro, don Ignacio Bolívar, director del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid" (Jiménez de Cisneros, 1922d: 157), y uno de los más reputados entomólogos europeos de la época, además de patriarca de la historia natural española.

Las observaciones del desarrollo de los mosquitos, iniciadas en este caso el 13 de diciembre de 1921, se efectuaban con larvas más jóvenes y recogidas ahora de un pozo de agua salobre. Entre otras cosas, observó que la temperatura del agua, mucho más baja (10-12 ºC), influía posiblemente en el alargamiento de la vida larvaria; así, los ejemplares más pequeños, a los que se podía atribuir una semana, llegaron en algún caso como larva al 31 de enero: dos meses más o menos de vida larvaria. En cualquier caso, pensaba que no sólo la temperatura tenía influencia en el desarrollo, sino también las sales disueltas o la cantidad de luz. Por ello, pensaba "continuar estas observaciones por largo tiempo, contando con la amabilidad de la Dirección de IBÉRICA, [y] en esta revista irán apareciendo los resultados" (Jiménez de Cisneros, 1922d: 157). Así pues, Jiménez de Cisneros, espoleado por la aprobación de Bolívar y, sin duda, porque encontraba relevantes los resultados, anunciaba futuros trabajos en la línea de investigación que había iniciado.

Una línea que, por cierto, marca ciertas distancias con el proceder habitual de los naturalistas de la época. No parte de observaciones en el campo, sino que opta por el laboratorio

como lugar de trabajo. No es una circunstancia trivial: campo y laboratorio son territorios culturales distintos, aunque su contigüidad genera intensos intercambios. En un contexto como en el que vive Jiménez de Cisneros, en que la ciencia de laboratorio ha adquirido un estatus nuevo de credibilidad, mientras que la ciencia en el campo ha perdido la posición privilegiada que antes ocupaba, es esperable que ésta tienda a asumir procedimientos y métodos propios de aquélla (Kohler, 2002). El hecho de que un naturalista de campo, como es nuestro personaje, rebase la frontera con el laboratorio y se sitúe así, no tanto "al otro lado", cuanto en la zona de intercambio entre ambos territorios culturales, tiene, pues, mayor significación que la mera anécdota de una dedicación esporádica a una línea de investigación inusitada en la carrera de un geólogo de prestigio. Además, no sólo por el ámbito de investigación sino por el propio proceder de las investigaciones, se aprecia en Jiménez de Cisneros un intento por adoptar la perspectiva propia de la biología experimental. Al respecto, es iluminador el siguiente párrafo:

"Previendo que dado el crecido número de animales, tendría que separarlos para observar el tiempo de desarrollo, se me ocurrió utilizar una pipeta de vidrio de alguna capacidad, mediante la cual separo, con toda comodidad, el animal que quiero. Así he dispuesto muchos vasos numerados, y he abierto un registro en el que anoto rigurosamente los resultados" (Jiménez de Cisneros, 1922d: 158).

Por otro lado, a partir de observaciones, diseñó protocolos experimentales. Él mismo habla en todo momento de "experimentos". Así, tras observar algunas larvas enfermas –suponía que por una infección bacteriana por el contagio generalizado a las que estaban en el mismo vaso– que quedaban sumergidas sin poder volver a la superficie, y que en tales condiciones resistían vivas tres días, sin otro aire que el que llevaban almacenado, se preguntaba sobre la posible existencia de una pseudobranquia u otro órgano especializado. Escogió entonces dos larvas bien desarrolladas y las colocó en un vaso pequeño lleno de agua hasta los bordes; tapó este vaso con una placa de vidrio y lo introdujo en un vaso mayor que también llenó de agua; de este modo, las larvas no podían llegar a la superficie. Observó que trataban de escapar con todas sus fuerzas, pero sin otro resultado que su agotamiento. Si se retiraba la placa y se ayudaba a las larvas a llegar a la superficie, éstas trataban de recuperarse. En consecuencia, no había órgano alguno que compensara el agotamiento de la reserva original de aire. El caso de las larvas enfermas, tres días vivas pese a estar continuamente sumergidas sin contacto con la superficie, podía deberse a que la enfermedad misma dificultara la respiración.

Jiménez de Cisneros relataba otros dos experimentos en este mismo artículo, los cuales pretendían dilucidar, en un caso, si era el aire almacenado en el interior de las ninfas lo que permitía a éstas sus precisos movimientos en el agua, y en el otro, aproximar con cierto rigor la relación entre desarrollo de las ninfas y temperatura del agua. En el primer caso, nuestro personaje establecía una comparación expresa entre el cuerpo de la ninfa y el aparato de física recreativa llamado ludión o diablillo de Descartes, en lo que suponía un intento de explicación en términos físicos del comportamiento de un ser vivo. En el segundo, se avanzaba una cierta cuantificación de las pautas de desarrollo al relacionar temperatura con tiempo de desarrollo, medido éste en días y horas, es decir, con un grado de precisión mayor que el acostumbrado. Estos rasgos ponen en evidencia hasta qué punto el uso de protocolos experimentales por Jiménez de Cisneros estaba en la línea de apropiarse para el conocimiento naturalista de los métodos de las disciplinas experimentales. Un modo de proceder, además, que tal vez pudiera dotar de respetabilidad la incursión de un geólogo en un campo que no le era propio. Al mismo tiempo, sin embargo, Jiménez de Cisneros no renunciaba al relato detallado de las observaciones que realizaba sin sometimiento al protocolo experimental, como la que le llevó a presenciar la transición del estado de ninfa al de insecto perfecto. Las formas retóricas que empleaba al respecto –"¡Iba a presenciar un hecho en el que muy pocos han parado la atención!" (Jiménez de Cisneros, 1922d: 158)– delataban la orientación divulgativa que pretendía conferir al relato. El artículo concluía con algunas consideraciones sobre el aspecto de la piel de las ninfas "que relato al curioso lector, no al entomólogo, para quien todas estas cuestiones son sobrado conocidas", y con un comentario acerca de la admiración que le suscitaba la similitud en la forma de la cola de la ninfa con el pleon de los crustáceos, circunstancia que le hacía proclamar significativamente que "la similitud de vida parece producir similitud de formas. ¡Admirable principio de las armonías orgánicas!" (Jiménez de Cisneros, 1922d: 160).

Este artículo de marzo de 1922 tuvo una continuación en el del número 426 de *Ibérica*, de 6 de mayo del mismo año, y en el que aporta otros dos experimentos relacionados con los descritos en la primera entrega. Lo más interesante, sin embargo, es el relato de unas experiencias en las que utilizaba diferentes soluciones salinas a diferentes concentraciones para demostrar la influencia de diferentes substancias en el desarrollo de los mosquitos. Empleó disoluciones de $MgSO_4$, MgCl y NaCl en diferentes concentraciones. Ni las primeras ni las segundas parecían alterar el desarrollo de las larvas y ninfas de los mosquitos, incluso en concentraciones altísimas, mucho mayores que las del agua del mar. En cuanto al NaCl, en disolución al 1% no ejercía acción alguna sobre las ninfas, pero sí sobre las larvas, que aunque no morían inmediatamente, lo acababan haciendo antes de las 24 horas. En disolución del 2,7%, como la del agua del mar, las ninfas experimentaban una revitalización, pues incluso aquéllas muy fatigadas por otros experimentos recorrían velozmente el agua y alcanzaban el estado adulto sin problemas. En cuanto a las larvas, no tardaban en morir. El comentario que añadía Jiménez de Cisneros tras la descripción pura de la experiencia era bien jugoso, pues revelaba hasta qué punto estaba todavía lejos de evitar los

juicios de valor con orientación finalista relativos a los hechos naturales: "¡Providencial virtud la de esta preciosa sal [NaCl] tan necesaria en la vida! ¡Qué sería de la humanidad si estos aborrecibles animales pudieran desarrollarse en las aguas marinas!" (Jiménez de Cisneros, 1922d: 286). Con las ninfas, probó disoluciones del 5%, y no halló efecto alguno, por lo que estimó que la cubierta exterior de las ninfas las aislaba en gran medida del medio circundante. También experimentó con agua marina, con resultados semejantes a las disoluciones de NaCl.

Jiménez de Cisneros concluía el artículo comentando que la idea de utilizar la sal común en charcos y estanques de aguas no aprovechables podía ser un método eficaz en la lucha contra los mosquitos, complementario a los basados en el empleo de derivados del petróleo y aceites minerales. La evaporación del agua en medios temporales conllevaría el depósito permanente de sal, que formaría una salmuera en cuanto por la lluvia se volvieran a generar las charcas. Los otros métodos, más caros, se reservarían a las aguas de riego. Por otro lado, comentaba que no había podido "recoger larvas del temido mosquito que transmite las fiebres palúdicas" y que desconocía su resistencia a las disoluciones salinas, razón por la cual llamaba a la prudencia, no fuera caso que una experiencia en campo abierto resultara contraproducente por falta de conocimientos (Jiménez de Cisneros, 1922d).

Estos artículos hallaron eco entre algunos entomólogos. Al menos, José María Dusmet, uno de los principales himenopterólogos españoles, les dedicó una recensión en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, en términos elogiosos e incidiendo en la posible extensión de los trabajos a especies de mosquitos transmisoras del paludismo (Dusmet, 1922). A pesar de esta acogida favorable, y a pesar de haber vuelto a decir en la segunda entrega del segundo artículo que continuaría con sus estudios sobre los mosquitos, "y veremos cómo influyen en su desarrollo la cantidad y especie de otras sales, así como también las radiaciones luminosas. Es labor que requiere mucho tiempo y que podría ser tratada más adelante" (Jiménez de Cisneros, 1922d: 287), Jiménez de Cisneros no publicó nada al respecto durante más de dos años. Hubo que esperar a finales de 1925 para que apareciera un nuevo artículo, en este caso en el *Boletín de la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales*. En este trabajo comentaba que las experiencias con los mosquitos las había vuelto a realizar como parte de la asignatura de historia natural con sus alumnos del Instituto de Alicante. Presentaba un resumen de las observaciones y experiencias ya publicadas y, finalmente, describía los resultados de un nuevo experimento, que en este caso buscaba valorar las posibilidades del empleo de un poderoso veneno, el oxicianuro de mercurio, que se revelaba muy eficaz con las larvas pero inútil con las ninfas (Jiménez de Cisneros, 1925g). El artículo, que fue reproducido ligeramente abreviado en *Ibérica* ya en 1926 (Jiménez de Cisneros, 1926d), concluía de la siguiente forma:

"Es muy difícil combatir la ninfa, de no emplear residuos de petróleo, de brea o materias oleosas, que impidan su respiración por los cornetes, medios sobrado conocidos y puestos ya en práctica. Las larvas de esta especie pueden combatirse sin más que el empleo de la sal común, que tendría la ventaja de ser un medio durable, cuando se trata de aguas estancadas que no se emplean para el riego, pues la evaporación dejaría siempre la sal en el suelo.

Espero hacer en breve los mismos estudios en las larvas de las especies propagadoras del paludismo, pues aquí sólo me he ocupado del mosquito ordinario" (Jiménez de Cisneros, 1925g: 130).

No sabemos si Jiménez de Cisneros siguió con sus estudios sobre el desarrollo de los mosquitos y los métodos de combatirlos, ni si extendió efectivamente sus experiencias a las especies transmisoras del paludismo. Nada volvió a publicar al respecto, a pesar de mantener un destacado nivel de actividad científica y de publicaciones durante cerca de una década más, a pesar de su avanzada edad.

CONCLUSIONES

Los estudios sobre el desarrollo del mosquito común, llevados a cabo por Daniel Jiménez de Cisneros durante la primera mitad de la década de los veinte del siglo XX, son desde luego una anécdota en el curso de su actividad científica como geólogo y paleontólogo. Sin embargo, esta consideración no debe llevarse más allá; en realidad, se trata de un ejemplo muy significativo de la preocupación de muchos naturalistas por incorporar los métodos y técnicas experimentales en el conocimiento de la diversidad natural. Estos trabajos, por tanto, representan la presencia en España de una tendencia que ha sido descrita ya para otros países, singularmente los Estados Unidos, como característica de los años iniciales del siglo XX, y que tuvo importantes consecuencias a la hora de articular disciplinariamente algunas tendencias nuevas de estudio de la naturaleza que se sitúan en la frontera de la tradición naturalista con la tradición experimentalista. Por otro lado, los trabajos de Jiménez de Cisneros sobre los mosquitos prueban el acendrado interés del autor por la enseñanza, por un lado, y por el servicio social, por otro. Tales trabajos los inició como actividad docente práctica, y aunque centrados en el mosquito común, la pretensión del autor era extenderlos al mosquito del paludismo, anhelo que al final no pudo cumplir. Es significativa también la acogida favorable que halló esta incursión de Jiménez de Cisneros en la entomología entre algunos destacados miembros del poderoso colectivo de entomólogos españoles, como José María Dusmet y, muy especialmente, el patriarca Ignacio Bolívar.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se adscribe a los proyectos "Evolución, medio ambiente y sociedad en la España contempo-

ránea: estudios sobre la actividad, difusión y repercusión de las ciencias naturales" del Ministerio de Ciencia y Tecnología (referencia BHA2003-04414-C03-02) y financiado con fondos FEDER, e "Instituciones valencianas: pasado y presente" de la Universidad Cardenal Herrera-CEU (referencia PRUCH 03-12).

REFERENCIAS

Catalá, J. I. (2002): Les experiències de control del paludisme al Laboratori d'Hidrobiologia Espanyola: un intent per legitimar noves orientacions científiques. In: *Medi ambient i salut en els municipis valencians. Una perspectiva històrica* (J. L. Barona, J. Cortell Moya i E. Perdiguero, Eds.). Seminari d'Estudis sobre la Ciència/ Ajuntament de Sueca, Sueca: 179-190.

Dusmet, J. M. (1922): Jiménez de Cisneros (D.).– Observaciones sobre el desarrollo del mosquito ordinario. Ibérica, año IX, vol. XVII, núms. 418 y 426. Tortosa, 1922. [Nota bibliográfica]. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 22: 335-336.

Kohler, R. E. (2002): Place and practice in field biology. *History of Science*, 40: 189-210.

Pascual, M. (2000): *Fam, malaltia i mort. Alacant i la febre groga de l'any 1804*. La Xara, Simat de la Valldigna, 192 p.

Perdiguero, E. (1998-2002): La lluita antipalúdica en el Baix Segura durant el primer terç del segle XX. *Quaderns de Migjorn*, 4: 173-182.

La enseñanza de la Historia Natural en el Instituto General y Técnico de Alicante, entre 1904 y 1933 a cargo de D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás

M. L. Galisteo Guerra[1], C. Lancis Sáez[1], C. Jiménez de Cisneros y Baudín[2], M. Jiménez de Cisneros y Baudín[3], F. Jiménez de Cisneros y Baudín[4] y M. Camps Mezquida[1]

1 Departamento de Biología y Geología, I.E.S. Jorge Juan. Alicante.
2 Escuela Europea de Luxemburgo. Luxemburgo.
3 Departamento de Biología y Geología I.E.S. Zorrilla. Valladolid.
4 Departamento de Geografía e Historia I.E.S. S. Juan de Aznalfarache. Sevilla.

ABSTRACT

The present work intends to make Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás's pedagogic ideas and concerns known. These aspects have been gathered from the documents kept at "Instituto de Enseñanza Secundaria Jorge Juan" in Alicante, in which he was a teacher during 30 years, from family files and some other sources. His view of how Natural Science should be taught is here analysed in the academic context of the period. He based his teaching on direct contact with nature, and he made frequent field trips with his students (230 in the first ten years). When he was teaching in the classroom he constantly refered to his close environment, in order to arouse the students' interest for the subject. He had also continuous contact with teachers from other Secondary Schools, maintaining a fluent and highly enriching exchange of ideas and experiences. The fact of having in the Department of Natural History appropriate material to be able to carry out practical activities with his students was always a concern for him, contributing decisively to its enrichment. It was one of the best equipped in his time, and together with subsequent contributions, constitutes a heritage which belongs to all the people from Alicante, a heritage which should urgently be recovered and exhibited in a Didactic Museum of Science in our town.

***Key words**: Jiménez de Cisneros y Hervás, Teaching of Natural Science, Instituto de Enseñanza Secundaria Jorge Juan (Alicante).*

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Segunda Enseñanza de Alicante fue creado por Real Decreto de 5 de Agosto de 1845. El primer local que dispuso el Instituto fue la casa de La Asegurada y su dotación económica procedía de fondos aportados por la Diputación, el Ayuntamiento, rentas procedentes de Fundaciones y Obras Pías destinadas a la enseñanza, así como de los ingresos por los derechos de matrícula satisfechos por los alumnos. La gestión económica la realizaba una Junta Inspectora creada a tal efecto.

El primer claustro se celebró el 25 de Octubre de 1845, bajo la presidencia de D. Francisco Lacueva, que fue su primer Director, y contó con la presencia de los profesores correspondientes a las siete Cátedras creadas: Lengua Latina y Castellana y Elementos de Literatura, Matemáticas y Dibujo Lineal, Física Elemental y Experimental y Elementos de Química, Elementos de Historia Natural, y Geografía e Historia. Durante el primer curso se matricularon un total de 90 alumnos.

La inestabilidad política en esa época favorecía poco el desarrollo de una política educativa coherente, pasando el centro por numerosas vicisitudes, siendo sus carencias puestas de manifiesto en constantes informes y quejas de sus profesores. Un dato revelador en este sentido es la sucesión de planes de estudio que apenas daba tiempo a poner en práctica. Así entre 1894 y 1904 se sucedieron 8 planes de estudio.

Cuando D. Daniel se incorporó al centro en 1904, estaba vigente el plan de estudios dictaminado el 17 de agosto de 1903 por Gabino Bugallal, que incorporaba las enseñanzas técnicas a los Institutos, pasando a denominarse Generales y Técnicos. Estas transformaciones escondían, bajo la pretensión de una enseñanza más práctica y útil, una grave escasez de presupuesto lo que hizo que se quedasen en mera teoría. Los profesores del Instituto analizaban y debatían las reformas propuestas, sobre las que expresaban sus preocupaciones y manifestaban la necesidad de una legislación que dignificara la enseñanza media y la dotara de los recursos económicos necesarios. Así en la Memoria

del Curso Académico 1902-1903 el Secretario D. Niceto Cuenca Soldevilla expone:

> ..."para poder ponernos todos en condiciones de corregir estos males que lamentamos, es preciso una Ley de Instrucción Pública en la que se organice la enseñanza de la Escuela a la Universidad; Ley que resuelva desde lo fundamental hasta los últimos detalles administrativos. En el consiguiente Plan de Estudios duradero y respetado – pues ya va siendo hora de que cesen las quejas generales y los perjuicios que a los profesores, alumnos y padres de familia causa el cambio de estos planes – debería tenerse presente la proporción que debe existir entre la extensión de las asignaturas y el tiempo señalado para su estudio; y un presupuesto de enseñanza elevado, del cual tiene necesidad la Nación por su atraso. Mientras no lo tengamos, cuanto hagamos será estéril y seguiremos distanciándonos cada vez más de las naciones europeas" (Cuenca Soldevilla, 1904).

Indudablemente y, a pesar de las numerosas dificultades que atravesaron desde su creación, los Institutos Provinciales se constituyeron en centros de difusión de la cultura hacia la ciudad. Ejemplo de ello fue la creación en Alicante, con sede en el Instituto, de una gran Biblioteca, declarada Provincial en el año 1877, que dispuso en ese momento de 12.729 volúmenes.

El Instituto de Alicante contó entre sus profesores con prestigiosas personalidades de la vida científica y de la docencia en España, que valorando la gran importancia de las actividades prácticas en la enseñanza, dedicaron una buena parte de su esfuerzo a la dotación de sus respectivos Gabinetes.

El Gabinete de Historia Natural recibió numerosas donaciones privadas y públicas, siendo algunas de ellas indudablemente notables. Citamos por su importancia la cesión de D. Antonio María Jaúdenes, Ingeniero Jefe de Obras Públicas destinado en La Habana que, en 1874, deposita una colección de 118 conchas de moluscos exóticos; o la de un microscopio Leitz obsequio de D. Alejandro Harmsen, Barón de Mayals, en 1898. También se recibieron 40 ejemplares de minerales de la provincia de Madrid enviados en 1878 por D. Juan Vilanova, Catedrático de Geología y Paleontología de la Universidad de Madrid. De esta forma, como podemos leer en las Memorias que el Instituto publicaba anualmente, en 1882 el Gabinete contaba nada menos que con 3.500 ejemplares entre los que se encontraban mamíferos, aves, reptiles, peces, moluscos, artrópodos, plantas, minerales, maderas, productos exóticos y un número considerable de láminas de Historia Natural. Podemos concluir que el material que se reunió en el Instituto constituía por su número y variedad una colección de museo.

FIGURA 1: *Edificio del Instituto desde 1893 a 1954, ubicado en la calle Ramales, 17 donde se incorporó y ejerció su labor de Profesor D. Daniel hasta 1933.*

Por desgracia estas colecciones fueron muy afectadas por la escasez de espacio, combinada con las malas condiciones del primer inmueble, lo que provocó el deterioro de muchos ejemplares. En 1893 cuando el Instituto se traslada a un edificio de la calle Ramales (hoy Reyes Católicos) (Fig. 1) se desechan innumerables ejemplares por inservibles. La nueva ubicación, por haber sido un almacén de vinos, tardó varios años (de 1893 a 1898) en acondicionarse, durante los cuales parte del material estuvo almacenado, por lo que se estropearon y perdieron muchos más ejemplares.

LA DIDÁCTICA DE D. DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS AL FRENTE DEL GABINETE DE HISTORIA NATURAL:

D. Daniel accede a la Cátedra de Historia Natural del "Instituto General y Técnico" de Alicante el 7 de Enero de 1904, procedente del Instituto Jovellanos de Gijón. Había estado precedido en la cátedra por eminentes Profesores: Manuel Ausó y Monzó (1845-1891), José Albiñana Rodríguez (1891-1892), Francisco Garcerán Sánchez Solís (1892-1903), que habían realizado una labor importante en la misma. Su llegada tiene muy buena acogida por parte del profesorado, puesto que ya se conocía su trabajo científico. En la Memoria del Instituto correspondiente a ese curso (Cuenca Soldevilla, 1905) se pueden leer frases elogiosas de bienvenida por parte del Director hacia su persona.

Desde su incorporación se dedica a reformar el Gabinete, catalogando e inventariando el material todavía en condiciones y reorganizándolo de cara a su utilización en la enseñanza.

D. Daniel es, además, un profesor que investiga, que participa activamente en el avance de la Ciencia. Con sus estudios hace descubrimientos importantes que permiten entender la Geología de amplias zonas de las provincias de

Alicante y Murcia. Se preocupa de difundir sus estudios en publicaciones científicas nacionales y extranjeras e incorpora estos conocimientos a sus enseñanzas. Así dentro de su labor docente se pueden destacar los siguientes aspectos:

A. El contacto directo con la naturaleza como método pedagógico

D. Daniel cursó su carrera en Madrid, en un momento histórico en que se despierta un gran interés por las Ciencias Naturales en España y en Europa. Sus profesores fueron científicos insignes y en gran parte responsables de este florecimiento. La formación que recibió valoraba y fomentaba los aspectos prácticos, es decir, el estudio directo del medio natural como metodología para el aprendizaje. Esta educación, junto a su entusiasmo por la naturaleza y su capacidad científica para interpretar los fenómenos naturales, le permitió aplicar estos métodos en sus clases, lo que causó sorpresa y admiración en el Instituto.

A poco de llegar instauró, como procedimiento de enseñanza para la asignatura de Historia Natural, las excursiones de campo, cosa desconocida hasta entonces en el Centro. Esto motivó el lógico revuelo ya que todos los alumnos querían acudir a las citadas salidas. Estas marchas, que eran de varios tipos e incluían a veces más de un día (Jiménez de Cisneros, 1907c), llegaron a ser muy numerosas y se aprovechaban para el estudio científico detallado de zonas de la Provincia, así como para la recolección de material de cara a enriquecer el Gabinete de Historia Natural. Según se detalla en las memorias del Instituto el número de excursiones que se llegaron a realizar durante los diez primeros años superó las 230, alcanzando las 44 durante el curso 1907-1908 (Carpintero Moreno, 1909).

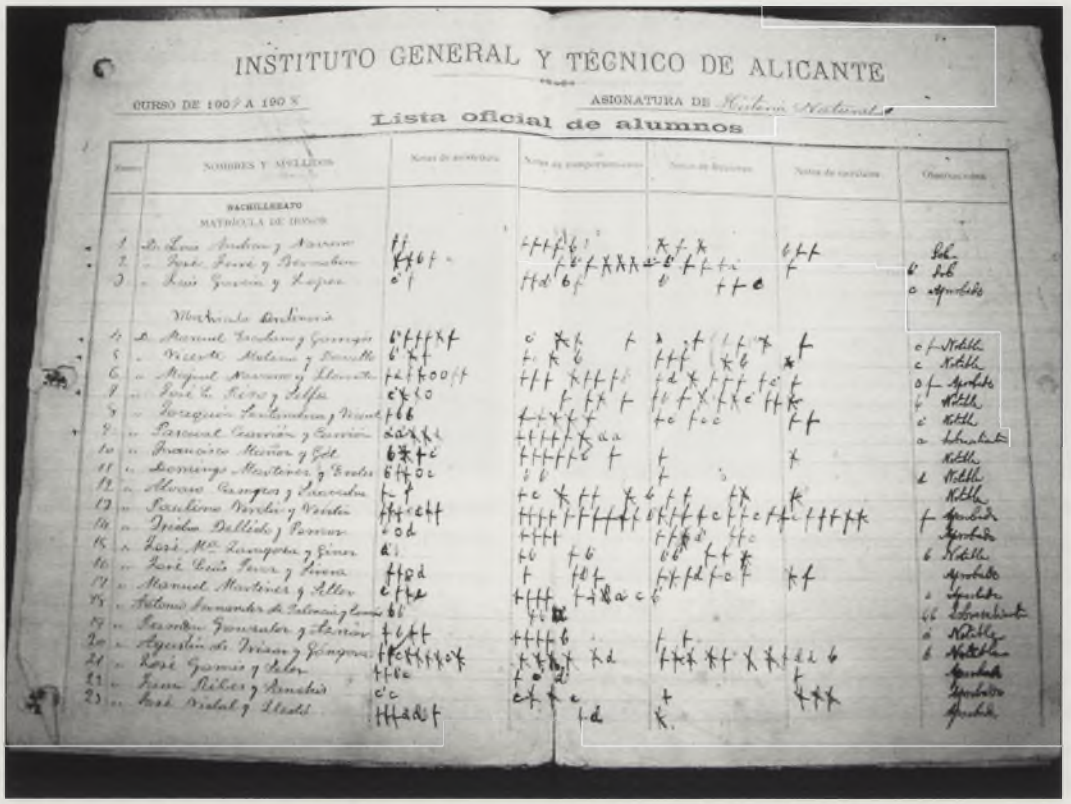
Estas extraordinarias cifras nos sorprenden aun más si pensamos que D. Daniel ya tenía 40 años en 1903 cuando se incorporó al Instituto. Al principio los lugares que se visitaban eran diversos pero con el tiempo se fueron concretando en zonas que por sus características geológicas o paleontológicas tenían mayor interés. A título de ejemplo se transcribe un breve fragmento del informe que aparece en la memoria del curso 1914-15 (Carpintero Moreno, 1916) sobre las salidas realizadas ese año:

> "Aunque en el pasado curso el número de excursiones ha sido menor que en los años anteriores, la importancia de estas y los provechosos resultados obtenidos han superado a los efectuados en los otros cursos.
>
> Primera excursión: 28-29 de Noviembre.-
>
> Elche, Aspe y Hondón de las Nieves (donde se pernoctó), y al día siguiente se pasó a través de la Sierra de Crevillente por el Collado de Catí y por el Plá de Crevillente se descendió hasta esta población, regresando a Alicante en el tren de la noche.
>
> Se encontraron numerosos fósiles del Calloviense y Mioceno.
>
> Cuarta excursión: 6 y 7 de Marzo de 1915.
>
> Con el fin de averiguar donde terminaba la formación jurásica de esta parte de la provincia, se hizo una cuarta excursión a Hondón de las Nieves, y se recorrió el día 6 un largo trayecto desde el Collado de las Ortigas hasta la Casa de Candel, donde se vio que terminaba el Jurásico, para comenzar el Mioceno. Se continuó caminando por la ladera de la Sierra de la Madera hasta la carretera de Crevillente a Aspe, y se descendió a las lomas de la Zafá hasta llegar al Cretácico superior de Uchel y el Nummulítico de las Tres Hermanas. En este punto se tenía dispuesto un carruaje para regresar a Elche, habiéndose recorrido a pie 21.600 pasos, encontrando muchos fósiles y fijando la posición de estos terrenos.
>
> Quinta excursión: 30 de Marzo de 1915.-
>
> Se dirigió a la Mola de Novelda en busca de fósiles liásicos, de los que se encontró en abundancia. Fue notable esta excursión por dirigirse a terrenos que los alumnos no conocían, ya que hasta el año 1912 no se habían citado depósitos liásicos en la provincia de Alicante".

FIGURA 2: *Fotografía de una de las excursiones realizadas con alumnos al Castell-vell.*

Como podemos apreciar entendía que el aprendizaje de la Historia Natural debía incluir un conocimiento amplio, por parte de los alumnos, de su entorno más próximo como punto de referencia constante de los conocimientos teóricos (Fig. 2).

D. Daniel hace partícipes a sus alumnos de su labor investigadora mostrándoles y desarrollando con ellos, en las sucesivas salidas al campo, el método de trabajo y las técnicas empleadas en las Ciencias Geológicas. Esta capacidad y dedicación inculca en los alumnos un amor y responsabilidad en el trabajo que hace que su rendimiento



INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE ALICANTE

CURSO DE 190 7 A 190 8 — ASIGNATURA DE Historia Natural

Lista oficial de alumnos

Número	NOMBRES Y APELLIDOS	Notas de asistencia	Notas de comportamiento	Notas de lecciones	Notas de conducta	Observaciones
	BACHILLERATO					
	MATRÍCULA DE HONOR					
1	D. Luis Andreu y Navarro					
2	" José Ferré y Bermudez					
3	" Luis Garcia y Lopez					
	Mercantil Preliminar					
4	D. Manuel Escolano y Garrigós					
5	" Vicente Molina y Durante					
6	" Miguel Navarro y Llorente					
7	" José L. Ruiz y Leiva					
8	" Joaquin Santamaria y Nicolau					
9	" Pascual Garrido y Garrido					
10	" Francisco Alcaraz y Gil					
11	" Domingo Montoro y Verdu					
12	" Alvaro Campos y Lacuesta					
13	" Faustino Verdu y Verdu					
14	" Isidro Bellido y Ferrer					
15	" José Mª Zaragoza y Giner					
16	" José Luis Ferrer y Pina					
17	" Manuel Martinez y Aller					
18	" Antonio Fernandez de Palencia y Cano					
19	" Secundino Fernandez y Garcia					
20	" Agustin de Irisarri y Gangoiti					
21	" José Gomez y Soler					
22	" Juan Ribes y Arnedo					
23	" José Vidal y Llodrá					

FIGURA 3: *Lista de alumnos de la asignatura de Historia Natural en el curso 1907-1908 realizada por D. Daniel con anotaciones de faltas y calificaciones.*

sea alto (Fig. 3), además de promover lazos de cariño y respeto que permanecen a lo largo del tiempo.

B. El trabajo en el aula

B.1. Las explicaciones de clase

Hemos tenido la fortuna de poder analizar los apuntes de las clases de Historia Natural impartidas por D. Daniel en el año 1928, tomadas por su alumno D. Antonio Campos Penalva y recopilados y transcritos en 1942 por su hijo D. Miguel Jiménez de Cisneros y Goicoechea. Estos apuntes nos permiten apreciar el contenido y matices de sus explicaciones dentro del aula.

Cuando enseña no se limita a citar la teoría en boga sino que expone diferentes hipótesis y compara sus puntos de contraste como recurso didáctico, para ayudar a la comprensión de la teoría o fenómeno explicado, intentando imbuir en los alumnos una mentalidad científica.

Su lenguaje es sencillo y generoso en anécdotas, a las que recurre para atraer la atención de los alumnos y hacer de la Ciencia algo cercano y útil; así cuando habla de las Corrientes Marinas, en la lección 26, comenta:

> "...Estas corrientes estudiadas por Mauri, dieron lugar a un hecho curioso: de los Estados Unidos salió un barco para Europa con mercancías y pasajeros, el cual, después de un ciclón se hundió. Dado que llevaba pasajeros se interesaron por la vida de ellos. Este barco llevaba barriles de aceite de palma y materias ligeras y por consiguiente flotaban y además como el barco era de madera al llenarse de agua no debía hundirse. Este suceso se lo consultaron a Mauri, el cual cuando se enteró de los puntos de salida del barco y donde le había cogido el ciclón dedujo, que dada la corriente existente, los restos del naufragio debían encontrase a una longitud y latitud determinadas; y efectivamente, con la diferencia de unos pocos grados, se halló el barco y con él la vida de los pasajeros".

Asimismo, son muchas y muy variadas las referencias que hace a su entorno más próximo como perfecto conocedor que era de la Geología de la Provincia. La mayoría de estas citas corresponden a yacimientos descubiertos y estudiados por él, y que eran de hecho frecuentemente visitados en las excursiones con los alumnos. En la lección 16, explicando los minerales, dice:

> "...Magnetita.- Es un óxido de hierro, piedra imán, hierro magnético, cúbico, octaédrico, dureza 5 a 6, lo mismo que el peso específico; color negro de terciopelo, por alteración da color pardo-rojizo al convertirse en hidróxido férrico".

> "Da chispas con el eslabón; se arranca a barreno y da el mejor hierro.
>
> Los notables aceros de Inglaterra, Suecia y Noruega son extraídos de las masas de hierro magnético.
>
> Entre Cehegín y Caravaca hay montañas considerables de magnetita. En algunos pueblos de Málaga, a orillas del mar, se forman arenas negras que se usan para salvaderas. También hay en la costa de África, cerca de Ceuta, en el Pinoso, en el barranco de los Purgateros y en Elda, en el Font del Parat".

Donde más referencias encontramos es sin lugar a dudas, en las lecciones dedicadas a explicar Estratigrafía y Paleontología, así en la lección 31:

> "...Liásico.- Está compuesto este terreno de calizas, margas arcillosas, brechas, conglomerados y areniscas. No hay apenas rocas eruptivas. Alcanzan su máximo los reptiles. Se ha dicho que en Alicante no existe este terreno, pero esto es erróneo, pues ocupa una extensión enorme. Aparece en la Sierra de la Mola de Novelda, cerca de Hondón de las Nieves, en Hondón de los Frailes, La Sierra de Crevillente, los montes que forman el Pico de S. Cayetano y el cerro de la Cruz de la Romana".

B.2. Las experiencias en el Laboratorio

También se ocupó D. Daniel de mostrar a sus alumnos la parte práctica de los temas de Biología, reproduciendo en el laboratorio experiencias elegidas entre las publicaciones más actualizadas. En el año 1925 el Boletín de la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales le publica un artículo titulado "Sobre la resistencia de las ninfas del mosquito ordinario en las disoluciones de oxicianuros de mercurio", donde expone los resultados a los que ha llegado al poner en práctica, junto a los alumnos del Instituto, y en el que se puede apreciar la metodología precisa y minuciosa que aplicaba D. Daniel a su trabajo en el laboratorio (Jiménez de Cisneros, 1925g).

C. Relación con otros profesores e institutos

D. Daniel manifestó un interés constante por conocer el trabajo de otros investigadores y colegas. Aprovechaba las vacaciones escolares para visitar los Institutos y entidades científicas de otras provincias e iniciar y estrechar relaciones cordiales con sus compañeros. Las visitas a los Institutos pretendían compartir experiencias didácticas y científicas y conocer las colecciones de materiales naturales recogidos de los alrededores, por los profesores y sus alumnos, colaborando en su catalogación (Jiménez de Cisneros, 1911d, 1917g). También en ocasiones sus colegas le preparaban salidas al campo que aprovechaba para estudiar aspectos geológicos de la zona. De esta forma se concertaban intercambios, sobre todo de fósiles, que aumentaban y diversificaban la colección del Instituto. Como las relaciones de D. Daniel incluían el ámbito internacional las colecciones de fósiles del Centro se enriquecieron de manera considerable.

CONCLUSIÓN

D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás fue un científico que vivió para la enseñanza y la ciencia.

Buscó la colaboración con otros científicos y profesores para compartir experiencias e intercambiar información científica, metodológica y didáctica.

Trabajó para dotar su laboratorio de los materiales naturales, aparatos y libros necesarios para que sus alumnos recibieran una enseñanza de calidad. Fruto de las numerosas excursiones realizadas, de sus continuas visitas a centros españoles y extranjeros y de su constante dedicación, el material del gabinete de Ciencias Naturales se vio incrementado y mejorado hasta ser de los mejores de su época.

Hoy, después de cumplirse cien años de la llegada de D. Daniel a Alicante, el I.E.S. Jorge Juan, centro heredero del antiguo Instituto de Alicante, contiene unas colecciones de materiales naturales, fósiles, moluscos, aves, mamíferos, láminas, maquetas etc. dignas de un Museo. Hacemos lo que está en nuestra mano para seguir el ejemplo de D. Daniel y, también como él hizo en su día, solicitamos la ayuda de los responsables de la Administración, de entidades ciudadanas así como de todas las personas interesadas para poder conservar y difundir el gran legado que nos dejó a todos los alicantinos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias a una ayuda del Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert.

REFERENCIAS

Carpintero Moreno, H. (1909): *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Alicante durante el curso 1907 a 1908*, Alicante, Luis Esplá.

Carpintero Moreno, H. (1916): *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Alicante durante el curso 1914 a 1915*, Alicante, Luis Esplá.

Cuenca Soldevilla, N. (1904): *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Alicante durante el curso 1902 a 1903*, Alicante, Luis Esplá.

Cuenca Soldevilla, N., (1905): *Memoria acerca del estado del Instituto General y Técnico de Alicante durante el curso 1903 a 1904*, Alicante, Luis Esplá.

OTRAS FUENTES

Instituto Jorge Juan:

- Libros de actas.
- Libros de matrícula.
- Calificaciones de sus alumnos durante todos los cursos.
- Manuscritos sobre adquisiciones de diverso material.
- Decreto de fundación.
- Diversos manuscritos sobre la situación del Gabinete de Historia Natural en diferentes momentos.
- Apuntes manuscritos de D. Antonio Campos Penalva.
- Manuscritos diversos sobre estudios geológicos de la Provincia no publicados.

Rocas ornamentales en la provincia de Alicante en el primer tercio del siglo XX según observaciones realizadas por Daniel Jiménez de Cisneros

M. A. García del Cura[1,2], M. Rodríguez [1,3], A. Bernabéu[1,3], D. Benavente[1,3] y J. Martínez-Martínez[1]

1 LPA. Unidad Asociada CSIC - UA.
2 Insto de Geología Económica, CSIC - UCM.
3 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Ap. 99. 03080 Alicante. angegcura@ua.es, ma.rodriguez@ua.es, ana.bernabeu@ua.es, david.benavente@ua.es., javier.martinez@ua.es

ABSTRACT

In his work, Daniel Jimenez de Cisneros references the most important ornamental rock quarries in the Alicante Province in the first third of the 20th Century. Not only does he reference the existing quarries: Bateig and Amorquí (Almorquí) dimension stone quarries, Agudico marbles and commercial marbles (limestones) from Novelda, Sierra del Rollo and the upper layers of the Coto (white reef limestones) but he also advocates the great commercial importance of the lower layers of Coto (bioclastic nummulitic facies), which are currently being worked and commercialised as Crema Marfil.

***Key words**: Daniel Jiménez de Cisneros, ornamental stones, Bateig, Crema Marfil, Alicante.*

INTRODUCCIÓN

En el primer tercio del siglo XX las explotaciones de rocas ornamentales en la provincia de Alicante no hacían presagiar la importancia económica que habían de alcanzar en el último tercio de dicho siglo, si bien ya se conocían las rocas que posteriormente serían la base de la industria de la piedra en la provincia de Alicante: las calcarenitas y los mármoles comerciales.

CALCARENITAS

Existe referencia comercial de las explotaciones de calcarenitas (biocalcarenitas) como piedra de sillería, primero utilizadas en la zona y después con la llegada del ferrocarril llevadas a Madrid para construir edificios públicos y privados como la Telefónica, el Palacio de Linares, ... Así encontramos propaganda de Francisco Bernabé, fechada el 8 de agosto de 1927, donde anuncia su Bateig Llano con el que se está construyendo la Telefónica y cuyas propiedades físicas, determinadas en el *Laboratorio Central para Ensayos de Materiales de Construcción de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos,* son: peso especifico real 2,82 g/cm^3; peso específico aparente: 2,11; resistencia a compresión:

- Cubos en estado natural: 361 Kg/cm^2
- Cubos desecados a 100 °C: 373 Kg/cm^2
- Cubos embebidos artificialmente: 281 Kg/cm^2

FIGURA 1. *Cantera de Bateig a principios del siglo XX. Fotografia amablemente cedida por Paco Castelló (Bateig Piedra Natural, S. A.).*

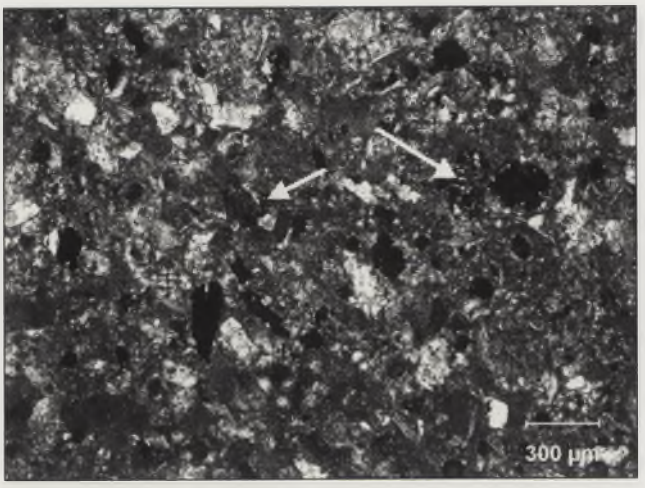


FIGURA 2. *Fotografía de lámina delgada con nícoles cruzados de una muestra (biocalcarenita) representativa de la Piedra Almorquí. Las flechas señalan fragmentos de rocas volcánicas.*

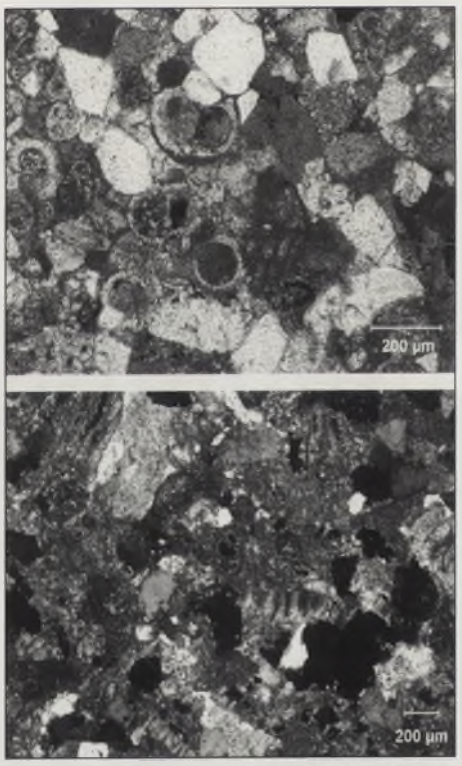


FIGURA 3. *Fotografía de lámina delgada de la Piedra Bateig (biocalcarenitas): A) Bateig Azul con nícoles paralelos, pueden observarse foraminíferos rellenos de glauconita B) Bateig Llano con nícoles cruzados, se observan fragmentos de mayor tamaño de diferentes fósiles (briozoos, moluscos, foraminíferos...) y una mayor proporción de componentes terrígenos, principalmente cuarzo.*

- Cubos después de pruebas de heladicidad (25 ciclos): 315 Kg/cm^2

Jiménez de Cisneros referencia estos materiales comentando la extracción de excelente sillería de las canteras de *Bateig o Batech* (Fig. 1) y de las canteras de *Amorquí* (Almorquí), *"muchas veces calificadas como calizas de Novelda"* (Jiménez de Cisneros, 1912b), describiendo la presencia de "*pedernales de color muy claro*" en estas últimas.

Las canteras de Bateig han continuado su explotación hasta el día de la fecha, llegando a ocupar una gran extensión y han seguido suministrando material a edificios históricos, como la última fase de construcción de la Catedral de La Almudena de Madrid. Por el contrario la cantera de Almorquí, aunque ha tenido etapas de explotación contemporáneas, no ha alcanzado un gran desarrollo, posiblemente debido en parte a la presencia del sílex citado y otros materiales relacionados con procesos efusivos (Fig. 2). El material extraído en ambas canteras puede calificarse como biocalcarenita, comercializándose diferentes variedades de la Piedra Bateig en función de su color y clastometría, siendo las más conocidas a finales del siglo XX el Bateig Azul (Fig. 3A), el Bateig Llano (Fig. 3B), el Bateig Diamante y el Bateig Fantasía (Ordóñez *et al.*, 1994).

MÁRMOLES COMERCIALES

Jiménez de Cisneros hace referencia a varias explotaciones de mármoles, término que aplica a diferentes rocas ornamentales de naturaleza carbonática, por lo que incluye desde mármoles en el sentido metamórfico, como los del Agudico (Jiménez de Cisneros, 1925f), a "mármoles" sedimentarios, como los del *"Nummulítico"* del Coto (Jiménez de Cisneros, 1925c) y los mármoles jurásicos de Novelda y de la Sierra del Rollo (Jiménez de Cisneros, 1912b).

Estas explotaciones, más o menos incipientes en la época en que Jiménez de Cisneros desarrollaba sus investigaciones, han sufrido evoluciones muy dispares que vamos a exponer.

Al Sur de la Sierra del Coto, en las proximidades en La Algueña, se explotaban unos mármoles blancos, ricos en organismos recifales, atribuidos al *Nummulítico,* donde se podía recoger, entre otros, *Porites, Astraea* y *Meandrina* (Jiménez de Cisneros, 1925c). Según indicaciones posteriores de Jiménez de Cisneros (1933a) estos mármoles tendrían una situación superior a "*una potente formación de lumaquela que no ha sido explotada como cantera, debido a que los mármoles blancos siendo de mucho más precio hacen que se miren con indiferencia estos mármoles, que en otros sitios serían muy estimados*". Dicha formación de lumaquela, en la que a simple vista se observan los nummulites, es comparada por Jiménez de Cisneros con la de Peña Safrá (Peña Zafra) y con la de El Cerro de Guirao de la Sierra de la Puerta, en el término de Caravaca, observaciones que se han visto confirmadas por las explotaciones actuales de mármoles comerciales. Son estos materiales ricos en nummulites (Fig. 4) los que han sido explotados y exportados intensamente en la última década del siglo XX y comienzos del siglo XXI, dando lugar a un espectacular frente de cantera, en el que pueden observarse algunas formas constructivas kársticas (Cañaveras *et al.*, 2002). Este material pétreo constituye el "buque insignia" de la industria extractiva de la provincia de Alicante: el mármol comercial "***Crema Marfil***", que desde un punto de vista petrológico puede definirse como

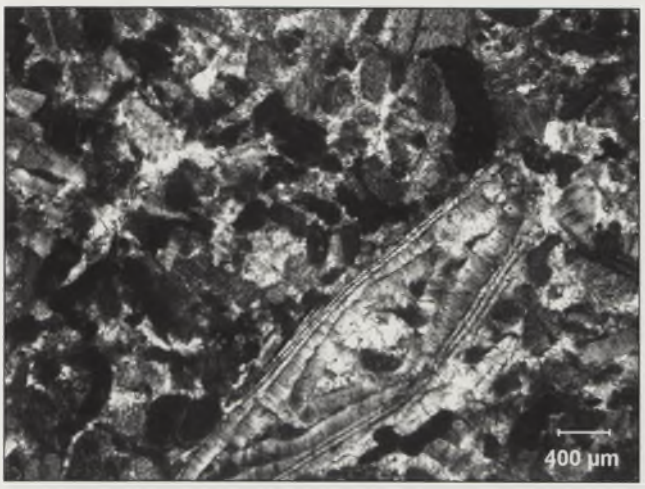


FIGURA 4. *Fotografías de lámina delgada con nícoles cruzados de una roca (bioesparita) representativa de Crema Marfil del Coto Pinoso.*

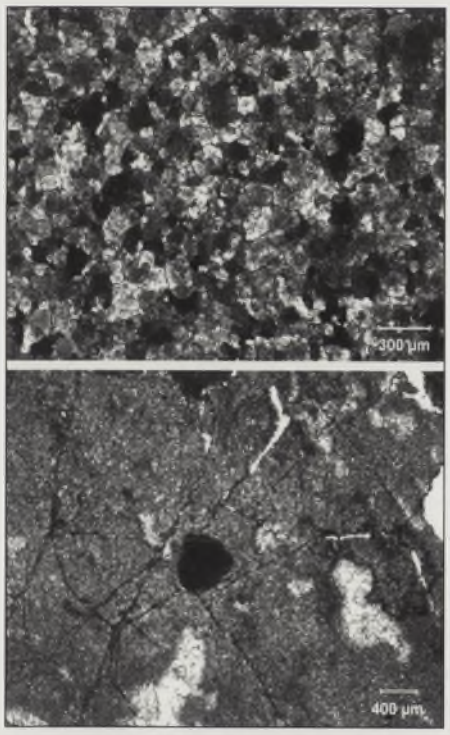


FIGURA 5. *Fotografías de lámina delgada de dos ejemplos de facies del "Gris Mola": A) dolomía mesocristalina, nícoles cruzados B) dolomía microcristalina brechificada y con fantasmas de aloquímicos (oolito), nícoles paralelos.*

grainstone (bioesparita-biomicrita de foraminíferos), siendo los nummulítidos los componentes más abundantes (García del Cura *et al.*, 1996).

De los mármoles grises de Novelda, la última explotación conocida es la del Cerro de La Mola, donde se explotó el "Gris Mola", material que puede definirse como dolomías, más o menos recristalizadas, observándose desde dolomías microcristalinas a medianamente cristalinas con predominio de facies inequigranulares con diferentes grados de brechificación y de dedolomitización asociada (Fig. 5) (Monzó Jiménez y García del Cura, 2000). Jiménez de Cisneros,

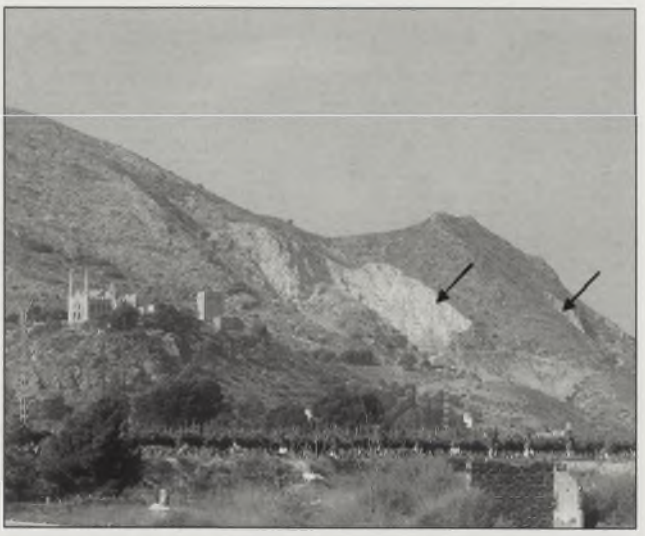


FIGURA 6. *El Cerro de la Mola (Novelda) (septiembre de 2004), las flechas marcan dos canteras abandonadas.*

1920a referencia en el Cerro de La Mola una explotación de mármoles que define como "*caliza semicristalina gris*", que data como liásico, al encontrar restos de braquiópodos y moluscos de dicha edad. En dicho cerro aún pueden observarse restos de pequeñas canteras inactivas que explotaban calizas grises y rojas (Fig. 6).

De las explotaciones de mármoles de la Sierra del Rollo (situada entre los términos de Aspe, La Romana y Hondón de las Nieves), visitadas por Cavanilles en 1797, y, con probabilidad, las más antiguas de la zona, se extraían sillares de varias coloraciones: rojo sangre con vetas blancas, amarillento con vetas blancas y amarillento con vetas oscuras y nubes amoratadas. La solidez de ésta piedra permitía la obtención de piezas de cualquier tamaño e incluso columnas de hasta 9 "varas" de longitud. Estos materiales, calizas de diferentes texturas y tonalidades, han sido algo explotados posteriormente en parajes próximos, habiéndose reactivado últimamente su explotación (materiales tipo comercial "*Amarillo Alicante*").

MÁRMOLES GEOLÓGICOS

Los mármoles del Agudico, utilizados en el patrimonio arquitectónico valenciano, dentro de la denominación de Piedra Jabalina o Piedra Negra de Callosa, son unos mármoles triásicos negros - grises metamórficos de bajo grado (García del Cura *et al.*, 2002) que se encuentran en la Sierra de Abanilla y están relacionados con la presencia de ofitas (metamorfismo de contacto). Presentan vénulas de calcita blanca. Predominantemente son calcíticos, siendo variable la presencia de mármoles dolomíticos, y su textura más abundante es heteroblástica mesocristalina, conteniendo a veces restos de dolomita premetamórfica y cristales de pirita y moscovita (Fig. 7), así como cuarzo idiomorfo con inclusiones de sulfatos y cloruros, celestina, y con carácter muy accesorio wollastonita y grosularia. En algunos puntos

FIGURA 7. *Fotografía de lámina delgada con nícoles cruzados de Piedra Jabalina (mármol calcítico) recogida en el Agudico, donde pueden observarse pequeñas moscovitas.*

se observan cristales perimórficos de sulfatos. Sus canteras están prácticamente cerradas a principios del siglo XXI y en los últimos años se reabrieron esporádicamente para realizar obras de acondicionamiento urbanístico en Orihuela.

CONCLUSIONES

Jiménez de Cisneros, en su obra, no sólo describe las explotaciones de rocas ornamentales de la provincia de Alicante existentes en su tiempo, lo cual es de gran interés desde el punto de vista del estudio del Patrimonio Arquitectónico de la zona, sino que también predijo la potencialidad económica del litotecto del Crema Marfil, roca ornamental (mármol comercial), que posteriormente ha representado el papel más importante en la industria de la piedra natural de la provincia de Alicante en el último tercio del siglo XX.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo subvencionado por la Generalitat Valenciana, Grupo 03/158.

REFERENCIAS

Cañaveras, J. C., García del Cura, M. A., Sánchez Moral, S., Muñoz Cervera, M. C. y Ordóñez, S. (2002): Procesos de karstificación polifásica en las canteras de Crema Marfil (Pinoso, Alicante). Caracterización petrológica y geoquímica, aplicabilidad a los criterios de calidad de rocas ornamentales. *Geogaceta* 31: 31-34.

Cavanilles, A .J. (1797): *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reino de Valencia.* Albatros Ediciones. Biblioteca Valentina, Tomo II: 268-269. 1985. Valencia.

García del Cura, M. A., Ordóñez, S., Fort, R. y Pina, J. A. (1996): El "Crema Marfil" (Pinoso, Alicante). II. Criterios petrográficos de calidad. *Geogaceta* 20(3): 731-734.

García del Cura, M. A, Louis, M., Rodríguez, M. A., Bernabéu, A., Benavente, D. y Ordóñez, S. (2002): "La Piedra Jabalina o Piedra Negra de Callosa: un mármol calcodolomítico utilizado en el Patrimonio Arquitectónico del Sur de la Provincia de Alicante". *2ª Reunión Monográfica de la Red Temática de Patrimonio Histórico del CSIC.* Madrid 17 de Diciembre 2002: 10.

Jiménez de Cisneros, D. (1912b): Excursión desde Novelda al Pinoso. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Febrero: 127-135.

Jiménez de Cisneros, D. (1920a): Noticias acerca del encuentro de numerosos yacimientos del Liásico Medio Alpino en el S. E. de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Junio: 226-236.

Jiménez de Cisneros, D. (1925f): Excursión a las canteras de mármol del Agudico, en el término de Albatera (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Noviembre: 440-442.

Jiménez de Cisneros, D. (1925c): La sierra del Coto y su arrecife coralino. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Marzo: 156-158.

Jiménez de Cisneros, D. (1933a): A propósito de un artículo titulado "Algunas observaciones geológicas en La Romana (provincia de Alicante). *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.* Marzo: 155-165.

Monzó Giménez, J. C. y García del Cura, M. A. (2000): Bioalteración de rocas dolomíticas en clima mediterráneo semiárido: la cantera del Cerro de la Mola. *Geotemas* 1(3): 267-272.

Ordóñez, S., García del Cura, M. A., Fort, R., Louis, M., López de Azcona, M. C. y Mingarro, F. (1994):

Physical properties and petrographic characteristics of some Bateig stone varieties. *7th Congress of Int. Association of Engineering Geology.* Lisboa, vol. 5: 3595-3603. Balkema. Rotterdam.

Daniel Jiménez de Cisneros a través de sus escritos. Facetas humanas de un científico

C. Jiménez de Cisneros y Baudín

European School, Luxembourg. 23, Bd. Konrad Adenauer. L-1113, Luxembourg. cojicis@hotmail.com

ABSTRACT

In short four parts, I examine the character and personality of my grandfather, Daniel Jiménez de Cisneros. He was an innovative teacher, who brought about new methodologies in his lessons, and an internationally reputable scientist. He acquired two interesting collections of minerals and fossils and discovered new species. I will try to present the private man whose endured by a hard youth due to lack of money and poor health, but who developed through his studies and work into a respectable teacher, a father of five children and a very sociable person with different interests, ranging from "do it yourself" (he made himself the boxes and placards for his scientific collections), literature (he wrote in a variety of genres: poems, drama, short stories, etc.) and photography to natural life and travelling. His political, religious and social ideas, made public through his autobiographical books and newspaper articles, show an open-minded person, somewhat sceptic and fiercely opposed to superstition and ignorance. His letters and, specially, his memoirs –two books published during his lifetime and also after his death– show that he was a kind man, well liked by everybody, very fond of his family and his friends, who came from every step in the social ladder and from every milieu. One cannot understand his scientific achievement without first looking at the impact that his tenacity, friendship and other moral and social qualities had on a work like his.

Key words: *Daniel Jiménez de Cisneros, biography.*

INTRODUCCIÓN

Antes de empezar, quisiera señalar que son varias las razones que me han movido a preparar este trabajo: mi condición de nieta de Daniel Jiménez de Cisneros, como primogénita de mi padre; los testimonios orales y el recuerdo ejemplar de mi padre; el haber recibido, en vida de mi progenitor y de sus propias manos, gran parte de los escritos literarios y privados –cartas, manuscritos y publicaciones– de mi abuelo; mi voluntad de continuar, a pesar de ciertas circunstancias familiares penosas que no cabe mencionar aquí, la labor de conservación y estudio del legado de mi abuelo y en especial de la colección científica privada como lo hiciera mi padre; y en fin, mi interés por la literatura, que constituye también mi profesión.

En la introducción al libro de memorias de infancia de mi abuelo, *Huércal-Overa hace sesenta años. Memorias de un niño y comentarios de un viejo* (Jiménez de Cisneros, 2003), hago una aproximación biográfica que no voy a repetir ahora. Mi intención es ofrecer una imagen de Daniel Jiménez de Cisneros como persona, en su contexto familiar, histórico y social, a partir de sus años de formación hasta la edad adulta; entresacando de su obra literaria, en especial de sus memorias, referencias que nos den idea de su carácter, mentalidad, pensamientos, afectos y aficiones.

LOS AÑOS DE FORMACIÓN. TRAYECTORIA ACADÉMICA Y VOCACIÓN CIENTÍFICA

Daniel Jiménez de Cisneros dejó escritos dos libros de memorias (D. Jiménez de Cisneros, 1935h; C. Jiménez de Cisneros, 2003) que recogen su etapa de formación y sus primeros años como profesor, hasta el momento en que obtiene la cátedra y con ella su primer destino en el Instituto Jovellanos de Gijón. Estos libros nos permiten obtener una imagen muy completa de su persona, sujeta a los condicionantes de su contexto histórico. Su aprendizaje de la vida acaba formando en él una personalidad abierta, curiosa, crítica, activa y optimista a pesar de las dificultades.

En su libro *Por tierras de Murcia* (Jiménez de Cisneros, 1935h), cuenta con todo detalle el origen de su vocación científica, y la relaciona con dos circunstancias que fueron las que suscitaron su interés por el mundo de la geología. En primer lugar, la lectura del libro de Julio Verne *Viaje al centro de la tierra*. La influencia de este libro en su vocación científica y la influencia de las novelas de Verne en general que, según él, a despecho de sus inexactitudes,

despertaban el interés por la ciencia en los jóvenes, es tema que trata en sus dos libros de memorias y que yo recogí en un artículo (Jiménez de Cisneros, 1990). En segundo lugar, nos recuerda la motivación que supuso para él un profesor, Don Francisco Cánovas: *La asistencia diaria a estas clases y la presencia de los minerales y fósiles que don Francisco presentaba orientaron mis aficiones y mi destino* (Jiménez de Cisneros, 1935h, p. 60-61).

Su currículo académico fue brillante y obtuvo becas y premios que le ayudaron a proseguir sus estudios. Pero no todo fue fácil; durante sus años de formación, tuvo dificultades que sirvieron para forjar su carácter. Algunas están expuestas en su libro *Por tierras de Murcia* (Jiménez de Cisneros, 1935h): los abusos de las casas de estudiantes; la mala pedagogía de algunos profesores de la Facultad que recuerdan a los descritos por Baroja en *El árbol de la ciencia*, en contraste con otros de gran altura intelectual y moral; sus primeros trabajos como profesor en Caravaca, mal pagado y explotado hasta el hambre, y cómo él, por un pundonor mal entendido, como luego reconocerá, no era capaz de denunciar la situación ni enfrentarse a ella. En definitiva: la lucha por la vida, por que se le reconozcan sus méritos académicos por encima de envidias e intereses, por conseguir un trabajo digno.

El trato con gentes muy diversas es una constante en su vida. Durante la temporada que estuvo refugiado en la sierra por huir de la epidemia de cólera, conoció a unos pastores a los que él enseñaba a leer, favor que le correspondían con fósiles y piedras; sus míseras vidas y su bondad natural le impresionan mucho. El mal trato que sufrían algunos sirvientes que dejaban de serlo por vejez aparece denunciado en *Huércal-Overa hace sesenta años* (C. Jiménez de Cisneros, 2003). El afecto y el respeto hacia las criadas de la casa, en ese mismo libro, en el que cuenta el entrañable episodio de la criada que consigue librarlo de un castigo escolar y familiar (p. 60-62).

Daniel Jiménez de Cisneros valora a las personas por sus méritos y dotes y por su nobleza de alma más que de cuna. Uno de sus mejores amigos, Antonio Martínez Sánchez, fallecido de tuberculosis en plena juventud, era de origen humildísimo: *hijo de un bracero, y en un estado tal de pobreza, que en los primeros cursos venía de su pueblo a pie, por el áspero camino de la "cuesta pedregosa", y a la salida del pueblo se descalzaba para no romper las míseras alpargatas que llevaba* (Jiménez de Cisneros, 1935h, p. 107), pero sus extraordinarias dotes intelectuales, su vocación científica y su sensibilidad moral constituían las mejores afinidades en que fundar la amistad.

También entre las personas ricas y bien situadas encontraba amigos: basta ver la cariñosa correspondencia epistolar con sus parientes, los marqueses de Ciadoncha, o la nota necrológica que escribe al prócer de Caravaca, Antonio Blanc, o la admiración y amistad que profesa a D. Tomás Tallerie, un prohombre de Cartagena. El médico republicano don Trinitario Navarro, de la Algueña, fue uno de sus mejores amigos.

Nunca juzga las vidas ni las conductas ajenas con dureza o puritanismo: basta ver con qué delicadeza cuenta la desgraciada situación de la familia dueña de una de las pensiones donde vivió en Madrid, familia compuesta exclusivamente por mujeres (madres solteras), y el cariño sentimental que desarrolla hacia la hija mayor de esta familia, sin ningún reparo por las condiciones poco regulares en que vivían según la mundana opinión de la época.

Todas estas circunstancias –su contacto con la naturaleza, con personas y ámbitos muy diferentes, así como la necesidad de valerse por sí mismo desde muy joven (a los diecisiete años parte a Madrid a estudiar y esta es su primera salida del hogar familiar)– acrecientan su carácter valeroso, llegando a demostrar un dominio de sí y una sangre fría en las situaciones difíciles que no tienen nada que ver con la imagen tópica de "sabio de laboratorio", es decir, poco práctico y pusilánime. En sus memorias, él mismo cuenta cómo, en cierta ocasión, montó dos pistolas que llevaba para enfrentarse a los lobos en uno de sus viajes a pie por la sierra; nos dice también cómo fue él en persona quien amortajó a su madre difunta e incluso arregló el cierre defectuoso que observó en su ataúd.

Hasta la vejez mantuvo su fuerza de voluntad y sus afanes científicos. Nadie dejará de extasiarse ante los prodigios de la naturaleza, a veces solo visibles con la ayuda de un microscopio, lo que hace aún más admirable que Daniel Jiménez de Cisneros, miope, fuera capaz de atinar en su recogida de materiales. Nada le detuvo en su tarea si no fue la enfermedad que lo llevó a la muerte.

VISIÓN DEL MUNDO: POLÍTICA, RELIGIÓN Y SOCIEDAD

Daniel Jiménez de Cisneros muestra un enorme interés por el acontecer histórico de su tiempo. Todos los episodios políticos vividos en su infancia; los testimonios orales de personas que, directamente, trasmiten sus experiencias; las propias vivencias del autor, anécdotas y opiniones, aparecen cuidadosamente expuestas en sus dos libros de memorias, de manera que cualquier historiador interesado en los últimos años del siglo XIX podría usar como documentos estos textos. En mi edición de *Huércal-Overa hace sesenta años...* (C. Jiménez de Cisneros, 2003) se remarca el interés histórico de estos recuerdos, al margen de lo que supusieron en la formación y desarrollo ideológico de su autor.

A los once años, el cambio de ideas que observa en las gentes como consecuencia de un cambio político, le hace abrir los ojos y convertirse en un escéptico en política: *las malditas ideas políticas, que envenenan y separan a los hombres...* El hecho de que su padre sea cesado cuando la Restauración, a pesar de sus ideales monárquicos, no hace más que avivar este escepticismo, que no está reñido con una

sincera preocupación por España, tan común a los grandes hombres de su tiempo.

Justamente esa preocupación social por su tierra es la que cierra la primera parte de su libro *Por tierras de Murcia*. Pero también en el otro libro de memorias, *Huércal-Overa hace sesenta años*, (C. Jimenez de Cisneros, 2003) encontramos referencias a los males de España. El creía sobre todo en una regeneración moral, la de las costumbres. Creía que el país solo lo podrían levantar profesionales honestos cumpliendo con su deber y sin ánimo de lucro: *España, empeñada en arruinarse sin poderlo conseguir. Si la valía de la raza y la riqueza del suelo a ello se oponen, la patria es una madre enferma, con padecimiento crónico incurable y a la que todos debiéramos cuidar solícitos, cumpliendo cada uno con su deber, sin faltar, en manera alguna, al séptimo mandamiento, que es el cáncer que nos corroe. Olvidamos que nada en el mundo tiene una resistencia indefinida y el egoísmo nos lleva a la ruina* (C. Jiménez de Cisneros, 2003, p. 81).

En cuanto a su visión de las cuestiones sociales, Daniel Jiménez de Cisneros muestra, como ya hemos anticipado, una gran sensibilidad hacia los humildes en muchos puntos de sus memorias y en otros textos literarios. Un poema, *La pará de la higuera*, contiene versos casi revolucionarios cuando describe la indignación del campesino al que una marquesa sin escrúpulos arrebata cuanto tiene.

En lo referente a la religión, mi abuelo recibió de sus padres una educación cristiana donde importaban mucho más las sólidas raíces morales (basta recordar cómo su madre le hizo devolver una simple caña para que aprendiera a no apropiarse de lo ajeno) que la asistencia a liturgias o manifestaciones externas de devoción. En su libro de memorias *Huércal-Overa hace sesenta años* menciona que la religión constituyó una fuente de consuelo y resignación para sus parientes pobres, abuela y tías paternas: *Sólo su gran resignación y su filosofía cristiana pudieron mantener aún durante largos años aquella pobre existencia,* dice de su tía Evangelista.

Por otro lado, se oponía a toda clase de rigidez moral y de fanatismo. En el último capítulo de *Huércal-Overa hace sesenta años*, rememorando las procesiones de Semana Santa, critica las manifestaciones de devoción puramente externas y aparatosas y muestra su comprensión hacia las debilidades humanas, comprensión que no excluye un punto de ironía: *Los míseros mortales [...] volvían a pecar y volvían a arrepentirse. Lo de siempre; pero en fin, el Evangelio lo dice: perdona no siete veces, sino setenta veces siete, lo que, para algunos pecados, es ya una cifra muy crecida...*

Daniel Jiménez de Cisneros busca siempre una explicación racional y científica de todo: fenómenos de la naturaleza, episodios históricos, supuestos milagros. En el último capítulo de *Huércal-Overa hace sesenta años*, alude a un mecanismo que permitía mover el brazo de un crucifijo, lo que explica que esto se debía a una causa mecánica y no a milagro (C. Jiménez de Cisneros, 2003, p. 23-24).

Por otra parte, reconoce que hay hechos de difícil explicación y que él no quiere llamar casualidad. Su madre pidió veinte horas de vida para la abuela moribunda a fin de poder despedirse de ella y así ocurrió con escalofriante exactitud. (Jiménez de Cisneros, 1935h, p. 74-75).

Su sentido crítico y su amor a la justicia le hace fustigar la hipocresía social, por ejemplo cuando menciona a una compañía de farándula que va al pueblo y cómo los ricos tratan de seducir a las artistas. O cuando alude a *esas costumbres ridículas y criminales del duelo a las que se han atrevido a llamar Leyes*.

Su apertura intelectual le libraba de toda suerte de fanatismo excluyente. Dos detalles al respecto. El primero: a pesar de que Voltaire figuraba entonces en el Índice de libros prohibidos por la iglesia, él confiesa que leyó con deleite sus obras completas durante su estancia como profesor en Cartagena. El segundo: la polémica en que se vio envuelto por atreverse a afirmar que los fósiles no son restos del diluvio y considerar que el Génesis no da una explicación científica, sino mitológica del origen de la vida (Jiménez de Cisneros, 1935h).

Finalizo este apartado con una cita de *Por tierras de Murcia* donde se pone de relieve su capacidad para el diálogo y su rectitud moral: *Desde niño me gustó escuchar a las personas mayores y, al llegar a la juventud, de oyente pasé a confidente y los relatos de personas de experiencia me enseñaron muchos detalles que produjeron en mí un gran escepticismo en política y el convencimiento de lo que pudiéramos llamar "inconveniencia de las conveniencias sociales", que sirven para ocultar los hechos y falsear el juicio que en conciencia se merecen* (Jiménez de Cisneros, 1935h p. 184)

AFECTOS: FAMILIA, AMISTADES, RELACIONES PERSONALES

Era Daniel Jiménez de Cisneros muy amante de la familia y los amigos, como se ve por las cartas y documentos conservados. Escribió necrologías que acreditan su afecto y admiración hacia las personas que evoca y de quienes exalta especialmente las virtudes que él más apreciaba y practicaba: la laboriosidad y la modestia.

Entre sus amistades, las había de todas las tendencias religiosas, políticas o filosóficas. Recuerda al párroco de su pueblo, Don Salvador Varela, como un santo. Y cuando habla de sus colegas en Caravaca, menciona con el mismo afecto y respeto a un clérigo que a un volteriano. Ya hemos señalado sus relaciones con toda clase de personas, desde aristócratas, intelectuales, médicos, profesores... hasta pastores, huertanos, marineros, fareros, etc.

Algunas fotografías conservadas son muestra del afecto que recibió de parte de alumnos y colegas. Solo el hecho de que quisiera compartir sus experiencias científicas

con sus alumnos organizando sus celebradas excursiones muestra ese carácter expansivo y comunicativo con el que ha logrado superar la timidez de sus primeros años. Entre las fotografías mencionadas, figuran algunas con cariñosas dedicatorias de sus alumnas. Las mujeres fueron admitidas como alumnas oficiales del Instituto por primera vez a partir del curso 1908-1909 y queda claro que Daniel Jiménez de Cisneros no era misógino.

De la persistencia de los recuerdos y los afectos, heredada también por mi padre, que me la transmitió, da fe una hermosa fotografía de un colega suyo de Cartagena que le fue dedicada por el hijo de dicho colega, prematuramente fallecido, treinta años después de que mi abuelo saliera de Cartagena. Quiere decir que mantenía el contacto afectuoso con las familias y los descendientes de amigos y colegas a despecho de los años trascurridos.

Su recuerdo cariñoso a sus compañeros de estudios, así como el respeto y reconocimiento que muestra a sus profesores permanece estampado para siempre en sus libros. Del abuelo de Antonio Machado, llamado igualmente Antonio Machado, recuerda el especial afecto con que trataba a los alumnos (Jiménez de Cisneros, 1935h p. 139-140).

Las menciones que hace de su familia, son todas bondadosas, reconociendo virtudes más que defectos, y recordando con gratitud la ayuda que recibió de las tías que lo acogen en su casa mientras prepara sus exámenes universitarios "por libre", pues no tiene otro medio. En sus memorias nos cuenta que su prima Carmen reservaba para él, cada noche, una tacita de sus juguetes llena de aceite a fin de que pudiera mantener la luz encendida para estudiar durante las horas nocturnas, pues durante las diurnas, el bullicio de la casa y las visitas continuas se lo impedían. Es fácil suponer que su comedia *Visitas importunas*, donde critica la pérdida de tiempo y la conversación superficial de muchos visitantes, se basa en recuerdos autobiográficos.

Tenía Daniel Jiménez de Cisneros una faceta tierna, sentimental, que guardaba para sí y los suyos. De ella son testimonio las anotaciones a lápiz que se conservan en el interior de los cajones donde ordenaba sus fósiles, las cuales recogen a un tiempo datos objetivos, como la fecha o las condiciones atmosféricas, y otros sentimentales, como el estado de salud de un hijo o cualquier otra efemérides familiar. En sus memorias no oculta el dolor que le produjo el fallecimiento de su madre, siendo él ya profesor en Cartagena, y el espacio que concedía a ese dolor: *Era por la noche cuando releía las últimas cartas de mi madre y me dejaba invadir por el dolor de su pérdida*. Esa ternura de carácter se muestra también en el hecho de haber conservado en una cajita todas las cartas a los Reyes Magos escritas por sus hijos a lo largo de más de una década. Y se pone de relieve de manera especialísima en la correspondencia que mantuvo con su hijo Miguel durante la guerra civil y en los varios y emotivos recuerdos y anécdotas que mi padre me trasmitió.

AFICIONES: NATURALEZA, VIAJES, LITERATURA Y OTRAS

Abierto a todos los avances tecnológicos de su época, utilizó la fotografía para ayudarse en sus investigaciones y difundir y publicar sus hallazgos. Se han conservado numerosas placas fotográficas que dan muestra de esa afición, ya que las hay de carácter familiar e íntimo, además de las de fósiles y de yacimientos y las de recuerdo de las excursiones. En su cuento titulado "El tamaño de las almas" (Jiménez de Cisneros, en prensa) menciona el zoótropo y hace alusión a posibles inventos del futuro.

La naturaleza aparece frecuentemente en sus escritos. Sus notas autobiográficas "Setenta días en la Sierra del Gavilán. Memorias del tiempo de cólera" (C. Jiménez de Cisneros, 2003) son una muestra de su amor a la naturaleza, por la forma en que describe, pormenorizada y amorosamente, el paisaje que atraviesa. Igualmente en *Huércal-Overa...* y en *Por tierras de Murcia* habla de su costumbre de contemplar el cielo estrellado y fenómenos atmosféricos inusuales, como la aurora boreal.

De sus aficiones literarias, se ha dado cumplida cuenta en los trabajos presentados al Instituto Gil Albert hace ya más de diez años y en la selección de textos en vías de publicación bajo el título *Del fósil al verso. Ocios literarios de Daniel Jiménez de Cisneros* (Jiménez de Cisneros, en prensa). La tarea literaria es en él una afición que proviene de su gusto por la lectura desde su juventud. En sus memorias y artículos cita a numerosos autores españoles y extranjeros: Ercilla, Galdós, Clarín, Pereda, Campoamor, Victor Hugo, Julio Verne, W. Irving, Prescott, Manzoni, Ponson du Terrail, Marne Reyd... Y recuerda haber escrito versos y relatos, a veces en unión con otros compañeros o colegas, desde sus años de estudiante (Jiménez de Cisneros 1935h p. 72).

Ya de adolescente, redactaba poemas en los álbumes –que también ilustraba pictóricamente– y dedicatorias en los abanicos, siguiendo la tradición romántica. Siempre participó en la vida cultural y literaria de los distintos lugares en que residió, mediante sus publicaciones, la representación de sus piezas dramáticas, los premios literarios que lograba y su asistencia a tertulias y diversos eventos, como el III Centenario de la publicación del Quijote.

Cultivó todos los géneros literarios: el ensayo, en sus libros de memorias, sus artículos no científicos y su abundante epistolario; el género dramático, del que conservamos un drama histórico y un juguete cómico; la poesía, tanto lírica como festiva e incluso narrativa; y el cuento, del que tenemos numerosos ejemplos de diverso tono y estilo.

No podemos olvidar la importancia, no solo literaria, sino social, de sus artículos. Al margen de los de carácter científico publicados en revistas especializadas, Daniel Jiménez de Cisneros escribió también para el gran público numerosos artículos de prensa que fueron apareciendo en periódicos y revistas locales: *El Siglo Nuevo* y *La Luz* de Caravaca, *La Semana* de Elche, *El Noticiero del Lunes* de

Alicante y otros. Solían tratar temas generales con fines divulgativos; otras veces eran críticas de diversas publicaciones o de curiosidades; y en fin también encontramos sentidas notas necrológicas.

Destacan los artículos divulgativos, redactados con ánimo de paliar miedos y contrarrestar supersticiones; como buen científico y persona sensata, se mostraba contrario a todo tipo de supercherías, hipótesis pseudocientíficas y falsas creencias, las cuales criticaba en la prensa y siempre que había ocasión. Se conservan artículos de periódicos locales en los que explica a sus paisanos con un lenguaje muy asequible diversos fenómenos celestes, combatiendo así la inquietud y temor que normalmente habrían provocado entre la gente poco instruida. En otros artículos hace crítica de publicaciones científicas, poniendo de manifiesto su amplia cultura. He aquí algunos títulos significativos:

– Sobre temas generales: "Corrientes oceánicas", "El fuego", "Las supersticiones", "La locura del oro", "Sobre educación e instrucción", "Acerca de los males de España".

– Sobre temas científicos y culturales en relación con su entorno: "Jijona y sus alrededores", "Restos prehistóricos encontrados en la aldea de Archivel", "Sobre Moratalla", "Jaspes y mármoles (formación de las canteras inmediatas a Caravaca)", "Carta científica" (escrita a petición del director de un periódico para atenuar el miedo de sus paisanos a los terremotos), "Las orugas procesionarias en los pinos de Benalúa", "Algo de geología aplicada"...

– De crítica literaria: "Pantalasia", "De los muy notables yerros y descuidos que se advierten en diversa publicaciones", "A raíz de la muerte de Verne", "Crítica de una obra de Pacheco".

– Necrológicos: "Don José Sánchez Gómez", "A Antonio Blanc", "Homenaje al Abad Penalva".

A las aficiones literarias se unen las viajeras. En su narración "El Tesoro" nos habla, por boca del protagonista de su "sed ardiente de emprender largos viajes y seguir una carrera científica o literaria con entera independencia". En *Por tierras de Murcia*, dice que lamenta no haber aprovechado los estudios que hizo de Náutica, pues le habría permitido "viajar por todos los mares del Globo". El sólo viajó, becado por la Junta para Ampliación de Estudios, por Francia, Italia y Suiza. Sentía un gran afán por conocer y practicar idiomas extranjeros, que aprendía por su cuenta mediante ediciones bilingües de obras clásicas literarias, gramáticas y diccionarios, a fin de poder cartearse con sus colegas de otros países y poder comunicarse en sus viajes. Se conservan algunas tarjetas postales que lo ligan a la asociación esperantista de Murcia.

Este interés por las lenguas es muy amplio. Si en Asturias, la tierra de su esposa, aprendió el bable, en el que parece ser llegó a escribir alguna pieza literaria, aunque no conservamos muestras, los pastores y campesinos de ciertas comarcas de Alicante le enseñaron el valenciano, y de su región natal, Murcia, recogió el panocho. En este dialecto sí conservamos varias piezas literarias escritas por él, de las cuales la más importante es la titulada La leyenda de la barquilla, una versión en prosa de la leyenda caravaqueña sobre una mítica "cueva del agua" que desarrolla en su drama histórico en verso La cueva de la barquilla.

No podemos olvidar, finalmente, sus habilidades manuales, que le permitieron construir toda clase de muebles, en especial los armarios que utilizó para albergar su colección científica, reutilizando materiales de desecho o, como diríamos hoy, reciclando. Armarios, cajones y pequeñas vitrinas dan fe de la precisión y minuciosidad con que se aplicaba a estas tareas.

CONCLUSIÓN

La aproximación a las facetas más humanas e íntimas de un científico siempre parece interesante y ejemplar. No cabe duda de que, gracias a sus cualidades humanas y morales, Daniel Jiménez de Cisneros fue capaz de llevar a cabo su obra científica que hoy se estudia y se admira. Su constancia en el trabajo, su superación de las dificultades e incluso su sentido de la amistad resultan indispensables para comprender cómo consiguió culminar sus estudios y descubrimientos y reunir dos importantes colecciones científicas.

REFERENCIAS

Jiménez de Cisneros, C. (en prensa): *Del fósil al verso,* (Antología de la obra literaria de Daniel Jiménez de Cisneros).

Jiménez de Cisneros, C. (1990): "El impulso a las aficiones científicas en las novelas de Julio Verne", *Clon*, Revista del Seminario de Ciencias Naturales del I. B. "Virgen del Remedio", Alicante.

Jiménez de Cisneros, C. (Ed.) (2003): *Huércal-Overa hace sesenta años. Memorias de un niño y comentarios de un viejo.* Universidad de Alicante. Editorial Club Universitario. Alicante, 95 p.

Documentos y cartas del archivo familiar propiedad de Consuelo Jiménez de Cisneros.

Miguel Jiménez de Cisneros y Goicoechea, heredero, conservador y estudioso de la obra de su padre, Daniel Jiménez de Cisneros

C. Jiménez de Cisneros y Baudín

European School, Luxembourg. 23, Bd. Konrad Adenauer. L-1113, Luxembourg. cojicis@hotmail.com

ABSTRACT

Miguel Jiménez de Cisneros y Goicoechea (Alicante, 1910-1980) was the youngest son of Daniel Jiménez de Cisneros. He felt deeply tied to his father, as he had helped him since his youth with his teaching and scientific work, which is why, in his will, his father named him the only heir of his scientific collection and his library. He assumed the legacy as a sacred responsibility. He resumed the work that his father had begun, revising the scientific collection, which was out of order because of the Spanish Civil War, and putting it in order. He checked the inventory and wrote it out neatly, and made lists of the works and publications made by his father, and also of the specimens of the collection. He maintained his father's suscriptions to scientific magazines. He also maintained the bonds with scientific institutions and associations to which his father had belonged, and the personal relationship with colleagues and friends of his father's. He continued with his father's divulgative activity giving lectures and publishing notes and articles both in scientific bulletins and in non-specialized press. He took care of his father's library, papers and personal objects. He had his father's articles and writings bound, so that they could be better ordered and preserved, and had some interesting photographic sheets developed. He took many steps to maintain his father's figure and work alive, especially in 1963, centenary of his father's birth. At his request, the Town Hall of Alicante dedicated a street to his father in the district known as "El Plà" (Catedrático Daniel Jiménez de Cisneros Street). Thanks to his dedication, generosity and determination, the scientific work of Daniel Jiménez de Cisneros is still alive and still arouses the interest of scholars, which is something he always wanted. For all that he deserves a tribute, at least these lines in his memory.

Key words: *Miguel Jiménez de Cisneros, biography.*

INTRODUCCIÓN

Mi padre, Miguel Jiménez de Cisneros y Goicoechea (Alicante, 1910-1980), fue el hijo menor de Daniel Jiménez de Cisneros (Fig. 1). Siguiendo el ejemplo de su padre, también él redactó unas memorias que consisten en unos cuadernos manuscritos inéditos, ricos en evocaciones minuciosas e íntimas de su infancia y juventud, los cuales recogen además datos muy útiles para conocer mejor la trayectoria personal y profesional de Daniel Jiménez de Cisneros en Alicante, así como las peripecias familiares.

El hogar en el que mi padre vio la luz el 8 de septiembre de 1910 estaba situado en el número 38 de la calle Pérez Medina de Benalúa; de ahí procede su seudónimo "Benaluense", con el que firmara sus crónicas de historia local, "Alicante hace cien años" y "Alicante hace cincuenta años", publicadas en *Información* y *La Verdad*. Su amor filial le llevó a utilizar también el seudónimo "Daniave" (uniendo las sílabas iniciales de los nombres propios de sus padres: Daniel y Avelina) para firmar algunos de sus trabajos.

A pesar de tener otros intereses, según él confiesa en cartas y escritos diversos, estudió Derecho en Murcia a fin de no alejarse demasiado de sus padres, mayores y algo delicados de salud. Se licenció a los diecinueve años y se especializó en Derecho Penal, tema sobre el que publicó una serie considerable de artículos y comentarios.

Siendo el menor de los hermanos, él fue quien se ocupó de sus padres, con los que convivió hasta el fallecimiento de ambos. Se sentía profundamente unido a su padre, ya que había colaborado desde su juventud en sus trabajos docentes y científicos. Y éste lo consideraba a un tiempo hijo y discípulo, como consta en unos versos que le envía al frente, durante la guerra civil, acompañando un pliego de papel de escribir:

A mi buen hijo Miguel
le remito este papel
para que escriba enseguida,
porque sabe no le olvida
su padre y maestro, Daniel.

FIGURA 1. *Miguel Jiménez de Cisneros en diferentes épocas de su vida.*

En efecto, solo la guerra civil pudo separar a padre e hijo: el padre, a la sazón de 73 años de edad y con la salud precaria, le acompañó lo más lejos que pudo, hasta la estación de Gandía, en cuyo andén le despidió cuando, enrolado a la fuerza, marchaba al frente del Ebro.

Las cartas y el intercambio de textos literarios y científicos entre padre e hijo durante la guerra ponen de relieve, amén del profundo afecto que les unía, su comunidad de intereses y afanes así como la lucidez mental y la fuerza vital de Daniel Jiménez de Cisneros a tan avanzada edad.

Siendo las aficiones literarias una tradición familiar, Miguel Jiménez de Cisneros mostró desde su niñez gran facilidad para recitar y versificar. De su época de juventud data un emotivo poema dedicado a su padre, del que reproduzco esta estrofa:

> En los más nimios actos de mi vida,
> seguro, firme y bien he de marchar,
> pues su recuerdo nunca se me olvida
> y me sirve de ejemplo en el obrar.

Tuvo gran empeño en que no fuera olvidada la obra ni la figura de su padre. Sabemos que fue él quien lo atendió en sus últimos momentos y se ocupó de sus honras fúnebres. En su testamento ante notario, su padre lo nombró heredero único de su colección científica y su biblioteca. El asumió ese legado como una sagrada responsabilidad. A los tres días del fallecimiento de su progenitor, según consta en sus notas personales, se puso a trabajar en la colección, desordenada a causa de la guerra civil, continuando la labor de revisión y reordenación que su padre le había encomendado.

Conservó las suscripciones de su padre a revistas científicas, en las que él también colaboró esporádicamente, así como lo hacía en la prensa local y nacional, mediante entrevistas y artículos en los cuales mostraba su gran erudición, comentando y a veces corrigiendo las alusiones u omisiones que se hicieran sobre su padre. Mantuvo el vínculo con instituciones y asociaciones científicas a las que su padre había pertenecido y la relación personal con colegas y amigos de su padre. Cuando yo fui destinada a París en 1979, me envió una breve lista de científicos y profesores franceses conocidos de su padre con cuyas familias había mantenido contacto (en esta lista, figuraba con especial relieve la familia del profesor Paul Fallot, de Nancy).

Prosiguió la actividad de su padre en uno de los aspectos que más acercan los científicos al pueblo: la divulgación, que su padre había realizado mediante conferencias y artículos

en la prensa no especializada, tareas a las que él también dedicó su esfuerzo desinteresado.

Su preocupación por la colección científica particular fue constante. Empleó muchas horas en la comprobación y puesta en limpio del inventario, descifrando fichas casi ilegibles por el tiempo y realizando listados, hoy día valiosísimos, de los trabajos y publicaciones de su padre, así como de los ejemplares de la colección. De su trabajo infatigable fui yo testigo de excepción, pues compartíamos, con la mayor armonía, la misma habitación que nos servía de estudio en la casa familiar y la misma máquina de escribir.

Pese a las dificultades económicas que sufrió debido a su generosidad y a su extremado sentido de la responsabilidad familiar, nunca vendió la colección ni una sola pieza de la misma, a pesar de haber recibido ofertas de compra, como me consta. Cuidó de la biblioteca, los papeles y los objetos personales de su padre con filial devoción. Encargó encuadernaciones de artículos y trabajos de su padre, para su mejor ordenación y conservación, entre ellos, el libro cuyo facsímil se ha reproducido en el simposio, *Datos para el estudio de la Geología del partido judicial de Caravaca*, así como una recopilación de artículos que ha sido tan solicitada que se han tenido que hacer fotocopias para poder atender todas las demandas. Igualmente se ocupó del revelado de algunas placas fotográficas de interés.

Hizo múltiples gestiones para mantener viva la figura y la obra de su padre, como muestra el intercambio epistolar con distintas personalidades para organizar, en 1963, una celebración del centenario del nacimiento de su padre. Destaca, entre esta correspondencia, una carta de Oscar Esplá en la que el ilustre músico rememora una excursión geológica con Daniel Jiménez de Cisneros. A instancias de mi padre, el Ayuntamiento de Alicante dedicó una calle al suyo en el barrio del Plà (Calle Catedrático Daniel Jiménez de Cisneros).

Si no logró culminar su sueño de publicar una biografía definitiva de su padre con relación exhaustiva de todos sus trabajos, fue debido a una penosísima circunstancia familiar que no cabe mencionar aquí. Pero reunió todos los datos y toda la documentación que le fue posible.

Por mi condición de primogénita y por las afinidades que nos unían, decidió confiarme en vida sus escritos personales y la obra literaria de su padre, mi abuelo, gracias a lo cual he podido encargarme de su estudio y publicación.

Su dedicación, su generosidad y su tesón han permitido que la obra científica de Daniel Jiménez de Cisneros siga viva y suscitando el interés de los estudiosos, que es lo que él siempre quiso. Por eso merece un recuerdo, aunque solo sea a través de estas líneas.

Acerca de los sismos de 21 de marzo y 3 de abril de 1911 en la región de Alicante y Murcia

C. Martín Escorza

Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, José Gutiérrez Abascal, 2, 28006 Madrid. escorza@mncn.csic.es

ABSTRACT

On the March 21st 1911 occurred an earthquake with a VIII intensity that affected to the Alicante and Murcia regions. Also in nearby dates to the spring equinox there were previous earthquakes in the same regions: March 23rd 1748, with IX intensity; and on March 21st 1829, with X intensity. This important three earthquakes in the same zone, to 81 and 72 years respectively, they have that double temporary chance (seasonality and interval of occurrence years), without because of this they could be extracted more conclusions.

Key words: *earthquake seasonality, Mediterranean area.*

INTRODUCCIÓN

Hasta que quedó establecida una información sistemática sobre los sismos que ocurrían en España, la 'red' de profesores y científicos que componían la Real Sociedad española de Historia Natural se extendía por todos los lugares de la península, y ellos fueron una importante fuente que hubo con información acerca de la ocurrencia de terremotos y de los fenómenos derivados en relación con esos sucesos geodinámicos. El medio por el que dieron a conocer estas noticias fue a través de los Anales y del Boletín (BRSEHN) donde han quedado constancia de los mismos hasta la década de los años 1960, en un número que está en correlación directa con el de terremotos que sucedían, siendo las más activas y por tanto con más notas referentes a los mismos, las dos décadas de 1901 a 1920 (Martín Escorza, 1998).

Un socio de la RSEHN era Daniel Jiménez de Cisneros (DJC) quien en 1907 se encontraba dando clases en el Instituto de Alicante del que era Catedrático de Historia Natural y, según consta en los listados de las Actas del BRSEHN, tenía su domicilio personal en la calle Medina nº 38. Residiendo en Alicante, DJC fue testigo directo de algunos terremotos y de ellos nos ha dejado algunos testimonios a través de las notas en el BRSEHN son los correspondientes a las siguientes fechas: 23 de enero de 1907; 20-21 de febrero de 1909; y 21 de marzo a 3 de abril de 1911.

SISMOS DE 21 DE MARZO DE 1911 Y 3 DE ABRIL DE 1911

La predicción de un sismo a fecha concreta es una línea de investigación abierta desde hace décadas y aunque en algunos lugares, como por ejemplo California, se destinan considerables fondos y recursos para llegar a un resultado algo fiable siquiera en la zona, lo cierto es que esta línea de investigación se encuentra en un estado muy incipiente. Todavía no se ha alcanzado un nivel que permita vislumbrar siquiera un camino a seguir, siendo sencillamente imposible mediante las técnicas hoy conocidas (Jorge, 2002). Solamente cabe desarrollar estudios estadísticos que permitan aproximarse a conocer el riesgo de una zona, como por ejemplo se hace mediante el Análisis Probabilístico de Peligrosidad Sísmica (APPS) desarrollado en los últimos veinte años (Mézcua Rodríguez, 2002) y combatir dicho riesgo por la introducción de diseños constructivos adecuados que mitiguen los daños (Martín Martín, 2002).

Así que después del sismo de febrero de 1909 a partir del cual se generó tanto temor, inquietud y polémica en Alicante, principalmente activada por la frase de Marchand que se dio o interpretó como predicción de la proximidad de una ocurrencia sísmica, no deja de tener curiosidad el hecho de que en 1911, dos años después, ocurriera un sismo de gran importancia en la región alicantina y murciana precisamente el día del equinoccio de primavera, esta vez sí con tintes realmente dramáticos

En efecto, según la noticia dada por DJC a la RSEHN en sus Sesiones de 5 de abril y de 3 de mayo de 1911 (Jiménez de Cisneros, 1911f y g) los datos recogidos en Lorquí (Murcia) indicaban que se habían producido varios temblores de tierra desde el 21 de marzo de ese año y desde entonces sus habitantes habían sentido varios hasta que el 3 de abril llegó el de mayor intensidad, viendo entonces arruinarse su iglesia, muchas de sus casas y agrietarse sus calles.

Estos sucesos están catalogados como intensidad VIII, el primero como sucedido el 21 de marzo de 1911 con epicentro en Cotillas (Murcia) que estuvo acompañado por las subsecuentes réplicas, y el segundo con epicentro en Lorquí el día 3 de abril de 1911 (Mézcua Rodríguez y Martínez

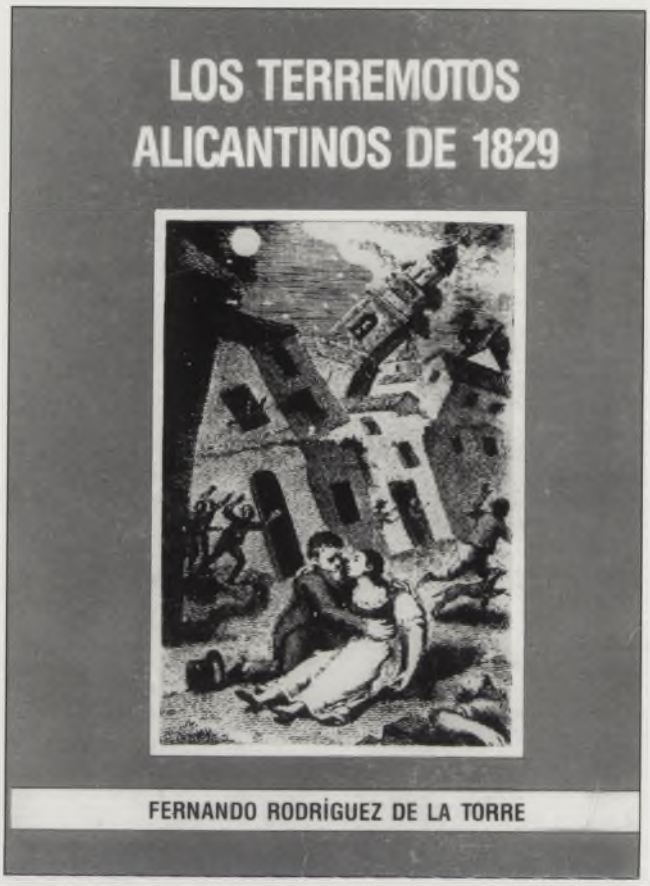
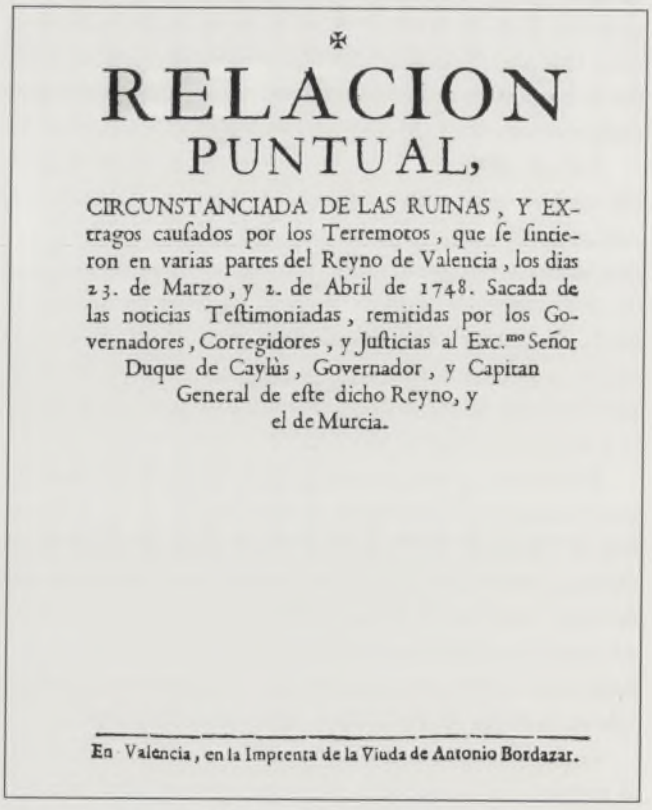


FIGURA 1. *Portada del libro de F. Rodríguez de la Torre, acerca del terremoto de 21 de marzo de 1829 (1984).*


✠

RELACION
PUNTUAL,

CIRCUNSTANCIADA DE LAS RUINAS, Y EXtragos cauſados por los Terremotos, que ſe ſintieron en varias partes del Reyno de Valencia, los dias 23. de Marzo, y 2. de Abril de 1748. Sacada de las noticias Teſtimoniadas, remitidas por los Governadores, Corregidores, y Juſticias al Exc.mo Señor Duque de Caylùs, Governador, y Capitan General de eſte dicho Reyno, y el de Murcia.

En Valencia, en la Imprenta de la Viuda de Antonio Bordazar.

FIGURA 2. *Portada del libro facsímil de la relación de daños causados por el terremoto de 23 de mayo de 1748, publicado por Esteban Félix Carrasco en Valencia en ese mismo año de 1748.*

Solares, 1983). Sus efectos generales más importantes están descritos en Galbis Rodríguez (1932): en Cotillas la caída de varias casas de campo y daños en el Palacio del Duque de Pastrana; en Alguazas derrumbamientos de tres casas, daños en las paredes de la iglesia y caídas de chimeneas; en Campos la iglesia se derrumbó; y en Ceutí se vino abajo la escuela.

El de 3 de abril se sintió en Alicante a las 14:30 horas con una intensidad de III a IV y con una duración de cuatro segundos (Jiménez de Cisneros, 1911f; Sánchez-Navarro Neumann, 1920).

Las fechas en que sucedieron estos dos sismos ambos con una intensidad de VIII trae al recuerdo el ocurrido también el 21 de marzo pero del año 1829 con epicentro en la cercana Torrevieja que llegó a tener una intensidad de X (Mézcua Rodríguez y Martínez Solares, 1983; Fig. 1) y que dio numerosas réplicas hasta el mes de junio de ese mismo año. Y también al que tuvo su epicentro en Enguera (Valencia) a unos 70 km al Norte de Alicante, el día 23 de marzo de 1748 con una intensidad de IX (*op. Cit.*; Fig. 2). Todo ellos reforzarían la aparente casualidad de ocurrencia en esta zona de sismos con indudable importancia alrededor del equinoccio de primavera, un fenómeno casual ya señalado para esta misma zona por Martín Escorza (1984) y para la de San Francisco de California por McClellan (1984).

Los temblores de esta región tienen su origen en la actividad sísmica que con un período de retorno de unos 100 años (García-Fernández *et al.*, 1989) derivan de la existencia de una importante falla, o de una banda de fallas, activas que con dirección SW a NE se extiende desde Huercal-Overa y Lorca hasta Denia y Javea, con ramificaciones transversales de menor longitud. Un accidente geotectónico ya señalado por Rey Pastor (1927).

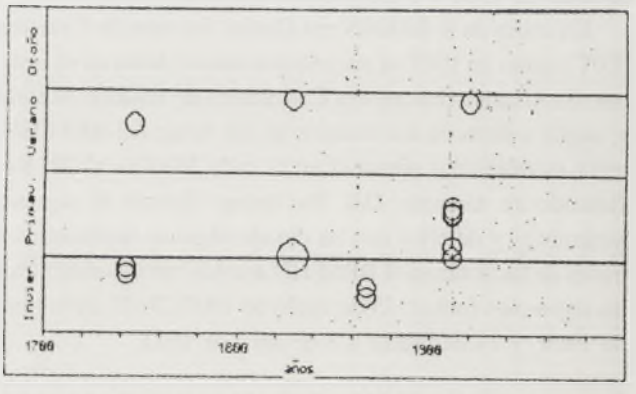


FIGURA 3. *Representación de los 272 sismos con intensidad mayor a IV ocurridos hasta 1983 en la región murciana alicantina, enfrentando la fecha de ocurrencia con la proximidad a los equinoccios y solsticios (líneas horizontales). El círculo mayor es el de mayor intensidad (X) ocurrido el 21 de marzo de 1829; los círculos menores representan los de intensidad VIII o IX; y por puntos los de entre IV y VII, ambos incluidos (según, Martín Escorza, 1984).*

CONCLUSIONES

En esta zona se han producido al menos tres sismos de cierta importancia (igual o mayores a una intensidad de VIII) que con separación de unos 80 años han ocurrido en fechas muy próximas a las equinocciales de primavera (Fig. 3).

Con ello no se puede concluir que halla un cierto régimen de estacionalidad como ha sido posible detectarlo en otras regiones, pero si que se puede tener en cuenta este factor astronómico para iniciar una exploración estadística en esa línea que ayude a conocer mejor el mecanismo del que dependen. Desde luego nada de esto puede conducir a una predicción del todo imposible incluso aunque dicho régimen se confirmase.

REFERENCIAS

Galbis Rodríguez, (1932): *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5° E y 20° W de Greenwich y los paralelos 45° y 25° N.* T. I. Instituto Geográfico, Catastral. Madrid.

García-Fernández, M.; Jiménez, M. J. y Kijko, A. (1989): Seismic hazard parameters estimation in Spain fron historical and instrumental catalogues. *Tectonophysiscs*, 167: 245-251.

Jorge, J. (2002): Teledetección y riesgos naturales. En: *Riesgos naturales*. F. J. Ayala-Carcedo y J. Olcina Cantos, eds.). Ariel Edit. 195-210.

Martín Escorza, C. (1984): Factor de estacionalidad en los sismos de algunas fallas activas en el SE de la península Ibérica. En: *El borde mediterráneo español: evolución del erógeno bético y geodinámica de las depresiones neógenas*. J. López Ruiz (coord.). Granada. 132-134.

Martín Escorza, C. (1998): Los sucesos naturales y extraordinarios en los *Anales* y el *Boletín* de la Real Sociedad española de Historia Natural. *Memorias de la Sociedad española de Historia Natural*, T. I, 2ª ep.: 237-249.

Martín Martín, A. J. (2002): Elementos de vulnerabilidad sísmica y de diseño sismorresistente. En: *Riesgos naturales*. F. J. Ayala-Carcedo y J. Olcina Cantos, eds.). Ariel Edit. 313-328.

McClellan, P. H. (1984): Earthquake seasonality before the 1906 San Francisco earthquake. *Nature*, 307: 153-156.

Mézcua Rodríguez, J. (2002): Peligrosidad sísmica. En: *Riesgos naturales*. F. J. Ayala-Carcedo y J. Olcina Cantos, eds.). Ariel Edit. 329-339.

Mézcua Rodríguez, J. y Martínez Solares, J. M. (1983): *Sismicidad del área Ibero Magrebí*. Instituto Geográfico Nacional.

Rey Pastor, A. (1927): *Traits sismiques de la péninsule Ibérique*. Instituto Geográfico y Catastral.

Sánchez-Navarro Neumann, M. M. (1920): Lista de terremotos más notables sentidos en la península Ibérica. En: *Memorias y Trabajos de La Cartuja*, 11-55.

Adquisición de un esqueleto de ballena por el MNCN en 1895-1896

C. Martín Escorza

Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, José Gutiérrez Abascal, 2, 28006 Madrid. escorza@mncn.csic.es

ABSTRACT

In the Archive of the National Museum of Natural Sciences (MNCN) of Madrid are preserved six letters written by the hand of Daniel Jiménez de Cisneros. By means of them can be reconstructed the acquisition by the MNCN of whale bones of a carcase found on a beach 4 km of Gijón on the Asturian coast in the autumn of 1895. Jiménez de Cisneros was interested by the whale so that bones would be acquired by the MNCN. For this he sent letters to the Director and maintained meetings with the fishermen that they had captured the whale. In the wake of all these negotiations, in January of 1896, a total of 167 whale bones arrived in railway to the MNCN of Madrid. This new material had to produce preoccupations to the MNCN, since then were found in a critical situation, without a building where to accept its valuable inheritance. All these pieces are found in facilities of the CSIC the waiting of the fact that a specialist mount all, in order to their exhibition in the Expositions Room of the MNCN.

***Key words**: Whale bones, Daniel Jiménez de Cisneros, Museum.*

INTRODUCCIÓN

Daniel Jiménez de Cisneros (DJC) se hallaba de profesor en el Instituto "Jovellanos" de Gijón durante el curso 1895-1896. Tanto este centro como su domicilio familiar (C/ Santa Lucía, 4) estaban en las cercanías del puerto, así que sus aficiones a la fauna marina pudo satisfacerlas con cierta facilidad e informarse de algunas noticias de interés que le suministraban los pescadores.

Como así ocurrió cuando, según nos refiere (Jiménez de Cisneros, 1896), el 11 de octubre de 1895 los tripulantes del vapor de pesca "Sultán" con base en Gijón, avistaron la presencia de un cetáceo muerto cuando se encontraban a unas 15 millas al NW del puerto y decidieron remolcarlo hasta Gijón, adonde llegaron a media tarde. DJC se enteró de ello ese mismo día, "momentos antes de entrar en clase" así que partió de inmediato al puerto aunque no pudo llegar a ver el ejemplar pues las autoridades habían decidido que se depositase en la boya de Torres y el siguiente día a la playa de Salmoriera, a unos 2 km al E, adonde llegaron el día 12 de octubre. Allí es donde se dirigió DJC acompañado por el Director del Instituto (Sr. Castillo) y de los profesores García Molina, del Instituto, y González López, de la Escuela de Artes y Oficios. En ese día también fueron a la misma playa muchos vecinos de Gijón a los que la observación de la ballena les había despertado su curiosidad. El mismo DJC se acercó al ejemplar para tomar algunas medidas que fueron: 22 m de longitud y 4 m entre los extremos de las alas de cola. El ejemplar era una hembra, de color 'negro intenso', menos en el vientre que lo era 'blanco sonrosado', con color rojo vivo en los pliegues abdominales.

Ante este hecho singular escribió a Madrid al Director del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) en Madrid, proponiéndole su adquisición, movido quizás por la seguridad de que pudiera ser la única institución que tendría recursos y espacio para aceptarlo. Pero, el mismo hecho de proponer la oferta anuncia lo lejos que debía estar DJC de cómo estaba la situación en el Museo, ya que precisamente entonces se encontraba sumido en la que se puede considerar como la mayor de sus crisis.

LA RECUPERACIÓN DEL MATERIAL

Hasta Noviembre los pescadores estuvieron el playa de Salmoriera recuperando todos los componentes del ejemplar, y lo hicieron a veces con enormes dificultades y siempre sin el material adecuado para estas complicadas tareas. En primer lugar quitaron la grasa y tejidos y finalmente les llegó el turno a los huesos que inmediatamente fueron retirados a un lugar algo alejado de la misma playa, lo cual hizo posible que se salvaran del fortísimo temporal que por esas fechas se levantó en la zona.

DJC se lamenta de que el despiece de los huesos no se hubiera realizado con la precaución de ir numerando las piezas según su orden, lo que hubiera ayudado a su posterior recolocación.

En Noviembre todos los huesos se encontraban ya recuperados, menos el cráneo que no se movió de la playa hasta

el mismo día en que se traslado directamente a la estación de ferrocarril en el mes de Enero de 1896.

LA ADQUISICIÓN DE LA BALLENA

En el Archivo del MNCN (AMNCN) están depositadas seis cartas firmadas por DJC dirigidas a Miguel Maisterra, entonces Director del MCNC, fechadas desde Gijón los días: 6 noviembre de 1895 (Doc. 1); 20 de noviembre de 1895 (Doc. 2); 14 de diciembre de 1895 (Doc. 3); 20 de diciembre de 1895 (Doc. 4); 4 de enero de 1896 (Doc. 7); 22 de marzo de 1896 (Doc. 8). Todas son manuscritas, a tinta.

Para el 5 de noviembre de 1895 DJC ya debía haber escrito una primera carta a Maisterra y recibido contestación de este al respecto interesándose por el asunto pues en ese día hubo una reunión en su casa con los propietarios (como propietarios de los restos del cetáceo se declararon todos los tripulantes del "Sultán" y sus dueños) quienes le expusieron que deseaban percibir 2.500 pts. por el esqueleto de la ballena. Este era el mismo precio que habían dado a algunas Universidades (¿Granada, Sevilla?) que se habían mostrado interesadas en la compra. En esa reunión decidieron que, puesto que DJC les había ayudado, el costo para el MNCN sería rebajado a 2.000 pts.

Durante una nueva reunión, que DJC nos refiere en su carta de 20 de noviembre, ofertó en nombre del MNCN la cantidad máxima de 800 pts., frente a la de 1.500 pts. que pedían entonces los propietarios, quienes le mostraron cartas que habían recibido de Granada y Sevilla (¿universidades?) interesándose por la compra de piezas sueltas. El regateo debió continuar defendiendo cada parte sus posiciones hasta que DJC llegó a establecer un acuerdo basado en las siguientes específicas condiciones:

1.- Se abonaría a los pescadores la cantidad máxima de 1.000 Pts. (cifra que es el máximo que Maisterra había puesto a la compra). 2.- Si alguno de los huesos se estropeaba o perdía se harían los oportunos descuentos. 3.- El transporte de los huesos a la estación correría a cargo de los propietarios, condición que DJC establecía como 'sine qua non' ya que se encontraban a más de 4 km de la estación de Gijón. 4.- Caso de que los ferrocarriles se negaran al embarque 'por causa del mal olor, etc.', los gastos de almacén o nuevo transporte correría asimismo a cargo de los propietarios. 5.- Se extendería un recibo firmado por lo menos 'por seis de los dueños a nombre del Museo de Madrid'. 6.- Además del esqueleto, se incluirán las barbas y cualquier otro resto 'digno de estudio', muestra de aceites y grasas, etc.

Con fecha 14 de diciembre anuncia a Maisterra que ya se había llegado a un acuerdo según las condiciones antes mencionadas por lo que el MNCN, además de las 1.000 pts., sólo tendría el gasto del transporte de los huesos en el ferrocarril hasta Madrid. También como acuerdo adicional se convino que los propietarios recibirían el pago en el 'acto mismo del embarque' en el ferrocarril. Para el transporte Maisterra le habría sugerido que los huesos de gran tamaño se dispusieran en fardos, los más pequeños 'falanges sueltas, upsilóides, temporales, representantes de las extremidades abdominales, etc.' los metiera en cajones.

El 20 de diciembre DJC le contesta acusando recibo de 'la letra del Banco de España' por valor de 1.000 pts. para la compra del esqueleto de ballena. Y en esa misma fecha escribe a Maisterra comunicándoles su intención de que los huesos de mayor peso se metieran en un vagón 'cerrado y sellado' y de que el envío saliera hacia Madrid lo antes posible para evitar los retrasos que se podrían producir por la llegada de nevadas que imposibilitaran el paso del ferrocarril por el Puerto de Pajares.

Pero todos esos planes no se llegaron a cumplir exactamente, según nueva carta ya de fecha 4 de enero de 1896, ya que hubo que sortear algunas 'dificultades y contratiempos' motivos por los que hasta el día 2 de enero no pudo llevar el esqueleto a la estación de ferrocarril de Gijón. Y tampoco pudo hacerse en un vagón cerrado, pues 'el cráneo no podía entrar' así que tuvo que ir transportado en un vagón abierto, aunque fue 'cubierto con un toldo y bien atado'. Finalmente el día 2 de enero, el material fue facturado como un 'vagón de huesos' ya que así pagó la tarifa más económica, e inició su viaje con destino a Madrid, 'recomendado' a los Jefes de Estación e Inspectores de la línea' para que lo vigilaran a lo largo del trayecto.

Una vez realizado el pago los propietarios no le entregaron el recibo, por lo que esperó dos días para depositar la carta en correos, pero como la demora se prolongaba optó por enviar la carta para evitar que llegara a Madrid después de que lo hubieran hecho los huesos. Esa espera le supuso pagar, esta vez adelantado de su propio dinero, las ocho pesetas que costó la vigilancia del vagón en la Estación durantes esos dos días.

Todavía hubo una sexta carta a Maisterra, la de fecha 22 de marzo de 1896, en la que DJC le anuncia que el 'trozo de las barbas, los frascos de grasa y aceite y un trocito de epidermis' que aun faltaban por enviar al MNCN se lo haría llegar por medio de D. Eduardo Alcobé y Cuevas, compañero del Instituto 'Jovellanos' y que en próximos días viajaría a Madrid. Además de ese material le llevaría el recibo del pago de las 1.000 pts. que iba firmado por todos los dueños de la ballena.

El número de piezas de que constaba el esqueleto lo conocemos por dos documentos anexos (Doc. 5 y 6, AMNCN), fechados el 2 de enero de 1896. Son dos papeles de 11 x 13 cm., rayados, ambos con dos de sus cuatro bordes ondulados que advierten claramente provenir de otro mayor que hubiera sido rasgado por esos lados. Los dos documentos son manuscritos y están firmados por Bonifacio Somonte que quizá fuera uno de los propietarios del cetáceo como uno de los dueños del "Sultán", a quien DJC menciona (Jiménez de Cisneros (1896, pie de página nº 1).

Las piezas fueron llevadas repartidas en cuatro carros, dos a cargo del carretero Manuel Medina y otros dos al

de Manuel Amado. Las piezas estaban distribuidas de la siguiente manera y número:

1 carro, con 41 piezas de costillas y otras

1 carro, con 26 piezas 'de las grandes'

1 carro, con una pieza de parte superior de la mandíbula

1 carro, con una caja que contenía: 79 piezas

18 piezas 'de las grandes'

2 piezas de mandíbula inferior.

Así que en total el envío constaba de 167 piezas, con un peso total de 2 toneladas y media.

El MNCN EN 1895-1896

En agosto de 1895 se había promulgado un Real Decreto por el que se ordenaba al MNCN que se trasladara de sus locales en la calle Alcalá (en el segundo piso de la actual Real Academia de Bellas Artes de San Fernando) al "Palacio de Museos y Bibliotecas" del Paseo de Recoletos, donde actualmente se hallan la Biblioteca y el Arqueológico nacionales. Y todavía más apremiante fue el siguiente R.D. de septiembre de ese mismo año en que para dicho traslado se daba un plazo de cuarenta y ocho horas (Barreiro, 1992). Ante esa Orden de apremio nada sirvieron los lamentos que llegaron incluso hasta de forma directa al Presidente del Consejo de Ministros (Antonio Cánovas del Castillo) y que hicieran personalidades y científicos, como la de Ramón y Cajal que se puede tomar como emblemática, ni instituciones que ya tenían ganado merecido prestigio, como la Sociedad Española de Historia Natural.

Así que seguramente cabe deducir que DJC desde Gijón ignoraba todo este problema o conociéndolo (lo pudo hacer a través de lo publicado en las Actas de la SEHN) no lo consideró impedimento para que, en esas semanas de zozobra para el MNCN, proponerle la adquisición del esqueleto de ¡una ballena!.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA 'BALLENA'

Por ahora no disponemos de más información documentada referente a estos huesos. Sabemos que cuando en 1910 se efectuó el traslado del MNCN a las instalaciones que ahora ocupa, estos huesos se colocaron en armarios ubicados en una sala del interior del centro, que desde entonces tomaría el nombre de "Sala de la Ballena", y que después también albergó al Dinosaurio.

En 1981 hubo una importante remodelación de esa zona y unas obras mediante las cuales desaparición dicha sala y se construyó en su lugar unas nuevas instalaciones en forma de cilindro. En la actualidad estas piezas se guardan adecuadamente en instalaciones del CSIC junto con otras de otras cetáceos, todas ellas a la espera de que algún especialista intente con éxito ensamblarlas adecuadamente para su montaje y exposición.

AGRADECIMIENTOS

A Juana Montes, Carmen y a Manuel del Archivo del MNCN. A la Dra. Josefina Barreiro, Conservadora del MNCN.

REFERENCIAS

AMNCN.- *Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales*. CSIC. Documentos Signatura: CN 0261/024.

Barreiro, A. J. (1992): *El Museo Nacional de Ciencias Naturales. (1771-1935)*. Edit. Doce Calles.

Calderón, S. (1895) Acerca del decreto recientemente publicado. *Anales de la Sociedad española de Historia Natural. Actas,* 24: 160-161.

Jiménez de Cisneros, D. (1896): Noticia acerca de un balenoptérido encontrado y remolcado por el vapor "Sultán" en aguas de Gijón. *Anales de la Sociedad española de Historia Natural. Actas, 25: 145-148.*

Curiosidades textuales y gráficas en cartas de Daniel Jiménez de Cisneros de 1895 y 1896

C. Martín Escorza

Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, José Gutiérrez Abascal, 28006 Madrid. escorza@mncn.csic.es

ABSTRACT

In the Archive of the National Museum of Natural Sciences, Madrid, there are six letters of the own hand written of D. Jiménez de Cisneros. Some of they incorporate the heraldic shield of the Institute Jovellanos, Gijón, from where they were written. The analysis of some calligraphic features permits to observe variations in the signature of the author, in the head-board of their letters and in the relationship that these have mutually.

Key words: *calligraphic features, signature variations.*

INTRODUCCIÓN

En el Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales (AMNCN), en Madrid, se guardan al menos seis cartas manuscritas de Daniel Jiménez de Cisneros (DJC) dirigidas entre 1895 y 1896 al entonces Director de este centro con motivo de la adquisición de un esqueleto de ballena (Martín Escorza, 2005). Este material además de los datos que han permitido reconstruir los acontecimientos principales que se dieron para conseguir dicha adquisición, contienen abundantes grafismos que permiten establecer una tabla de curiosidades en cuanto a los hábitos textuales y gráficos de su autor. Además y puesto que se refieren a una correspondencia que transcurre en varios meses es posible observar algunas variaciones para esos elementos.

Las seis cartas firmadas por DJC dirigidas a Miguel Maisterra, entonces Director del MCNC, están fechadas desde Gijón los días: 6 noviembre de 1895 (Doc. 1); 20 de noviembre de 1895 (Doc. 2); 14 de diciembre de 1895 (Doc. 3); 20 de diciembre de 1895 (Doc. 4); 4 de enero de 1896 (Doc. 7); 22 de marzo de 1896 (Doc. 8). Todas son manuscritas.

ESCUDO DEL INSTITUTO JOVELLANOS, GIJÓN

En dos de sus cartas DJC utiliza papel timbrado del Instituto Jovellanos en donde impartía clases. Este instituto fue fundado en 1794 por Gaspar Melchor de Jovellanos (1744-1811) con el nombre de Real Instituto Asturiano de Náutica y Mineralogía, con el objeto de formar pilotos y mineros y fomentar con ello el comercio del carbón. El edificio donde se albergó dicho centro pertenecía al hermano de Gaspar Melchor, Francisco de Paula Jovellanos (1743-1798), Capitán de Navío, quien fue su primer Director y que había donado el edificio para esa noble causa. (Fig. 1).

En la orla superior lleva el lema de esa institución *Quid verum, quid utile*, que traducida al castellano es: "A la verdad y a la utilidad pública".

FIRMA DE D. JIMÉNEZ DE CISNEROS

Una grafía significativa es la firma que viene siendo considerada en todas las épocas como original de cada persona, en cierto sentido reveladora de la personalidad del firmante. En la firma de DJC en estas cartas se observa un patrón común, pero con sensibles variaciones en el tiempo.

La variación más significativa se encuentra precisamente en la primera de estas cartas, fechada el 6 de noviembre de 1895, en la que la palabra Cisneros se encuentra partida en distintas líneas, muy en contra de lo que es habito general, es decir la de conservar toda la firma en una misma y única línea, (Fig. 2).

Otra partición de la firma la hace en su carta fechada el 14 de diciembre de 1895, en donde no parte la palabra Cisneros pero si que la separa por completo del resto de la firma.

Al tratar las características de la firma, o de las firmas, de DJC hay que mencionar otra curiosidad y es que en ninguno de los seis casos a que nos estamos refiriendo coloca la tilde sobre la "e" acentuada de Jiménez. Que este es un rasgo exclusivo de su firma lo avala el hecho observado de que en todas estas cartas acentúa correctísimamente todas las palabras.

Al observar estas curiosidades aisladamente entre sí se puede valorar como correspondientes a un grado de variación propio del capricho y del azar, y así nos parecen. Pero no dejar de tener un relevante grado de coincidencia y casualidad el hecho que se manifiesta en la Tabla I, donde ordenadas en su cronología se expone la presencia en una misma carta de tres rasgos: la utilización o no de un papel

TABLA I

Fecha	Utiliza papel con escudo del Instituto Jovellanos	Antepone la palabra "Gijón" a la fecha en la cabecera	La firma está seguida en una sola línea
6 de Noviembre, 1895	Sí	No	No
20 de Noviembre, 1895	No	Sí	Sí
14 de Diciembre, 1895	Sí	No	No
20 de Diciembre, 1895	No	Sí	Sí
4 de Enero, 1896	No	Sí	Sí
22 de Marzo, 1896	No	Sí	Sí

FIGURA 1. *Escudo del Instituto Jovellanos, Gijón.*

timbrado con el escudo del Instituto Jovellanos; la presencia o no del nombre de Gijón en la cabecera de las cartas, antes de la fecha; y la firma escrita completa o partida.

El resultado es notable: hay una dependencia entre las tres variables. Es decir, si utiliza papel timbrado, no coloca la palabra Gijón en la fecha y la firma, que se halla dos o más páginas manuscritas después, está partida en dos líneas; si no utiliza papel timbrado, antepone la palabra Gijón a la fecha y la firma se encuentra en una sola línea, como es hábito general en la mayoría de la población.

¿Una suma de casualidades? Así cabe interpretarlo, aunque la probabilidad de las mismas sea muy pequeña.

CONCLUSIONES

En fin, a través de este muestrario de curiosidades señaladas sobre la escritura de Daniel Jiménez de Cisneros entre 1895 y 1896, cuando estaba de profesor en el Instituto Jovellanos de Gijón, queremos hacer ver como es posible diferenciar algunas tendencias y rasgos propios puestos en evidencia por medio de este valioso fondo documental guardado ahora ya a través de más de un siglo. Probablemente el ahondamiento en la interpretación de estas singularidades podrá permitir conocer algunos detalles de la personalidad de este científico naturalista español.

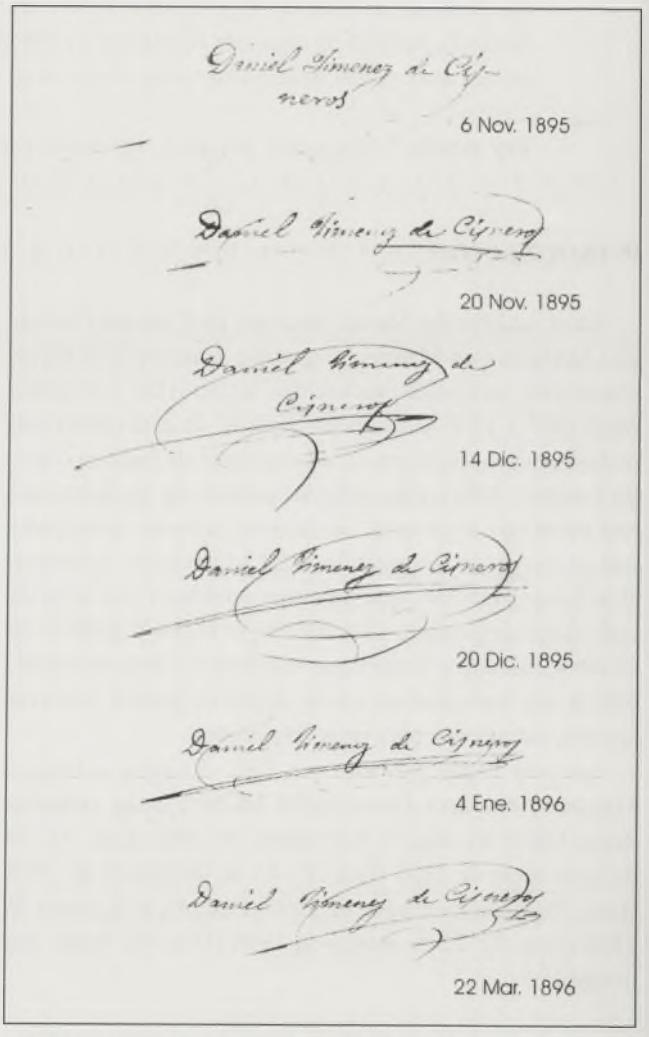


FIGURA 2. *Variaciones en las firmas de D. Jiménez de Cisneros en las seis cartas del AMNCN, según las fechas en que fueron escritas las cartas que las contienen.*

REFERENCIAS

AMNCN.- *Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales*. CSIC. Documentos Signatura: CN 0261/024

Martín Escorza, C. (2005): Adquisición de un esqueleto de ballena por el Museo Nacional de Ciencias Naturales en 1895-1896. *Geo-Temas*.

El sismo de 21 de febrero de 1909 en Crevillente (Alicante)

C. Martín Escorza

Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, José Gutiérrez Abascal, 2, 28006 Madrid. escorza@mncn.csic.es

ABSTRACT

Daniel Jiménez de Cisneros obtained on the area a valuable information on how the Alicante region was affected the by the February 21st 1909 earthquake. This earthquake had wide repercussion in the population that was felt alarmed by the publication in a local newspaper warning on an earthquake risk for the nearby dates to the next spring equinox. Before this improper news the panic awoke in the population and, though there were replies and calls to the normality on the part of many intellectual and technical, the degree of dread was such that a lot of people slept far from their houses in those days.

Key words: *earthquake, panic in the population.*

INTRODUCCIÓN

Este sismo se registró instrumentalmente en el Observatorio de La Cartuja, Granada, y según el resultado publicado por Andréu (1909, en: Sánchez-Navarro Neumann, 1910) hubo una serie de tres temblores, el primero a las 05:08 del mismo día 21, con intensidad V; otro a la 08:05 de intensidad VII; y a continuación, a las 08:08 el tercero con un grado IV. El segundo, el de mayor intensidad, fue sentido en Alicante, Aspe, Crevillente y Santa Pola. Según los análisis de Andréu el foco estaba a 280 km de La Cartuja y lo situó en las cercanías de Crevillente.

El sismo está descrito en el catálogo de Galbis Rodríguez (1932) citando entre sus primeras fuentes de carácter no instrumental la nota de Jiménez de Cisneros (1909c). Esta recogido, por supuesto, en el del Instituto Geográfico Nacional como ocurrido a la hora antes mencionada, con intensidad VI con epicentro en el área de Crevillente (Mezcua Rodríguez y Martínez Solares, 1983) aunque ha sido recientemente asignado de nuevo al grado VII por Bisbal Cervello (1984, en: URSUA, 2004).

EL SISMO Y SUS DERIVACIONES

La primera descripción que sobre este sismo escribió DJC corresponde a la presentada en la Sesión del 3 de marzo de la Real Sociedad española de Historia Natural (RSEHN) durante la cual el Secretario leyó en su nombre la nota en la que Jiménez de Cisneros (1909c) deducía que sus 'vibraciones se efectuaron de OSO a ENE', si bien esta afirmación era matizada seguidamente al decir que eso no podría 'asegurarlo por falta de aparatos', aunque los datos recogidos en la zona indicaban que los temblores habrían sido mayores en las áreas del Oeste, en Crevillente y Torrevieja, donde habían adquirido el carácter de 'alarmante' y en donde sus habitantes salieron asustados de sus casas. Otra cuestión que abordó el mismo día en que ocurrió el terremoto fue averiguar si había habido alguna sacudida anterior, y a través de preguntas e indagaciones entre los ciudadanos puso en evidencia que había habido unas horas antes, según él entre las 03 y las 04 horas, un temblor de menor intensidad, como en efecto desde los instrumentos del Observatorio de La Cartuja, en Granada, había podido comprobar Andréu, aunque según él como ocurrido una hora después. (Fig. 1). Según las informaciones recogidas por DJC, no hubo heridos, ni derrumbamientos, y sólo en Crevillente y Torrevieja se habrían producido algunas roturas de cristales.

La segunda referencia que DJC da acerca de este sismo está también recogida en el Boletín de la RSEHN y fue hecha en forma de un artículo presentado en la Sesión de 5 de mayo de 1909 y que fue publicado en ese mismo año en el BRSEHN (Jiménez de Cisneros, 1909d). En él se dice que ante el rumor aireado en Alicante de que en la Sierra de Crevillente se habrían abierto 'grietas de consideración' por las que salían vapores en tal cantidad que cubrían la Sierra se decidió ir hacia allí, a observar la cuestión por el mismo sobre el terreno. En su artículo dice que partió de Alicante el 'dia 9 del pasado (mes)', por lo que ese día pudo ser el 9 de marzo o el 9 de abril, que fue Viernes Santo. El trayecto que recorrió fue el de algunos kilómetros por la carretera de Crevillente a Aspe, llegando hasta una cota próxima de los 300 m. En sus observaciones no vio ninguna señal de grietas 'ni en la montaña ni en los edificios', aunque en los habitados que encontró le dijeron haber sentido plenamente los temblores, sobre todo el del 21 a las ocho de la mañana. Esta afirmación es matizada después en la nota de pie de la página 252 donde relata como la casilla de peones camineros (hoy inexistente) situada bajo el cerro de las Tres Hermanas sufrió sacudidas de tal intensidad que provocaron

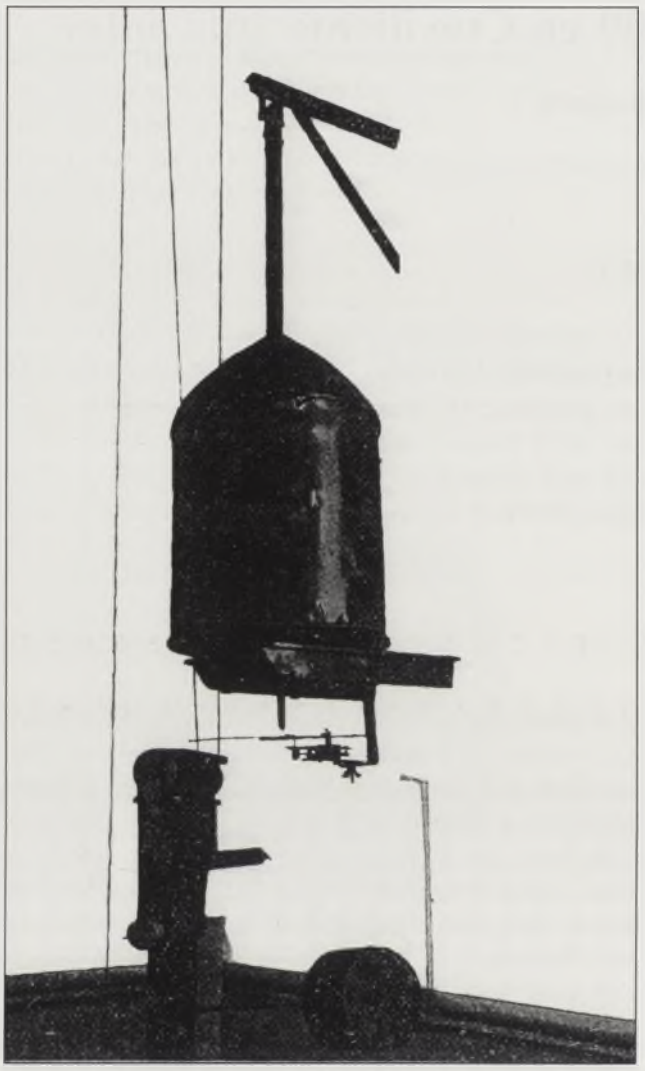


FIGURA 1. *Sismógrafo vertical de la Cartuja (Granada), según fotografía en: Sánchez-Navarro Neumann (1909).*

grietas en el edificio. Esta mayor intensidad en este lugar la interpretó como debida a que en esta área se ponen en 'contacto de varias sistemas (geológicos)', refiriéndose con ello principalmente a las rocas triásicas y cretácicas presentes en esa zona.

Respecto a estas observaciones manifiesta que se abstuvo de hacerlas públicas con anterioridad para que no se aumentara entonces el miedo insuperable que se experimentaba por parte de los alicantinos. Esta proximidad, incluso coetaneidad con la situación de alarma social que el sismo despertó, parecen inclinar el peso de la probabilidad a que el recorrido lo realizara el 9 de marzo, martes.

Otra de las cosas que se dijeron en Alicante respecto a este terremoto es que por las grietas antes mencionadas salían vapores en tal cantidad 'que el condensarse envolvían la sierra'. Lo cual no olvidó de dar explicación DJC para quien tal niebla tenía su origen en la condensación del vapor de agua que manaba de una surgencia de aguas calientes conocida desde 'larga fecha' (Jiménez de Cisneros, 1909d). Aunque no mencionan el nombre ni el lugar en que se halla tal manantial cabe deducir que se refiere al que cita en un artículo posterior (Jiménez de Cisneros, 1910) situado en un barranco de donde se extraía por medio de unas excavaciones ('una mina'), añadiendo que este lugar ya lo describió Cavanilles, lo cual nos lleva a situar el fenómeno a 'media legua' de Crevillente (Cavanilles, 1795, págs. 275-277) y que en su mapa señala como *Fónt Calenta*.

El de 20-21 de febrero de 1909 ocupó la atención de DJC quien durante el día 21 y siguientes se dedicó a obtener información de cual había sido la repercusión del fenómeno en la zona, pudiendo determinar que el epicentro se había situado en las cercanías de Crevillente.

Este sismo tuvo mucha resonancia en la ciudadanía alicantina ya que con ocasión del fenómeno apareció en el periódico una nota de E. Marchand (sismólogo que es citado por Galbis Rodríguez (1940) en su Catálogo tres veces, una de estas citas se refiere a un sismo ocurrido en los Pirineos y está publicada en el *Compte Rendu* de la Academia de Ciencias de París, en 1904) diciendo que, puesto que la sismicidad estaba en relación con el paso del equinoccio, recomendaba que se estuviera alerta durante los próximos días 18 y 19 de marzo de ese mismo año de 1909 (en: Andréu, 1910; profesor de Historia Natural en el Seminario de Orihuela). Con este inoportuno e injustificado augurio la población alicantina estuvo temerosa y el miedo y la alarma crecientes se hicieron generales, provocando que durante esos días muchas familias salieran de la ciudad "prefiriendo pasar algunos días en medio de las mayores de las molestias, antes que permanecer en Alicante" (Jiménez de Cisneros, 1909d).

Como DJC indica, la publicación de esa nota en la prensa provocó la redacción de otras varias también en los periódicos, de J. J. Larderer, (quien había hecho estudios acerca de la corona solar, la corteza de la Luna y sobre Júpiter) tratando de dejar constancia ante la opinión pública de la ausencia de motivos para alarma ya que no había posibilidad ni base científica para la predicción acerca de fenómenos sísmicos, manifestando lo inadecuado de ese tipo de anuncios. También siguiendo esta misma línea de reconducir la situación hacia la tranquilidad se manifestaron otros hombres prestigiosos tanto de Alicante como de otros lugares, pues advertían la creciente alarma social que se estaba despertando. Algunos de esos hombres fueron: R. Álvarez Seix, Ingeniero de Montes y Académico de la RAE; E. Mier y Miera, Ingeniero Geógrafo y Académico de las Ciencias; J. Comas y Solá; astrónomo y sismólogo; R. Cinera, Fundador y primer Director del Observatorio del Ebro; y el propio Jiménez de Cisneros. Pero la semilla del miedo, sino del pánico, ya estaba echada y "los días 16, 17 y 18 de marzo fueron de verdadero éxodo constituyendo un curioso caso, digno de estudio, tanto para la Psicología como para la Medicina" (Jiménez de Cisneros, 1909d). A lo que cabe añadir que también sería motivo de análisis y hasta de alcance deontológico, esa existente tendencia de algunos, afortunadamente pocos, por mani-

festar inconsistentes predicciones sin causa justificada o mal justificada, como entonces sucedió. Pero no son estos hechos sólo producto de esos tiempos, las manifestaciones inoportunas de este tipo se extienden hasta la actualidad abarcando no sólo los fenómenos sísmicos, sino también los volcánicos y recientemente se han unido a ellos los que hacen referencia a posibles impactos catastróficos de asteroides.

CONCLUSIONES

La población de Alicante sintió los temblores de un sismo en las primeras horas de la mañana del día 21 de febrero de 1909 sin que hubiera que lamentar otros efectos ni daños. Sin embargo, la publicación de una nota en un periódico local acerca de la posibilidad de un terremoto mayor en días del siguiente mes de marzo, alarmó de manera importante a los ciudadanos que quizá recordando otros sucesos no pudieron controlar el natural pánico. Las posteriores matizaciones de otros científicos y aun del mismo que publicó dicha posible predicción negándola, no sirvieron ya de nada pues el mecanismo del miedo colectivo estaba ya en marcha.

Todo ello hizo reflexionar a Jiménez de Cisneros acerca de la conveniencia de publicar noticias de este tipo y acerca del comportamiento social ante los desastres naturales.

REFERENCIAS

Andréu, J. (1910): Sobre los macrosismos de 1909 en la provincia de Alicante. *Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales*, 9, 2: 45-54.

Bisbal Cervello, L. (1984): *Estudio de la distribución de las intensidades sísmicas en el ámbito valenciano.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Calderón, S. (1909): Noticias acerca del terremoto ocurrido en Alicante el día 21 de febrero de 1909. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9: 123-125.

Cavanilles, A. J. (1795): *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia.* Madrid (Reedición, 1991).

Comas Solá, J. (1910): Observaciones sísmicas efectuadas durante el año 1909. *Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, VIII, nº 15: 286-298.

Galbis Rodríguez, J. (1932): *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5° E y 20° W de Greenwich y los paralelos 45° y 25° N.* Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística. Madrid.

Mézcua Rodríguez, J. y Martínez Solares, J. M. (1983): *Sismicidad del área Ibero Magrebí.* Instituto Geográfico Nacional.

Sánchez-Navarro Neumann, M. M. (1909): Le nouveau pendule vertical de la station sismologique de Cartuja (Grenada). *Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, 1, 2, 3: 397-404.

Sánchez-Navarro Neumann, M. M. (1910): Enumeración de los terremotos sentidos en España en 1909. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 10: 293-301.

Sánchez-Navarro Neumann, M. M. (1917): Ensayo sobre la Sismicidad del suelo español. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 17: 83-108.

Ursua (2004): www.ua.es/ursua/historicos.html

Daniel Jiménez de Cisneros y el Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC

Á. Montero

Unidad de Paleobotánica. Jardín Botánico de Córdoba. Avda. de Linneo s/n. 14004 Córdoba.

ABSTRACT

Daniel Jiménez de Cisneros was, like his contemporary high school and university professors, closely link to the Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC throughout his whole life. The Museum asked him for examples of fossils and rocks for its collections. Eduardo Hernández Pacheco ask him examples when he was Chief of the Museum Exchange Section, and José Royo Gómez and Vicente Sos Baynat joined him in several occasions in his collecting trips.

***Key words**: Daniel Jiménez de Cisneros, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, First quarter of the 20th century.*

DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS Y LOS NATURALISTAS DEL MUSEO

Daniel Jiménez de Cisneros estuvo en mayor o menor medida vinculado al Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC (en adelante MNCN) desde sus tiempos de estudiante en la Universidad de Madrid. Tuvo como maestros a naturalistas de la talla de Ignacio Bolívar o Eduardo Hernández Pacheco, profesores en el Museo. Incluso un alumno suyo en el Instituto de Alicante llegó a ser conservador de las colecciones paleontológicas del Museo después de la Guerra Civil, nos referimos a Federico Gómez Llueca, que también fue el encargado de hacer la nota necrológica a la muerte de su maestro para la Real Sociedad Española de Historia Natural (Gómez Llueca, 1941).

La relación con los profesores del Museo fue siempre cordial. Salió al campo en más de una ocasión con Royo Gómez y con Sos Baynat. La correspondencia con Royo fue continua hasta el año 1936. Incluso, con motivo de una crisis cardiaca en agosto de 1934, escribe a Royo para dejarle una "herencia científica": "*le escribo esta en la creencia de que estoy con un pie en el estribo. Me encuentro bastante mal y sin esperanzas de curación*", y le deja a Royo un "legado científico": "*A unas 2 leguas al sur de Caravaca, a orillas del camino vecinal antiguo que unía esta ciudad con Lorca, hay un sitio llamado Las Revueltas o el Juego de los Bolos. Es una formación miocénica lacustre, con yesos, lignito, pedernal negro y sales. La masa principal arcillosa forma cañones profundos de estratos casi horizontales. Sueño que allí hay mamíferos terrestres. Me reservaba esto y se lo dejo en herencia*" (Correspondencia con Royo Gómez 7-8-1934; 16-9-1934. Archivo MNCN). Quizás, la excepción en cuanto a buenas relaciones, fue la que tuvo con Eduardo Hernández Pacheco, o al menos eso se deduce de una carta a Royo Gómez (Correspondencia con Royo Gómez 9-5-1936. Archivo MNCN) en la que empieza quejándose de las afirmaciones vertidas en la "*Síntesis Geológica*" de aquél (Hernández Pacheco, 1934) dando la localidad de Macael como arcaica, habiendo sido dada como triásica por él, y los terrenos del Algayat como titónicos, habiendo él publicado que esos terrenos eran liásicos, domeriense (Jiménez de Cisneros, 1922c; 1923c). Continúa detallando errores en la obra y quejándose de que no le cite ni una sola vez, aunque haya citado "*a todos salvo a Erostrato*". Para terminar, recuerda con amargura el desprecio que sufrió muchos años atrás "*tras de dos veranos de achicharrarme junto al Diplodocus*". Desconocemos la razón de esta falta de sintonía, pero esto era la excepción y llevó siempre una buena relación con la gente del Museo: Ignacio Bolívar, José Royo Gómez, Vicente Sos Baynat, Joaquín Gómez de Llarena, Federico Gómez Llueca, etc.

Sus publicaciones y notas biológicas, geológicas o, la mayoría, estrictamente paleontológicas ascienden a 161, según la biografía de Gómez Llueca (1941), hechas sobre todo con mucho tiempo y trabajo, como él mismo dice en una de sus publicaciones: "*El aislamiento en que vivo y la carencia de libros hace mi labor muy penosa*" (Jiménez de Cisneros, 1921b). Así, no es extraño que alguna vez errara en las determinaciones, como en un caso en el que le pide a Royo Gómez que le retire, antes de ser publicado en el Boletín de la Real Sociedad, un trabajo que había remitido, y en el que se había equivocado en la determinación: había dado un ejemplar del Lías como *Ptychoceras*, y rectificó a un género próximo al *Aulacoceras* o al *Atractites* (Correspondencia con Royo Gómez. 20-4-1935; 4-5-1935; 14-5-1935. Archivo MNCN). Royo Gómez, por alguna razón, no le pudo mandar las pruebas de imprenta para corregir el error y no llegó a tiempo de retirarlo, saliendo publicado

como *Ptychoceras* (Jiménez de Cisneros, 1933b), aunque el Boletín le publicó en el mismo volumen una nota de rectificación (Jiménez de Cisneros, 1933c).

LAS DONACIONES DE JIMÉNEZ DE CISNEROS AL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

Sus donaciones al Museo han quedado patentes en la documentación del Centro, habiendo recibido un premio por su labor, en concreto, en diciembre de 1906 se le comunica el premio (300 pesetas) que el Museo de Madrid le había concedido por una donación de ejemplares de Historia Natural (Correspondencia con I. Bolívar. 22-12-1906. Archivo MNCN). También ha quedado constancia de las peticiones desde el Museo, así en 1907 Eduardo Hernández Pacheco como Jefe de la Sección de Cambios le pide ejemplares de fósiles y placas de mármol (Libro de Entradas. Sección de Cambios del Museo de Ciencias Naturales de Madrid. Archivo MNCN) y de sus posteriores donaciones. Incluso, reflejó en su correspondencia con Royo Gómez la posibilidad de, suponemos, vender su colección paleontológica-geológica al Museo en el año 1934, después de haber superado la crisis cardiaca anteriormente referida: "*Otro tanto puede decirse de esta colección formada durante 56 años !Bien sé que su lugar definitivo es ese Museo del cual yo he salido. Mi colección, como casi todas las particulares, tiene cosas notables, entre otras muchas de muy escaso valor ... Dicho se está que estos fósiles tienen un valor desconocido y que difícilmente puede apreciarse. Esto, en fin, podía ser objeto de un convenio particular*" (Correspondencia con Royo Gómez. 1-10-1934. Archivo MNCN).

Su colección se quedó definitivamente en Alicante. En la última carta a Royo contaba 73 años (1936), pero iban a venir años muy malos para la gente del Museo, y si Jiménez de Cisneros pensaba todavía, dos años después de escribir esas líneas, negociar el traslado o venta de su colección al MNCN, se quedaría en el intento.

El Museo le regaló en diciembre de 1904 un vaciado en yeso de un huevo de *Aepyornis*, cuyo original se encontraba en las colecciones de Zoología (vertebrados) del MNCN. El regalo consta en el Libro de ingresos y envíos (Archivo MNCN). También consta en un listado, mecanografiado y sin firma, de la colección de Geología y Paleontología del Instituto de 2ª Enseñanza de Alicante en aquellos años (Registro General. 24-10-1928. Archivo MNCN).

Quiero destacar algunas particularidades de las donaciones de Jiménez de Cisneros al MNCN. En otro trabajo, en este mismo volumen, he plasmado el material donado por Jiménez de Cisneros, pero además del material reflejado en esas tablas, en concreto en las 2 y 3, hay un ejemplar (MNCNI-26758) asignado a una donación de Jiménez de Cisneros, de *Reiquenia losdalii* (posteriormente *Toucasia santanderensis*; y actualmente *Pseudotoucasia santanderensis*) del Urgo-Aptiense, cuyo dato de localidad, según su etiqueta, es exclusivamente Llano de la Cueva del Pato. Desconocemos a que provincia puede pertenecer tal localidad. Si realmente pertenece a una donación de Jiménez de Cisneros, puede referirse a una donación de 1911 en la que envía dos ejemplares de esa especie después de un viaje por el norte de España: un ejemplar de Luanco (Asturias) y otro de Santander (Correspondencia con I. Bolívar. 6-10-1911. Archivo MNCN). Este viaje dio lugar a dos publicaciones en el Boletín de la Real Sociedad (Jiménez de Cisneros, 1910a; 1912d). También conocemos su mención a colectas de esta especie en Fuente Álamo (Albacete) y su existencia en abundancia en la provincia de Castellón como él mismo refiere (Jiménez de Cisneros, 1917e, ver página 72).

Como se ve en esas tablas 2 y 3 referidas anteriormente, las colectas que permanecen en la colección actual y están inventariadas, ya que no todo el material histórico lo está, son básicamente de unos pocos yacimientos. Pocas etiquetas conservan la fecha de entrada: Muchos de los ejemplares de Las Espejeras y uno de Agost están asignados a una colecta de Jiménez de Cisneros y Sos Baynat en junio de 1933; dos items de Murcia (Los Poyos y Abanilla) y tres de Alicante (dos de Algayat y uno de Sierra del Coto) tienen fecha de entrada: octubre de 1912 y fue resultado de una colecta en solitario. Por último, algunos ítem de Cabra (Córdoba) tienen dos fechas de entrada diferentes: noviembre de 1915 en solitario y 1934 en compañía de Royo Gómez y Sos Baynat.

Destaca, por cantidad de ítem, el yacimiento triásico de Las Espejeras, cerca de Agost, que el autor descubrió en 1913 (Jiménez de Cisneros, 1914a). Sin embargo, esta donación no está relacionada con aquellas colectas. Jiménez de Cisneros visitó el yacimiento (junio de 1933) con el castellonense Vicente Sos Baynat, profesor ayudante de José Royo Gómez, otro castellonense, en el Museo de Madrid. Sos Baynat había publicado ese mismo año un catálogo de los fósiles triásicos de la colección paleontológica del MNCN (Sos, 1933), en donde citó a Jiménez de Cisneros como uno de los principales donantes de material triásico. Las donaciones que señala de Jiménez de Cisneros son de material de Las Espejeras y de Agost, en Alicante, y de Casa Mas en Valencia. De esta última localidad no tenemos noticia de su permanencia entre el material inventariado del MNCN. Tampoco la hemos visto reflejada en sus publicaciones. Se nos puede haber pasado el dato, pero también pudo ser un error de V. Sos en la publicación.

En el material donado por Jiménez de Cisneros que permanece en el MNCN, el dato de edad es bastante general, pero aún así hemos descubierto que el *Placunopsis teruelensis* está asignado al Carniense y raiblense, siendo una especie Ladiniense, como ya mencionó Sos en su artículo del año 1933. El yacimiento de Las Espejeras, Jiménez de Cisneros, lo asignó inicialmente al Triásico Superior, no es extraño, por tanto, que en una donación de 1914, estén asignados al keuper los ejemplares de este yacimiento. Posteriormente, guiado por el profesor Schmidt de Tübingen, Alemania, lo asignó correctamente al muschelkalk superior, como cons-

ta en una de las separatas de Las Espejeras (Jiménez de Cisneros, 1914a) del propio autor, que aparece manuscrita por él con los comentarios de Schmidt, conservada por su familia e incluida en una Memoria inédita (Camps Mezquida, M. *et al.*, 1991). Tres items los asigna al raiblense, equivalente al Carniense y también piso de facies alpina que hace referencia a la localidad de Raibl (Austria), pero poco empleado en España incluso en esa época. Jiménez de Cisneros deja muy claro en 1912 (Jiménez de Cisneros, 1911e) que la edad de los horizontes triásicos superiores españoles es equivalente al raiblense del Tirol, en concreto a los del Tirol septentrional, y en menor medida al Triásico alemán, aunque acepta, siguiendo a Mallada, que haya que buscar la equivalencia de los tramos inferiores en el Trías alemán, pero en 1929 la terminología empleada por Jiménez de Cisneros es totalmente alemana. En esta nota, comenta una excursión con el profesor Schmidt de Tübingen al Triásico alicantino y termina por dar una lista "definitiva" de los fósiles de Las Espejeras y asignándolo al muschelkalk superior. (Jiménez de Cisneros, 1929d).

Es curiosa la escasez de material de braquiópodos jurásicos y cretácicos, pero sobre todo liásicos, tanto en la documentación de donaciones como entre los ejemplares que quedan en la colección actual del MNCN. Hay que tener en cuenta que fue el grupo que más estudió Jiménez de Cisneros, y sobre todo los de esa edad (Jiménez de Cisneros, 1915b; 1918c; 1921a; 1921b; 1925d; 1926b; 1927b). En este sentido llama igualmente la atención la escasez de ejemplares del género *Pygope* (actuales *Pygope* y *Pygites*), tan estudiado por el autor (Jiménez de Cisneros, 1918c; 1921b; 1923e; 1924a; 1924e).

Es posible que los ejemplares de *Nummulites* sp. de Alicante (ítem MNCNI-18924 a 18928), sean realmente de los alrededores de la capital, ya que Jiménez de Cisneros cita varias localidades de foraminíferos eocenos en donde los recolectó (Jiménez de Cisneros, 1906b), y entonces el dato de localidad no esté referido a la provincia y sea, por tanto, el resultado de una pérdida de información en las etiquetas, algo común en el material histórico de museos. De todas formas, en 1912 entró en el Museo una caliza con *Nummulites* del Eoceno del Barranco de las Ollas, Algueña (Alicante), que puede corresponder a alguno de estos ítem. Esta donación al MNCN está fechada en 1912, aunque también hay otras donaciones de *Nummulites* como consta en el archivo del MNCN, por ejemplo, una de 1904 de *Nummulites perforata* sin el dato de localidad (Libro de Ingresos de ejemplares remitidos al Museo de Historia Natural de Madrid. 1904; Registro General. Manuscrito sin firma. 6-4-1904. Archivo MNCN). La Sierra del Coto (item MNCNI-18899), de la que dice que es toda Nummulítica (Jiménez de Cisneros, 1935a), la estudió en 1923 y presentó un primer trabajo a la Real Sociedad en 1925.

Las especies neógenas de la Atalaya (items MNCNI-18026, de MNCNI-20488 a 20504, MNCNI-34077) y de Agua Amarga (item MNCNI-34849) aparecen citadas en su Monografía de Alicante, la primera localidad la incluye en el Mioceno y la segunda en el Plioceno, aunque en la información de la donación el dato de localidad es más general: Neógeno.

Otra localidad que aparece repetidamente entre el material de la colección actual es Cabra (Córdoba). Hay multitud de puntos fosilíferos en la sierra de Cabra, pero el más conocido es el de Fuente de los Frailes, que fue descubierto por los franceses Bertrand y Kilian en 1884, con motivo de su visita a Andalucía para estudiar los efectos del terremoto que asoló la sierra granadina (Montero *et al.*, 2004). Kilian es un autor citado repetidamente por Jiménez de Cisneros en sus trabajos, al igual que Mallada. Del material que se conserva en el MNCN, parece que sólo dos etiquetas señalaban el nombre del yacimiento: una era Cantera de los Frailes, que probablemente se refiera a la cantera antigua a unos cien metros del Cortijo de los Frailes en Cabra, y la otra era el Chorrón, que como un posibilidad pensamos que pueda referirse a lo que ahora se llama Fuente del Río, a un kilómetro de Cabra (Sequeiros, comunicación escrita, 2004). A la localidad de Cabra, Jiménez de Cisneros acudió en compañía de Royo Gómez y de Sos Baynat, y suponemos que más bien fueron los profesores del Museo los que lo integraron en una de sus múltiples excursiones de colecta, como solían hacer con otros profesores de instituto o universidad y, por esa razón, el material acabó en las colecciones del MNCN. De esta localidad, suponemos que Jiménez de Cisneros se quedaría con ejemplares de comparación al igual que haría con los que recogiera para su colección de la provincia de Jaén. Ni de la provincia de Córdoba ni de la de Jaén publicó trabajo alguno.

El que no aparezcan ejemplares de vertebrados ni de plantas fósiles ni en la documentación de donaciones ni en la colección actual del Museo es normal dada la tendencia de los estudios paleontológicos de Jiménez de Cisneros. En cuanto a la escasez de material mineralógico-petrológico en la colección actual del Museo puede ser achacable, como ocurre con los invertebrados fósiles, a la obligación que tenía el Museo de enviar colecciones de Historia Natural a todos los centros de enseñanza que se lo pidieran, lo que redujo paulatinamente los fondos de la Institución.

Por último, tenemos que hacer algunas aclaraciones sobre las donaciones que constan en los Libros de Entradas de ejemplares al MNCN: Así, en una publicación de 1908, Jiménez de Cisneros explica que envió al Museo ejemplares de Celestina del Cabesó. De este material no tenemos constancia de entrada en este año, pero puede que esté incluido en un lote de minerales y rocas que entraron en septiembre de 1906.

En septiembre de 1911, la donación que hemos citado como "Fósiles", figura así en un libro de registro de Cambios, pero figura como "caja con mármoles y fósiles" en otro libro de Registro de la Sección de Mineralogía-Geología. En la donación de enero de 1914, aparece la localidad de Corral de los Hervases del Lías superior. Nosotros sólo

hemos encontrado en las publicaciones de Jiménez de Cisneros (1923e) la localidad de Casa de Hervás, aunque asignada al Lías medio. También en esta donación aparece la localidad de Barranco de los Enebros, llamada también de los Nebros, cerca de Archivel (Caravaca), sin el dato de edad, pero fue asignada al oolítico superior por Jiménez de Cisneros (1918c).

CONCLUSIONES

La relación de Daniel Jiménez de Cisneros con el Museo Nacional y sus naturalistas fue profunda, como se deduce de la correspondencia que mantuvo con estos y de las donaciones que efectuó a la Institución.

Aunque no se conservan en las colecciones actuales del MNCN todo aquello que donó, sí queda una buena muestra de sus envíos. Lógicamente, por sus estudios, son invertebrados fósiles el grueso de sus donaciones y, prácticamente, todo lo que queda en los fondos del MNCN.

Todo este material, documentado en mayor o menor medida, constituye un patrimonio histórico importante y también un destacado patrimonio natural de especies fósiles típicas del Mesozoico del sudeste español.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Dra. Carmen Diéguez la información facilitada sobre los ejemplares de D. Jiménez de Cisneros que se encuentran actualmente en las colecciones de invertebrados y vegetales fósiles del Museo Nacional, y a la Dra. Begoña Sánchez la misma información de las colecciones de vertebrados fósiles y Mineralogía del citado Museo.

REFERENCIAS

Camps Mezquida, M.; Jiménez de Cisneros, M.; Jiménez de Cisneros, F.; Jiménez de Cisneros, C.; Lancis Sáez, C. y Galisteo Guerra, M. L. (1991): *Memoria Intermedia del Proyecto Antología de la vida y la obra de D. Daniel Jiménez de Cisneros* (Inédita).

Gómez Llueca, F. (1941): Don Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 39: 305-315.

Hernández Pacheco, E. (1934): *Síntesis Fisiográfica y Geológica de España*. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Ser. Geológica, Madrid, 38: 584 p.

Montero, A. Diéguez, C. y Sequeiros, L. (2004): El viaje de M. Bertrand y W. Kilian (Mission d´Andalousie) por Andalucía oriental en 1885 y sus recolectas de fósiles. Ejemplares del Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Tomo Extraordinario Homenaje a Emiliano Aguirre. Universidad de Alcalá de Henares (en prensa).

Sos, V. (1933): Los fósiles triásicos españoles del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 33: 287-302.

Las donaciones de Daniel Jiménez de Cisneros al Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Tablas

Á. Montero

Unidad de Paleobotánica. Jardín Botánico de Córdoba. Avda. de Linneo s/n. 14004 Córdoba.

ABSTRACT

Jiménez de Cisneros sent palaeontological and petrological material from the provinces where he focussed his studies to the Museo Nacional de Ciencias Naturales. This material came from Alicante, Murcia and Albacete, the town of Cabra (Córdoba), or more scarcely from Santander and Jaén. The ages of the fossils go from the Triassic to the Neogene periods. The ones of the Triassic, Lias, Eocene and Neogene periods were also the ones that he studied. Nowadays, do still exits those samples donated by Jiménez de Cisneros in the collections of the National Museum, although all those loans are not completed due to troubles of the Museum, mainly in the decades following the Spanish Civil War.

Key words: *Daniel Jiménez de Cisneros, National Museum of Natural Sciences, First quarter of the 20th century.*

LISTADOS DE LAS DONACIONES

Hemos confeccionado una tabla (Tabla 1) con las donaciones de Daniel Jiménez de Cisneros al Museo, basándonos en varios documentos que se conservan en el Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales, tales como: 1.- Libro de ingresos de ejemplares remitidos al Museo de Historia Natural de Madrid. 1904; 2.– Actas del Museo de Ciencias Naturales. 1904-1916; 3.– Libro de Entradas. Sección de Cambios del Museo de Ciencias Naturales de Madrid; 4.– Libro de Registro (con expresión de las entradas y salidas) de la Sección de Mineralogía-Geología del Museo de Ciencias Naturales de Madrid; 5.– Registro General: 6-4-1904 (listado sin firma), 6-10-1911 (carta a I. Bolívar).

Dada la historia azarosa del Museo se ha perdido o traspapelado documentación y también ejemplares, resultado de esas donaciones, por tanto no tiene porqué haber una correlación entre el listado de donaciones de Jiménez de Cisneros y el listado de ejemplares que se encuentran en la colección actual. Un claro ejemplo son los 19 ítem (ejemplar o muestra con varios ejemplares) de La Atalaya (Alicante), con *Heterostegina costata*, que no aparecen por ningún lado en la documentación relativa a donaciones y que existen en el museo. El caso contrario es el de todas aquellas localidades que aparecen en la documentación y no están en los fondos actuales del Museo.

En las colecciones de Paleontología del Museo Nacional de Ciencias Naturales, permanece una muestra muy representativa del material que colectó Jiménez de Cisneros en el sureste y sur peninsular con destino a la Institución (ver Tablas 2 y 3).

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Dra. Carmen Diéguez la información facilitada sobre los ejemplares de D. Jiménez de Cisneros que se encuentran actualmente en las colecciones de invertebrados y vegetales fósiles del Museo Nacional, y a la Dra. Begoña Sánchez la misma información de las colecciones de vertebrados fósiles y Mineralogía del citado Museo.

TABLA 1. *Donaciones de Jiménez de Cisneros al Museo, según consta en documentación del archivo del MNCN.*

ENTRADA	LOCALIDAD	EDAD	ESPECIE	EJEMPLARES
1904.Abril	Sin dato	Sin dato	*Phylloceras* sp.	2
	"	"	*Lioceras* sp.	5
	"	"	Roca con *Nummulites perforata*	1
	"	"	Arenisca caliza	1
	"	"	Minerales de filón	2
	"	"	Magnetita	1
	"	"	Micacita	1
	"	"	Menilita	1
	"	"	Pirita	2
	"	"	Estalactita	1
	"	"	Minerales calizos	4
	"	"	Esteatitas	3
1906.Febrero	Sin dato	Sin dato	Minerales, rocas y fósiles	31
1906.Septiembre	Alicante	Sin dato	Minerales y rocas	30
	Alicante	Sin dato	Fósiles	110
1908.Abril	Alicante	Actuales	Isópodos y Miriápodos	100
1911.Septiembre	Sin dato	Sin dato	Fósiles	103
	Sin dato	Sin dato	Minerales	5
1911.Octubre	Luanco (Asturias)	Sin dato	Requienia lonsdalei	1
	Santander	Sin dato	Requienia lonsdalei	1
	Carreño (Asturias)	Sin dato	Oligisto	1
	Petrel (Alicante)	Sin dato	Azufre nativo con Celestina	1
	El Pinoso (Alicante)	Sin dato	Sal Gema rosada	1
	S. deTalls (Alicante)	Sin dato	Baritina y yeso	1
1911.Octubre	Agua Amarga (Alic.)	Neógeno	*Ostrea* sp.	12
	Agua Amarga (Alic.)	Neógeno	*Pecten* sp.	5
	Villena (Alicante)	Keuper (Triásico)	Caliza dolomítica	1
	Sierra Mediana (Alic.)	Sin dato	*Desmoceras difficilis*	1
	Sierra Mediana (Alic.)	Hauteriviense (Cret.)	*Hamites* sp.	1
	Alicante	Gault?	*Inoceramus concentricus*	3
	Caravaca (Murcia)	Lías Superior	*Phylloceras heterophyllum*	3
	"	Sin dato	*Leioceras serpentinus*	3
	"	Lías Superior	*Hildoceras levisoni*	1
	"	"	*H. bifrons*	1
	"	"	*Hildoceras? erbaensis*	1
	"	"	*Phylloceras subnilsonii*	1
	"	"	*Philloceras* sp.	1
	"	Lías Medio	*Terebratula jaubesti*	muchos
	Avilés, Lorca (Murcia)	Sin dato	*Spiriferina rostrata*	5
1912.Octubre	Sierra de Algueña (Alic.)	Sin dato	*Duvalia dilatatus*	-
	Tocón, Algueña (Alic.)	Barremiense (Cret.)	*Olcostephanus* sp.	-
	N W de la Algueña	Sin dato	Caliza de *Alveolinas*	-
	S. del Coto, Algueña	"	Caliza marmórea con *Alveolinas*	-
	Collado del Coto, Algue.	Sin dato	Roca	-
	Bco. de la Ollas, Algueña	Eoceno	Caliza con *Alveolinas*	-
	"	"	Caliza nummulítica	-
	Fuente del Tocón, Algue.	Barremiense	Margas	-
	"	Sin dato	Aptychus	-
	Tocón, Algueña	Sin dato	*Hoplites*? sp.	-
	Sierra de la Pila (Alic.)	Sin dato	*Ostrea* sp.	-
	Algayat (Alicante)	Oolítico	Caliza marmórea	-
	W del Algayat	Sin dato	*Grammoceras thouarcensis*	varios
	Romana, Novelda (Alic.)	Sin dato	*Lytoceras jurensis*	varios
	Cruz de la Romana (Alic)	Sin dato	*Rhynchonella* sp.	varias
	Vitia(Entre Alic. y Murcia)	Sin dato	Conglomerado	-
	S. de Pila,Fortuna (Mur.)	Sin dato	Roca fosilífera	-
	Abanillas, Murcia	Bajociense (Jurási.)	Mármol de Quivas	3
	S. de la Espada (Mur.)	Liás	Caliza	-
	Bco. Hondo, Caravaca	Sin dato	*Aptychus seranonis*	-
	Sierra del Cantón	Liás	Caliza	-
	Sin dato	Sin dato	*Aptychus angulicostatus*	-
	Sin dato	Nummulítico (Eoc.)	Caliza cuarcífera	-
	Sin dato	Toarciense (Lías S.)	Roca con *Grammoceras* sp.	-

TABLA 1. *Continuación*

ENTRADA	LOCALIDAD	EDAD	ESPECIE	EJEMPLARES
1914.Enero	Las Espejeras, Agost	Triásico	Caliza con *Myophoria* sp.	2
	"	"	Caliza con lamelibranquios	3
	"	"	Caliza con *Turbonilla dubia,*	1
	"	"	*Natica gregaria y Myophoria.*	
	"	"	Calizas fosilíferas	8
	Agost	Nummulítico (Eoceno)	*Caliza con Operculina granulosa*	1
	"	"	*Chondrites* sp.	1
	S. Umbría, Monovar (Alic.)	Lías Superior	*Fasciolaria* sp.	1
	Los Poyos, Caravaca	Lías Superior	*Leioceras serpentinus*?	2
	"	"	*Lytoceras cornucopia*	1
	"	"	*Phylloceras sub-wilssoni*	1
	"	"	*Phylloceras heterophyllum*?	1
	"	"	*Nautilus inornatus*	1
	Corral de los Hervases	Lías Superior	*Caloceras crassus*	1
	"		*Sphaeroceras*(?)	1
	Collado del Guirre, Carav.	Sin dato	*Caloceras* sp.	1
	Bco. de los Enebros, Archivel, Caravaca	Sin dato	*Lytoceras* sp.	1
	Pozo del Gavilán, Carav.	Lías Superior	*Lytoceras cornucopia*	1
	"	"	*Harpoceras complanatus*	1
	Sierra del Gavilán, Carav.	"	*Leioceras discoides*	1
	Coll de Ignasasas. Carav.	"	*Lytoceras* sp.	1
	Casa del Rey. Caravaca	Sin dato	*Hildoceras bifrons*	1
	Morra de la Copeta. Carav.	Lías Superior	*Hildoceras bifrons*	1
	Caravaca	"	*Racophyllites lariensis*?	1
	Sin localidad	Cretácico Medio	*Natica*? (molde completo)	1
1914.Junio	Cartagena (Murcia)	Sin dato	Andesita labrada de monumento romano	1
	Cuesta de las lajas, Cartag.	Sin dato	Micacitas	3
	"	"	Cuarcitas	2
	Cabezo de Laura, Cartage.	"	Dioritas?	2
	Cerro de Laura, Cartagena	"	Andesita augítica	1
	Cerro del Molino, Albatera	"	Calcita	1
	"	"	Calcitas rosadas	2
	Cerro del Pallaré, Albatera	"	Calcita con planos de estratifica.	4
	"	"	Caliza cristalizada	1
	"	"	Calcitas	6
	Agost (Alicante)	Trías Superior	Calizas?	2
	"	Sin dato	Arenisca zonar	1
	"	Keuper	Arenisca	1
	"	"	Carniola ocrácea	1
	Las Espejeras, Agost	Sin dato	Caliza de Raibl	1
	Estación FFCC de M.Z.T.	Sin dato	Conglomerado fosilífero siciliano	1
	"	"	Gasterópodo (molde)	1
	Las Espejeras, Agost	Keuper	*Myophoria vestita*	1
	"	"	Calizas fosilíferas	7
	"	"	Gasterópodo (molde)	1
	"	Sin dato	Calizas fosilíferas para estudio microscopio	3
1923.Octubre	Chelva (Valencia)	Sin dato	*Rhynchonella hispanica*	1
	Torremanzanas (Alicante)	"	Terebratulas	2
	Cehegín (Murcia)	Titónico	*Collyrites* sp.	2

TABLA 2. *Invertebrados fósiles de Alicante enviados por D. Jiménez de Cisneros que se conservan en las colecciones del MNCN.*

ITEM	LOCALIDAD	EDAD	ESPECIE	EJEMPLARES
	ALICANTE			
MNCNI-04369	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Myophoria vestita*	2
MNCNI-33375	Las Espejeras, Agost	Raiblense, Triásico	*Myophoria vestita*	1
MNCNI-28737	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Myophoria goldfussi*	1
MNCNI-28740	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Myophoria elegans*	6
MNCNI-33374	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Myophoria* sp.	1
MNCNI-28738	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Myophoriopsis gregaria*	3
MNCNI-33376	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Myophoriopsis gregaria*	6
MNCNI-33063	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Pecten* sp.	1
MNCNI-25613	Las Espejeras, Agost	Carniense, Triásico	*Placunopsis teruelensis*	2
MNCNI-25652	Las Espejeras, Agost	Raiblense, Triásico	*Placunopsis teruelensis*	6
MNCIN-33377	Las Espejeras, Agost	Raiblense, Triásico	*Placunopsis teruelensis*	6
MNCNI-33333	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Placunopsis teruelensis*	1
MNCNI-25645	Las Espejeras, Agost	Triásico	*Placunopsis* sp.	1
MNCNI-25506	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	Bivalvia	4
MNCNI-28741	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	Bivalvia	1
MNCNI-11037	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Turritella* sp.	2
MNCNI-32194	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Turbonilla dubia*?	2
MNCNI-32531	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	*Polygrina* sp.	2
MNCNI-33373	Las Espejeras, Agost	Carniense, Triásico	*Loxonema* sp.	1
MNCNI-33064	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	Gastropoda	1
MNCNI-12949	Las Espejeras, Agost	Muschelkalk, Triásico	Arthropoda	2
MNCNI-33619	Agost	Muschelkalk, Triásico	*Myophoria vestita*	1
MNCNI-28739	Agost	Muschelkalk, Triásico	*Myophoria elegans*	1
MNCNI-12477	Agost	Triásico	*Pecten discites*	1
MNCNI-33621	Agost	Triásico	*Enantiostreon spondyloides*	1
MNCNI-33622	Agost	Triásico	*Placunopsis* sp.	1
MNCNI-33620	Agost	Triásico	Gastropoda	1
MNCNI-22403	Cerro de Cruz de la Romana	Lías Jurásico	*Rhynchonella* sp.	13
MNCNI-35672	Oeste del Algayat	Toarciense, Lías Sup. Jurásico	*Grammoceras thouarcensis*	5
MNCNI-35669	Oeste del Algayat	Toarciense, Lías Sup. Jurásico	*Grammoceras* sp.	2
MNCNI-22402	Algayat	Lías Superior, Jurásico	Rhynchonellidae	7
MNCNI-20098	Serreta Negra	Cretácico	*Orbitolina conoidea* y *O. disjunta*	1
MNCNI-37171	Orcheta	Cretácico	Ammoniodea	1
MNCNI-27783	La Alcoraya	Gault, Cretácico	*Birostrina concéntrica*	1
MNCNI-18899	Sierra del Coto	Paleógeno	*Nummulites* sp. y *Alveolinas* sp.	1
MNCNI-18924	Alicante	Paleógeno	*Nummulites* sp.	1
MNCNI-18925	Alicante	Paleógeno	*Nummulites* sp.	1
MNCNI-18926	Alicante	Paleógeno	*Nummulites* sp.	3
MNCNI-18927	Alicante	Paleógeno	*Nummulites* sp.	1
MNCNI-18928	Alicante	Paleógeno	*Nummulites* sp.	1
MNCNI-18026	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Balanus* sp.	1
MNCNI-34077	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	1
MNCNI-20488	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	1
MNCNI-20489	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	2
MNCNI-20490	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	3
MNCNI-20491	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	1
MNCNI-20492	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	2
MNCNI-20493	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	1
MNCNI-20494	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	2
MNCNI-20495	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	1
MNCNI-20496	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	3
MNCNI-20497	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	3
MNCNI-20498	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	2
MNCNI-20499	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	5
MNCNI-20500	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	1
MNCNI-20501	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	1
MNCNI-20502	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	7
MNCNI-20503	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	4
MNCNI-20504	La Atalaya	Mioceno, Neógeno	*Heterostegina costata*	1
MNCNI-34849	Agua Amarga	Neógeno	*Ostrea* sp.	3

TABLA 3. *Invertebrados fósiles de otras provincias enviados por D. Jiménez de Cisneros que se conservan en las colecciones del MNCN.*

ITEM	LOCALIDAD	EDAD	ESPECIE	EJEMPLARES
	MURCIA			
MNCNI-22524	Lorca	Lías Medio, Jurásico	*Spiriferina rostrata*	5
MNCNI-35670	Los Poyos, Caravaca	Lías Superior, Jurásico	*Leioceras serpentinus*	2
MNCNI-37682	Los Poyos, Caravaca	Lías Superior, Jurásico	*Hildoceras levisoni*	1
MNCNI-36441	Pozo del Gavilán, Caravaca	Jurásico	*Phylloceras subnilssoni*	1
MNCNI-37738	Pozo del Gavilán, Caravaca	Lías Superior, Jurásico	*Leioceras serpentinus*	1
MNCNI-35677	Pozo del Gavilán, Caravaca	Lías Superior, Jurásico	Ammonoideo	1
MNCNI.37262	Caravaca	Lías Superior, Jurásico	*Hildoceras erbaensis*	1
MNCNI-22401	Sierra de la Espada, Abanilla	Lías, Jurásico	Rhynchonellida	1
MNCNI-36709	Murcia	Jurásico	Belemnitida	2
MNCNI-21768	Cehegín	Cretácico	*Pygites diphyoides*	1
MNCNI-22484	Cehegín	Cretácico	*Pygites diphyoides*	1
	ALBACETE			
MNCNI-26699	Cerrón de Fuente Álamo	Oolítico Sup. (Malm) Jurásico	*Pholadomya protei*	2
MNCNI-12852	Fuente Álamo	Jurásico	*Ceratomya excéntrica*	1
MNCNI-37101	Fuente Álamo	Lías, Jurásico	*Belemnites* sp.	20
	CÓRDOBA			
MNCNI-25945	Cantera de los Frailes, Cabra	Thitónico, Jurásico	Bivalvia	1
MNCNI-22045	El Chorrón, Cabra	Thitónico, Jurásico	*Terebratula* sp.	2
MNCNI-22094	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Terebratula* sp.	3
MNCNI-22397	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Rhynchonella* sp.	4
MNCNI-22486	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Pygope* sp.	3
MNCNI-22487	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Pygites diphyoides*	1
MNCNI-35523	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Lytoceras* sp.	3
MNCNI-35525	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Lytoceras* sp.	5
MNCNI-11897	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Lytoceras* sp	6
MNCNI-11923	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Lytoceras* sp.	1
MNCNI-12000	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Holcophyloceras* sp.	7
MNCNI-36876	Cabra, varios yacimientos	Thitónico, Jurásico	*Phylloceras* sp.	6
MNCNI-12114	Cabra	Thitónico, Jurásico	*Lamellaptychus* sp.	1
MNCNI-11689	Cabra	Thitónico, Jurásico	Aspidoceratidae	3
MNCNI-12688	Cabra	Thitónico, Jurásico	Bivalvia	1
MNCNI-26862	Cabra	Thitónico, Jurásico	Bivalvia	1
MNCNI-27025	Cabra	Thitónico, Jurásico	Bivalvia	1
MNCNI-23201	Cabra	Thitónico, Jurásico	Echinoidea	1
MNCNI-23204	Cabra	Thitónico, Jurásico	Echinoidea	1
	JAÉN			
MNCNI-26621	Virgen Blanca	Cretácico	*Ostrea* sp.	2
	SANTANDER			
MNCNI-20097	El Sardinero	Cretácico	*Orbitolina plana*	1
MNCNI-23501	Fuente de las Doblas, S. Vicente de la Barquera	Eoceno, Paleógeno	*Conoclypus conoideus*	1

TABLA 4. *Minerales enviados por Jiménez de Cisneros que se conservan en las colecciones del MNCN.*

ITEM	LOCALIDAD	ESPECIE	EJEMPLARES
MNCN-11748	Caravaca (Murcia)	Prehnita (Filosilicato)	1
MNCN-11750	Caravaca (Murcia)	Prehnita (Filosilicato)	1

Los informes sismológicos de D. Daniel Jiménez de Cisneros

F. Rodríguez de la Torre

Pez Austral, 7, 7º-B. 28007 Madrid. frdelatorre@eresmas.com

ABSTRACT

In the beginning of the 20th century, Seismology was a science in process of formation. The first seismograph was installed in Spain in 1898, but all scientists in the world, really, they unknown many matters and questions about the earthquakes, specially the main theories about what is an earthquake? and why is produced?. In this state-of-art, a few men of several sciences, as meteorologists, astronomers, geologists and other naturalists studied the seismic phenomena with a very important scientific curiosity. The great geologist Jiménez de Cisneros sent to "Real Sociedad de Historia Natural", of Madrid, between the years 1907 to 1911 a few informs and two shorts articles concerning personal perception of earthquakes in Alicante and only one in Murcia.

***Key words**: Jiménez de Cisneros, seismological reports, 1907-1911.*

INTRODUCCIÓN

Una faceta poco conocida del gran geólogo y paleontólogo D. Daniel Jiménez de Cisneros es el de sus informaciones sobre sismos percibidos por él mismo en Alicante y, en una ocasión, en Murcia.

La Sismología era, a comienzos del siglo XX, una ciencia incipiente. Se construían e instalaban, en naciones del mundo civilizado, incluso en Japón y Filipinas, sismógrafos para detectar las vibraciones sísmicas. En España, en el Real Observatorio de la Marina, San Fernando, Cádiz, se instaló, en enero de 1898, el séptimo sismógrafo Milne del mundo (Rodríguez de la Torre, 1999). Siguieron dos más, uno en la Cartuja, Granada, en 1904, y otro en Tortosa, en 1904, ambos a cargo de sabios jesuitas, que siempre destacaron en la sismología. Por los sismogramas se iban conociendo las clases de ondas sísmicas, su duración, etc., pero siempre faltó lo esencial, el verdadero conocimiento de las respuestas a estas dos preguntas: 1ª: qué es un terremoto, 2ª: por qué se produce. Ya en 1906 funcionaba en firme la Asociación Sismológica Internacional con una idea clara aglutinante de esta ciencia: el estudio de los sismos. Pero se ignoraba lo fundamental, ya apuntado: qué eran los terremotos y por qué causa se producían.

Jiménez de Cisneros era un miembro numerario, desde 1884, de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Cuando comienza en 1904 a dar sus lecciones en el Instituto de Alicante (cuyo centenario conmemoramos) nuestro autor era un veterano socio con veinte años en dicha Corporación. Y desde Alicante envió a esta Sociedad muy numerosas informaciones y artículos, con sus características "excursiones geológicas", objeto, es natural, de buenos estudios por geólogos y paleontólogos en el presente Simposio. En 1907 D. Daniel seguía siendo el único miembro numerario de la Sociedad que vivía en Alicante; vivía en la calle de Medina, nº 38.

JIMÉNEZ DE CISNEROS PERCIBE TERREMOTOS E INFORMA SOBRE ELLOS

En este año de 1907 empezó sus informaciones sobre esta "faceta poco conocida", correspondientes a su personal percepción de terremotos y a su búsqueda de datos ampliatorios preguntando a compañeros y a otras personas e indagando, a veces, en otras localidades provinciales.

Ciertamente, en el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural podemos leer, por aquellos años, informaciones remitidas por socios y no socios sobre la percepción personal de terremotos. Citaremos, entre otros, al astrónomo J. Comas Solá, al meteorólogo E. Fontserè, a los catedráticos de Mineralogía y Botánica F. de las Barras de Aragón y S. Calderón y Arana, al catedrático de Cristalografía de la Universidad de Madrid L. Fernández Navarro, al sismólogo P. Manuel María Sánchez-Navarro, al geólogo M. Faura y Sans, entre otros más. También tuvo esta inquietud D. Daniel y vemos que en el Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural aparecen algunos informes sismológicos.

Debemos advertir que todas las observaciones sismológicas que aparecieron en este benemérito Boletín fueron vaciadas por el Coronel J. Galbis Rodríguez, Inspector General del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos, en su monumental *Catálogo sísmico...* (Galbis Rodríguez, 1932), con algunos descuidos y muy poca práctica bibliográfica.

El primer informe sismológico de nuestro autor dice así: *"El Secretario leyó una tarjeta de nuestro consocio D. Daniel Jiménez de Cisneros, en la que comunica que el día 23 de Enero último se sintieron en Alicante tres sacudidas*

o temblores de tierra de diferente intensidad: el primero, a las tres de la madrugada; el segundo, el más fuerte de todos, a las seis y cuarto de la mañana, tuvo de duración unos cuatro segundos y fue acompañado de ruido subterráneo, y el último a las once y tres cuartos de la noche, que fue, aunque el más débil, el que mejor pudo apreciarse y produjo dos pequeñas sacudida de E. a O. o viceversa. El Sr. Jiménez de Cisneros, al poner estas observaciones en conocimiento de la SOCIEDAD, manifiesta que lo hace por si se ha recibido noticia de otras practicadas en diversos parajes y puedan, relacionándose con ellas, servir de alguna utilidad" (Jiménez de Cisneros Boletín citado, 1907, p. 78). No le bastó a nuestro autor esta información y, con alguna ampliación de datos, suministrados *"por el testimonio de muchas personas"*, entre ellas el ilustre polígrafo alicantino Francisco Figueras Pacheco, único a quien cita, remitió un corto artículo titulado: "Sobre los terremotos ocurridos en Alicante el día 23 de Enero de 1907" (Jiménez de Cisneros, 1907), de apenas 31 líneas, pero con informaciones ampliatorias, como la siguiente: *"Aunque a esta hora* – las 6 h 15 m – *la mayoría de los habitantes permanecían dormidos, las sacudidas despertaron a muchos, y los animales domésticos, principalmente las aves de corral, salieron sobresaltadas de sus gallineros"*. Estas dos descripciones: *"despertó a muchos"* y *"los animales domésticos se alborotaron"* ya se encontraban definidas en la primitiva escala de intensidades de Mercalli, de X grados, modificada por Forel (que es la que se usaba por entonces, mal citada como "escala Forel-Mercalli" o, abreviadamente "escala F.M.") con el grado IV. Esta fuente informativa, convenientemente citada, es la única en que se sustentó Galbis Rodríguez (1932, p. 528) para hacer una descripción sucinta de estos terremotos en la ciudad de Alicante, aunque no se pronuncia respecto a hipótesis de intensidad. Años después, en el catálogo paramétrico de Mezcua-Martínez Solares (1983, p. 45) aparece un único terremoto, localizado en Alicante, sentido a las 06h 15m con intensidad V de la escala más moderna denominada MSK. (que, como tiene XII grados, equivale, prácticamente, a nuestra hipótesis de grado IV F.M.). Jiménez de Cisneros introdujo en su artículo una reflexión final, muy equivocada, que correspondía al común sentir científico de la época: *"En el correo del 24, llegado aquí el 25, leí se habían producido en Sicilia fuertes temblores de tierra durante todo el día 23 de Enero, y creo que las sacudidas sentidas en Alicante deben referirse a las producidas en esta parte de Italia..."*. Hoy sabemos que esto es algo por completo imposible.

En 1909 aparece una nota remitida por nuestro autor, que resumimos: *"El día 21 de Febrero (...) se sintió en Alicante una fuerte trepidación. Los relojes indicaban las 8h 7m de la mañana... De las observaciones propias y del testimonio de muchos vecinos, parece deducirse que las vibraciones se efectuaron de WSW. A ENE., no pudiendo asegurarlo por falta de aparatos. Los oficiales de telégrafos (...) comunicaron rápidamente con algunos puntos de la provincia y, gracias a esta feliz idea, pudo conocerse que las trepidaciones habían sido más violentas al W. que al E., habiendo revestido carácter alarmante en Torrevieja y en Crevillente, en donde el vecindario asustado, de salió rápidamente de los edificios... En Elche me aseguraron hubo rotura de vidrios y otro tanto ocurrió en Crevillente y Torrevieja"* (Jiménez de Cisneros, Boletín citado, 1909, pp. 122-123). Surgen claramente datos sobre intensidad: *"La gente sale asustada de sus viviendas"* y *"hay rotura de cristales, vajilla, etc."*, son definiciones propias del grado V de la escala F.M.

Con relación a este terremoto llegamos al artículo fundamental de Jiménez de Cisneros: "Resumen de algunas excursiones realizadas por la provincia de Alicante y datos relativos a los temblores de tierra ocurridos en Febrero de 1909" (Jiménez de Cisneros, 1909, pp. 249-251 para la parte sismológica; y pp. 251-260 sobre geología estricta). Empieza así: *"Los temblores de tierra ocurridos en esta región el 21 de Febrero originaron extraordinaria alarma en gran parte de sus habitantes, habiéndose extendido la noticia de que en la inmediata sierra de Crevillente se habían abierto grietas de consideración, por la que salían tanta cantidad de vapores, que al condensarse envolvían la sierra..."* El 9 de marzo viajó nuestro autor a la sierra de Crevillente y no vio grieta alguna (*"nada anormal encontré"*) explicando además que *"la niebla que envolvía parte de la sierra se debía a un alumbramiento de aguas, de larga fecha, que poseyendo una temperatura superior a la media anual, condensa su vapor durante la estación fría..."* Publicó nuestro autor estas observaciones en la prensa alicantina y apareció también un artículo del Sr. Landerer (astrónomo) *"tratando en todos estos escritos de deshacer el error del supuesto vaticinio del temblor de tierra en fecha y lugar determinados, y no obstante, el pánico crecía, interpretando equivocadamente, pero siempre en sentido terrorífico, cualquier frase científica"*. Publicaron en la prensa local de Alicante y Elche nuevos artículos apaciguadores los conocidos científicos Álvarez Sereix y Mier y Miura. Fueron incapaces de calmar el pánico. Se solicitó un artículo del Sr. Comas y Solá (eminente astrónomo) *"quien, como era de esperar, abundó en los mismos conceptos; pero nada lograba calmar los ánimos leyendo, entre líneas, ideas no expresadas..."* Se escribieron *"una o dos cartas a Mr. Marchand"* (científico [o ¿seudo-científico?] francés, quien, como consecuencia del catastrófico terremoto de Mesina, Italia, del 28 de diciembre de 1908, que causó unos 80.000 muertos, alertó que para los días 18 y 19 de marzo de 1909, *"quizás se produzcan pequeños movimientos del suelo y precedan a otro más fuerte"*) quien contestó y se publicó su carta, que era tranquilizadora, en el diario *Heraldo de Alicante*, del 9 de marzo. Una nueva carta publicada en la prensa del P. Cirera (otro jesuita, gran sismólogo, creador de la primera estación sismológica de Filipinas, antes que en España) intentó tranquilizar los ánimos de la población. Fue tarea imposible. Dice Jiménez de Cisneros que: *"se desbandaron miles de personas, prefiriendo pasar algunos*

días en medio de las mayores molestias, antes que permanecer en Alicante o en Elche... Los días 16, 17, 18 y 19 de Marzo fueron de verdadero éxodo, constituyendo un curioso caso digno de estudio, tanto para la Psicología como para la Medicina...". Nuestro autor dice a pie de página: *"nuestros artículos y cartas se empezaron a publicar el día 5 de Marzo ante el terror que dominaba a gran número de personas... Por tanto, mal pudieron mis escritos haber provocado la alarma..."* (Jiménez de Cisneros, 1909, pp. 249-251). Sentimos mucho, por falta de espacio, no ahondar más en estos fenómenos de pánicos, posiblemente poco conocidos en la historia local y dignos, a nuestro juicio, de una reconstrucción interdisciplinaria (máxime cuando, por mero azar, el 23 de abril de 1909 se produjo en Benavente, Portugal, un sismo destructor, que ocasionó 52 muertos y fue sentido en 4/5 partes de España). Estos terremotos alicantinos fueron catalogados por Galbis Rodríguez (1932, pp. 540-541) como una serie ocurrida los días *"20 y 21 de febrero"*, basado en los datos de Jiménez de Cisneros, de Comas Solá y en una comunicación personal del Cronista de Elche Sr. Ibarra, otorgando a Crevillente y Torrevieja el epicentro, con una intensidad máxima de grado VII, escala F.M. El Catálogo de Mezcua-Martínez Solares (1983, p. 46) registra un único terremoto, el día 21 de febrero de 1909, a las 08h 05m 18s, localizado en Crevillente e intensidad de grado VI, escala MSK.

Proseguimos con otro nuevo informe sobre nuevos terremotos, que debemos resumir: *"El Sr. Jiménez de Cisneros, que de paso por Madrid, asistía a la sesión (...) leyó la nota siguiente: "El 1º de Julio, a las 2h 12m de la tarde, se percibió en Alicante una ligera oscilación que terminó con una violenta sacudida. Tres segundos después se percibió una sacudida más violenta (...) acompañada de ligero ruido. El día 2 de Julio, a las 11h y 58m de la mañana, se percibió otra sacudida violenta.... El fenómeno alcanzó su máximum de intensidad en Torrevieja, contándose cuatro oscilaciones antes de las 4h de la tarde del día 1º (...) siendo la primera oscilación tan fuerte que gran número de vecinos se salieron precipitadamente de sus casas... En Benijófar también se sintió la sacudida del día 1º, hundiéndose parte de una casa..."* (Jiménez de Cisneros, 1909, pp. 313-314). Esta información, junto con otras de Elche, Cartuja y Barcelona, motivaron que Galbis Rodríguez (1932; pp. 548-549) anotara una serie sísmica entre el *"30 de junio al 9 de septiembre de 1909"* con 43 temblores e intensidad máxima de grado VII (escala F.M.). En el catálogo paramétrico de Mezcua-Martínez Solares (1983, p. 47) se registran durante este período hasta 21 terremotos con epicentro en Torrevieja, de los que el principal, el 1 de julio de 1909, a las 14h 12m 18s, tiene intensidad VII MSK.; sigue otro con intensidad VI y tres con intensidad V; el resto, con intensidades IV y III MSK.

En otra información del Boletín citado se da cuenta de terremotos registrados en el Observatorio de Cartuja, con fechas y localidades de percepción, y leemos, entre otros datos: *"Junio. Día 2. (...) Sentido también en Murcia a las 11h 57m como brusca sacudida de cortísima duración, acompañada de ligero rumor el cual parece haberse vuelto a oír allí por la noche (Sr. Jiménez de Cisneros)"* (Jiménez de Cisneros, 1909, p. 373). Nuestro autor informó de su percepción personal en Murcia (Galbis Rodríguez, p. 549) donde, suponemos, estaríamos de vacaciones o de paso. Este sismo, sin duda procedente de la misma serie sísmica de Torrevieja no está registrado en el catálogo de Mezcua-Martínez Solares.

La última información sismológica directa de Jiménez de Cisneros que aparece en el Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural corresponde a abril de 1911. Dice así: *"El secretario leyó una nota del Sr. Jiménez de Cisneros, en que participa que el día 21 de Marzo, a las dos y treinta minutos de la tarde, se sintió en Alicante una trepidación de unos cuatro segundos, y el día 3 del corriente* [abril], *a las once y diez minutos de la mañana, otra fuerte sacudida de unos tres segundos de duración"* (Jiménez de Cisneros, Boletín citado, 1911, p. 168). Estos terremotos, percibidos en Alicante con una intensidad aproximada de grado IV, pues están calificados como "fuertes" (aunque al primero no lo califica, al segundo lo califica como "otra fuerte sacudida"), corresponden dos series distintas. El primero al fuerte sismo con epicentro en Cotillas, Murcia, que tuvo *"hundimiento de casas"* que recoge Galbis Rodríguez (1932, pp. 567-568) ocurrido hacia *"las 14h 10m (según algunos a las 14h 14m)"*, con intensidad de grado VIII (escala F.M.), inicio de una serie sísmica del *"21 al 29 de marzo"*, catalogado por Mezcua-Martínez Solares (1983, p. 49), ocurrido a las 14h 15m 35s, con intensidad máxima de grado VIII MSK. Y el segundo corresponde a la llamada serie sísmica de Lorquí, Murcia, extendida entre los días *"3 al 30 de abril"* (Galbis Rodríguez, 1932, pp. 568-569), siendo la primera sacudida (registra varias) del 3 de abril, ocurrida a las 11h 40m la más fuerte, calificada de *violenta*, mas a pesar de que dice que fue registrada por las Estaciones sismológicas de Cartuja, Tortosa y Barcelona es el único terremoto de la serie al que no asigna intensidad, un típico descuido de Galbis. Mejor catalogado se encuentra en el registro paramétrico de Mezcua-Martínez Solares (1983, p. 49) con cronología de 11h 11m 11s (compárese con la precisión de Jiménez de Cisneros y con el desvío horario de Galbis) e intensidad máxima de grado VIII MSK; ambos terremotos concuerdan con la calificación de "fuerte" en Alicante, situada a unos 70 km en línea recta tanto de Cotillas como de Lorquí.

Otra información que pudiéramos llamar "indirecta" la encontramos en una relación de sismos que publicó el P. Manuel María Sánchez-Navarro, jesuita a cargo de la Estación sismológica de Cartuja, y dedicado a una extensa labor de información sísmica en toda España. Pues bien, en el tantas veces citado Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural (1916, pp. 337-338) publica una relación de sismos sentidos en 1914 y escribe: *"6 de febrero.- En Alicante a las 14h se sintió una ligera oscilación, cuya dirección no pudo ser apreciada. Duración apenas 2 s., y ruido apre-*

ciable, según el señor Jiménez de Cisneros". Esto quiere decir: 1º Es obvio que nuestro autor dirigió su información directamente al sabio jesuita, a Granada. 2º. La apreciación personal de *"ligera oscilación"*, no registrada por ningún sismógrafo, cosa natural, hace que Galbis Rodríguez (1932, p. 598) se limite a copiar textualmente la cita anterior, sin más aditamento. 3º. Faltaban pocos meses para que la Estación u Observatorio sismológico de Alicante iniciara su actividad; fue exactamente el 23 de julio de 1914 (Galbis Rodríguez, 1932, p. 166). 4º. En el catálogo de Mezcua-Martínez Solares (1983) no aparece este sismo.

Nuestro sabio Daniel Jiménez de Cisneros envió a la Real Sociedad de Historia Natural una información sismológica y un artículo sísmico en el año 1907, dos informaciones más en 1909 y una en 1911, y publicó otro artículo, el más importante, en 1909, que hemos comentado por su interés. Además, de forma indirecta, aparece en el Boletín de la citada Sociedad otra información sismológica de 1914.

DISCUSIÓN

Las ideas sismológicas de Jiménez de Cisneros no podían ser otras que las que predominaban en la ciencia del momento histórico en que se desenvolvía, unas, certeras, otras, inseguras y falsas, ya que la Sismología Teórica no se desarrolló, lentamente, más que durante toda la primera mitad del siglo XX. Fueron sus pasos esenciales: la "teoría del rebote elástico" enunciada por Reid después de muchos años de estudio sobre el gran terremoto de San Francisco de 1906; siguió la teoría de A. L. Wegener acerca de la deriva de continentes, publicada en 1915 y traducida al español por el sabio sismólogo alicantino Vicente Inglada Ors (1923), teoría iniciadora de la tectónica de placas; por último la creación del concepto de magnitud en cada sismo, valor muy distinto de la intensidad, expuesta prácticamente por Richter con su famosa escala, tantas veces confundida con la intensidad. Ahora, a principios del siglo XXI, se sabe qué es un terremoto y por qué se produce, pero la ciencia sismológica tiene un inquietante y casi inalcanzable objetivo: la predicción sísmica (¿qué día ocurrirá un terremoto, en dónde y de qué magnitud?), objetivo hoy por hoy menos apasionante o menos práctico que la prevención sísmica (sabemos que en este territorio "x" se pueden producir terremotos de hasta una intensidad máxima de grado "y"; constrúyanse edificios y obras públicas conforme a normas sismorresistentes adecuadas a este parámetro y planéese la adecuada protección civil y edúquese a la población en tal aspecto).

Respecto a la actuación de Jiménez de Cisneros, debemos destacar su presencia en la prensa alicantina, casi como un apostolado científico, escribiendo contra el pánico colectivo que se había desatado por una larga serie sísmica en febrero de 1909. Tengamos en cuenta que el catastrófico terremoto de Mesina, Italia, del 28 de diciembre de 1908, con la espantosa cifra de 80.000 muertos, y la próxima aparición del cometa Halley despertaron en las poblaciones pánicos milenaristas, avivados por pseudo científicos extranjeros que pronosticaron para 1909 grandes terremotos.

Jiménez de Cisneros no envió más informaciones sismológicas que las que hemos enumerado. ¿Causa? El 23 de julio de 1914 empezó a funcionar en Alicante una Estación Sismológica, a cuyos sismogramas posiblemente se otorgaría por nuestro autor tan excesiva credibilidad que le inducirían a pensar que ya no se necesitaban descripciones relacionadas con observaciones personales. Pero si hoy viviera sabría bien cuán interesante son las observaciones humanas, macrosísmicas, en torno a terremotos sentidos, a pesar del alto grado de perfección que merecen hoy día los sismogramas con la ayuda de la informática.

CONCLUSIONES

Jiménez de Cisneros, erudito hombre de ciencia, informó, *bona fide*, con sus propias percepciones y otras indagaciones, sobre sismos sentidos en Alicante y Murcia. En sus informes atendía a lo que la ciencia sismológica del momento (años 1907-1911) demandaba: cronología de las sacudidas, en horas y minutos, intensidad de las vibraciones, duración y orientación de las mismas, percepción de ruidos sísmicos, sismos premonitorios y réplicas, daños producidos en viviendas, miedo y pánico colectivo. La Ciencia, lentamente, avanza con hombres como D. Daniel Jiménez de Cisneros.

AGRADECIMIENTOS

Doy mis más expresivas gracias al ingeniero geógrafo y sismólogo Dr. Julio Mezcua, quien enterado de que me disponía a estudiar en la Biblioteca del Instituto Geográfico Nacional el *Catálogo...* de Galbis, me obsequió con un ejemplar que poseía del mismo. ¡Una maravilla!

REFERENCIAS

Galbis Rodríguez, J. (1932): *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los Meridianos 5º E. y 20º W. de Greenwich y los Paralelos 45º y 25º N.* Madrid, Dirección General del Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística. 807 p.

Inglada Ors, V. (1923): *La génesis de los continentes y océanos, de A. L. Wegener.* (Traducción del alemán), Madrid, Revista de Occidente. 169 pp.

Mezcua, J. y J. M. Martínez Solares (1983): *Sismicidad del área ibero-mogrebí.* Madrid, Instituto Geográfico Nacional, Publicación 203. 301 pp.

Rodríguez de la Torre, F. (1999): Documentos del Observatorio de San Fernando y del Ministerio de Marina sobre instalación del primer sismógrafo en España. En: *100 años de observaciones sismológicas en San Fernando, 1898-1998*, Jornadas Científicas, 17 a 18 de Septiembre de 1998: 125-132.

Aportaciones de Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás (1863-1941) al conocimiento de la Paleontología de Murcia

G. Romero Sánchez[1], M. A. Mancheño Jiménez[1] y L. Sequeiros San Román[2]

1 Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Química. Universidad de Murcia. 30100 Murcia. gromero@um.es, cheno@um.es
2 Área de Filosofía. Facultad de Teología. Apartado 2002. 18080 Granada. lsequeiros@probesi.org

ABSTRACT

Palaeontological sites in the province of Murcia have been the subject of intense studies by naturalists and palaeontologists for several decades due to their fossil wealth, excellent outcrop conditions and the completeness of fossil successions. In this sense, a biographical study on Jiménez de Cisneros and his palaeontological research in Murcia, where he lived for twenty years is presented in this paper. The geologist Daniel Jiménez de Cisneros (1863-1941), born in Caravaca de la Cruz, started his paleontological studies in his natal area. His first palaeontological notes appeared at the beginning of century XX after his discovery of Jurassic fossils in the Sierra of Gavilán, to the West of Caravaca. He was one of the the most important studious of the geology and palaeontology of the SE of Spain in that time. In this work we are reviewing only their contribution to the paleontology of the area of Murcia.

Key words: *History of Paleontology, Jiménez de Cisneros, Murcia, Jurassic.*

INTRODUCCIÓN

Realizamos un recorrido por los principales yacimientos murcianos descubiertos por Daniel Jiménez de Cisneros, citados en sus numerosos trabajos. Estos fueron publicados mayoritariamente en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* entre 1904 y 1935, aunque hay que precisar que las primeras observaciones realizadas por el autor sobre la geología y paleontología del noroeste de la provincia de Murcia se remontan a 1882, año en el que se traslada de Lorca a Caravaca para fijar su residencia tras conseguir una plaza de maestro en el Colegio de la Santísima Cruz de su ciudad natal.

BREVE RESEÑA BIOGRÁFICA DE DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS

Daniel Jiménez de Cisneros nació en Caravaca de la Cruz (Murcia) el 16 de abril de 1863. A los tres años, a causa del trabajo de médico forense desempeñado por su padre, se trasladó a Huércal Overa y más tarde, en 1872, viajó a Lorca, ciudad en la que su familia fijaría definitivamente su residencia. A pesar de los continuos traslados a lo largo de su vida, Jiménez de Cisneros nunca perdió la relación con su ciudad natal en la que pasaba algunas temporadas estivales con relativa frecuencia.

Jiménez de Cisneros vivió diez años en Lorca, de 1872 a 1882. En su libro autobiográfico titulado *Por tierras de Murcia (1872-1892)* (Jiménez de Cisneros, 1935h) recuerda con todo detalle los sucesos nacionales más importantes que le tocó vivir: la abdicación de Amadeo de Saboya y la proclamación de la I República, el episodio del Cantón de Cartagena y el desenlace de la tercera guerra carlista, el pronunciamiento del General Pavía y, por último, la restauración de la monarquía con Alfonso XII. Estas anotaciones se entrelazan con otras de carácter más personal, como el periodo que pasó en la Escuela Superior de Alejandro Castillo, la muerte de su hermano José María en 1873 y la de su abuela materna poco después, las dificultades económicas por las que atravesó su familia esos años, etc. Dedica especial atención a recordar a amigos y enemigos de la infancia y rememora, con gran precisión, acontecimientos locales como las continuas revueltas de campesinos en Lorca y la tristemente famosa riada de Santa Teresa de octubre de 1879 que asoló buena parte de la provincia. Tampoco se libraron de su crítica mordaz los políticos y autoridades de la época.

Comenzó los estudios de bachillerato en el Instituto de Segunda Enseñanza de Lorca en 1875, obteniendo siempre brillantes calificaciones que le animaron a estudiar la carrera de Ciencias Naturales en la Universidad de Madrid. Fue precisamente durante sus años de bachiller cuando sintió brotar la vocación por la geología y la paleontología de manos principalmente de su querido profesor y gran amigo Francisco Cánovas Cobeño. Con él llevó a cabo sus primeras excursiones por los alrededores de la ciudad de Lorca, al tiempo que se contagió de la principal afición del lorquino: el coleccionismo de fósiles.

En 1882 vuelve nuevamente a fijar su residencia en Caravaca al obtener un puesto de maestro de Matemáticas, Geometría e Historia Natural en el Colegio de La Santísima Cruz, compaginando su trabajo con los estudios universitarios. Se preparaba por libre las distintas asignaturas de la carrera de Ciencias Naturales y viajaba a Madrid en las épocas de exámenes. Participó activamente en la vida social y cultural de la ciudad mediante conferencias, concursos de poesía y recitales literarios. En Caravaca vivió temporadas difíciles debido a las continuas retenciones de paga y al estricto régimen alimenticio al que se veía sometido junto con otros compañeros del colegio, que no tardaron en abandonar. Entre los sucesos que le tocó vivir es digno de mención la epidemia de cólera que llegó a la ciudad en el verano de 1885, lo que forzó su huida en busca de refugio a la Sierra del Gavilán, situada a pocos kilómetros al norte de Caravaca. Allí dedicó buena parte de su tiempo a recoger fósiles y a descubrir la geología del lugar. Un año después, en 1886, deja el colegio y se instala en Madrid para terminar la carrera, consiguiendo la licenciatura en junio de 1887.

En octubre de 1887 se incorpora al Colegio Politécnico de Cartagena como profesor de Matemáticas. En los cinco años que permaneció en esta ciudad Jiménez de Cisneros llevó a cabo una actividad incansable: consiguió el doctorado en Madrid, visitó numerosas minas, estudió el Mioceno de los alrededores de Cartagena e incluso llegó a participar en diversos concursos y juegos florares de la zona. En 1892 se presentó a las oposiciones a Cátedras de Instituto, obteniendo la plaza de Historia Natural en el Real Instituto de Jovellanos de Gijón después de brillantes ejercicios. En julio de ese año se despidió definitivamente de Cartagena, ciudad en la que, según el propio autor, pasó los cinco mejores años de su juventud. Tras doce años como profesor en el centro asturiano solicitó traslado al sur y consiguió plaza en el Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Alicante, donde desarrollaría la mayor parte de su vasta labor como científico y donde finalizaría su tarea como docente en 1933. Finalmente, fallece en Alicante en 1941 a los 77 años de edad.

JIMÉNEZ DE CISNEROS Y LA PALEONTOLOGÍA EN MURCIA

En uno de sus primeros trabajos, Jiménez de Cisneros (1903b) describe dos afloramientos liásicos poco conocidos hasta el momento que se localizan en las proximidades de la ciudad de Caravaca. El primero, situado entre Archivel y Caravaca, donde identifica gran cantidad de ammonites y explica con detalle las características más importantes de algunas especies (número de vueltas, ornamentación, tipo de sección, etc.); y el segundo, comprende una serie de calizas y margas del Lías-Cretácico Inferior localizado entre los ríos Argos y Quípar. En estos materiales cita numerosos ejemplares de ammonites, belemnites, equinodermos y braquiópodos. Son importantes sus aportaciones sobre el braquiópodo identificado por él como *Pygope diphyoides* y las observaciones acerca del uso de la parafina fundida como protector de los fósiles piritizados contra la acción del aire húmedo.

En un trabajo titulado *Sobre Geología del Sudeste de España* (Jiménez de Cisneros, 1906a) aporta una serie de noticias paleontológicas recogidas durante las excursiones que realiza por Albacete, Alicante y Murcia en esos años. Relata el descubrimiento de un diente de mastodonte en el Mioceno de Caravaca durante la ampliación del cementerio en 1884. Cuenta también la aparición en el Cuaternario de Murcia de un molar de 3 kg de peso que atribuyó a *Elephas primigenius* a partir de un dibujo que le enseñaron. Con el fin de facilitar más datos de cara a un posterior estudio de detalle sobre la geología murciana, afirma en este trabajo la existencia de una formación oolítica ferruginosa en los Baños de Mula y de un afloramiento de Albiense en los alrededores de Caravaca, de donde procede un ejemplar que él identifica como *Acanthoceras* que encontró años atrás.

Durante los cinco años que permaneció como profesor de Matemáticas en el Colegio Politécnico de Cartagena, realiza numerosas excursiones al Mioceno del pueblo de Canteras entre los años 1888 y 1891 (Jiménez de Cisneros, 1909i). Sus observaciones las da a conocer en el Primer Congreso de Naturalistas Españoles celebrado en Zaragoza en octubre de 1908.

Entre 1907 y 1920 aparecen varios trabajos sobre la geología del noroeste de la provincia de Murcia fruto de las numerosas excursiones realizadas durante su estancia en Caravaca como profesor primero y, posteriormente, durante sus frecuentes visitas estivales una vez instalado en Alicante. En estas notas, publicadas en su mayoría en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, el autor cita la presencia de ammonites jurásicos en un gran número de localidades (Calar de Mairena, Sierra del Gavilán, Solana de Trigueros, Barranco del Tollo, Las Losillas), llegando incluso a corregir las observaciones realizadas años atrás por el geólogo francés Nicklés. Entre los descubrimientos más sobresalientes destaca el yacimiento del Jurásico Superior de Las Losillas y el paraje del Collado de la Plata, próximo al término municipal de Moratalla (Jiménez de Cisneros, 1911b). En este trabajo describe asimismo el abundante contenido fósil procedente de las calizas margosas y margas de los Miravetes, paraje situado en el barranco del Tollo, donde enumera más de 20 especies distintas de fósiles del Neocomiense entre cefalópodos, gasterópodos y braquiópodos. Aporta también un corte estratigráfico desde el Calar de Siete Peñones hasta el Río Argos, además del dibujo de un par de fósiles de identificación dudosa. Posteriormente, Jiménez de Cisneros aborda el estudio varias especies nuevas o poco conocidas hasta ese momento en el Jurásico español. En Murcia describe numerosos yacimientos situados en la transversal Caravaca-Cehegín: Cañada Lengua, Mai Valera y Barranco de Los Nebros (Jiménez de Cisneros, 1918a).

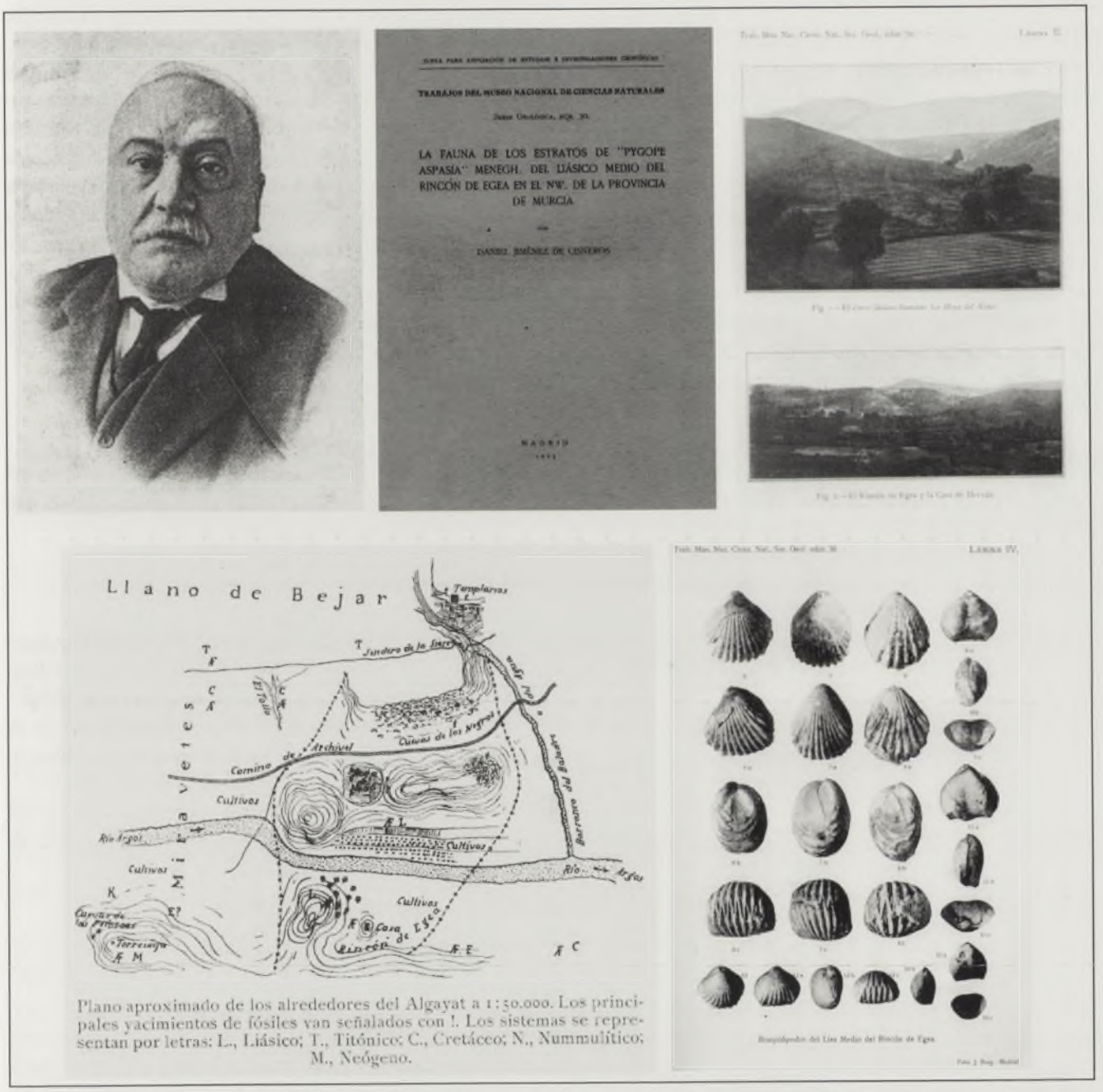


FIGURA 1. *(De izquierda a derecha y de arriba abajo). Retrato de Daniel Jiménez de Cisneros y portada con ilustraciones de uno de sus principales trabajos paleontológicos: La fauna de los estratos de "Pygope Aspasia" Menegh del Liásico Medio del Rincón de Egea en el NW de la provincia de Murcia.*

Sin duda, uno de los trabajos más emblemáticos de Jiménez de Cisneros es el estudio y reconocimiento de la fauna procedente del yacimiento del Lías medio de Rincón de Egea, situado al SW de la ciudad de Caravaca junto al Río Argos (Figura 1). Este yacimiento fue objeto de una detallada monografía en la que se describen cincuenta especies de braquiópodos de las que ocho fueron definidas como nuevas (Jiménez de Cisneros, 1923e). El trabajo, publicado en la *Serie Geológica de los Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales*, constituye una de las principales aportaciones paleontológicas del autor.

En su empeño por avanzar en el conocimiento de la geología del SE, Jiménez de Cisneros comienza a revisar las investigaciones de autores anteriores en la transversal Orihuela-Murcia, aunque no llega a aportar datos paleontológicos. Con el tiempo llevará a cabo numerosas excursiones por el NE de la provincia de Murcia, centradas fundamentalmente en el término de Abanilla. Su intención era la de cubrir una notable laguna de conocimiento estratigráfico, ya que esta zona estaba muy mal tratada en el Mapa Geológico de España. Los yacimientos del Lías medio estudiados en este sector son: Cantón de Abanilla, Fuente del Algarrobo,

Moleta de Togores, Quivas, Rabillo de Quivas y Sierra de la Espada (Jiménez de Cisneros, 1920a). Cada uno de ellos incluye una lista faunística compuesta casi exclusivamente por braquiópodos, aunque también aparecen ammonites y, en menor medida, algunas especies raras de gasterópodos y bivalvos.

En Jiménez de Cisneros (1923b), el autor presenta una lista de 19 yacimientos con fósiles del Toarciense, confirmando así las sospechas que su colega Fallot había formulado sobre la presencia de esta edad en Murcia. La mayoría pertenecen a Caravaca pero también hay yacimientos en Moratalla y en el norte de Lorca. La única referencia que conocemos para su localización es el topónimo, ya que Jiménez de Cisneros no aporta ningún dato más sobre la ubicación exacta de los afloramientos estudiados.

Las últimas excursiones por tierras murcianas las realiza en 1923, año en el que visita y describe los afloramientos de la Fuente de la Zarza y la Sierra de Quibas, ambos en Abanilla. En el primero cita abundantes fósiles (bivalvos y braquiópodos) del Lías medio bastante fragmentados y con síntomas evidentes de haber sufrido un transporte importante. Finalmente, en su monografía sobre la geología de la Sierra de Quibas (Jiménez de Cisneros, 1924i), aporta tres fotografías y una lista de los principales fósiles que recolecta.

CONCLUSIONES

A pesar de las observaciones previas realizadas por Verneuil y Collomb (1857) y Nicklès (1896), Jiménez de Cisneros es sin duda el auténtico descubridor de gran parte de los yacimientos paleontológicos mesozoicos de Murcia.

A pesar de que en la mayoría de sus trabajos el objetivo fundamental es la caracterización estratigráfica en el espacio y en el tiempo de los materiales, Jiménez de Cisneros es el primer autor que realiza estudios eminentemente paleontológicos en esta provincia. Entre su vasta producción científica encontramos trabajos en los que la descripción y diagnosis de la morfología de las especies adquiere la máxima importancia, incluyendo en ocasiones figuras de los fósiles, especialmente si se trataba de nuevos taxones, así como referencias a los lugares donde fueron recolectados. Descubrió numerosos yacimientos de Caravaca y Abanilla en una gran cantidad de publicaciones que constituyen básicamente crónicas de sus excursiones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda prestada por los responsables del Archivo Histórico Municipal de Lorca y Archivo Municipal de Caravaca de la Cruz.

REFERENCIAS

Nicklés, R. (1896): Sur les terrains secondaires des provinces de Murcie, Almeria, Granade et Alicante. *Comptes Rendus de l´Académie des Sciences de Paris*, 122: 550 p.

Romero, G. (2004): *El Patrimonio Paleontológico de la Región de Murcia*. Tesis Doctoral, Univ. de Murcia, 411 p. (inédita).

Verneuil, E. de y Collomb, E. (1857): Resultats d´un voyage dans l´ancien royaume de Murcie. *Comptes Rendus de l´Académie des Sciences de Paris*, 44.

Sobre la correspondencia entre Daniel Jiménez de Cisneros y Guillermo Colom Casasnovas

J. Usera, A. García-Forner, J. Guillem y C. Alberola

Departamento de Geología, Universidad de Valencia. Dr. Moliner, 50. 46100, Burjassot, Valencia. Juan.Usera@uv.es, Anna.Garcia@uv.es, Jorge.Guillem@uv.es

ABSTRACT

The discovery of two postcards from Daniel Jiménez de Cisneros adressed to Guillermo Colom and found among his correspondence, in the Museo de Historia Natural de Baleares, in Soller, Mallorca, connects four prestigious geologists of this epoch (Daniel Jiménez de Cisneros, Guillermo Colom, Bartolomé Darder Pericás and Paul Fallot). Some of them, like Daniel Jiménez de Cisneros, already well recognized, some others both young and with a brilliant scientific activity and, finally, a young Colom, who has just published his first paper about fossil foraminifera and seeks advice in his letters from the specialist of this moment, and who in the future will actually drive the spanish micropaleontology.

***Key words**: History of Geology, Correspondence, Jiménez de Cisneros, Guillermo Colom.*

INTRODUCCIÓN

Los comienzos del Siglo XX marcan, para las Ciencias Geológicas, un importante avance sobre las concepciones clásicas en tectónica y geología estructural y sobre todo en lo relacionado con las cadenas alpinas, defendidas por Lugeon o Kilian y que luego continuarían Fallot, Staub, Suess, etc.

Este ambiente de gran actividad científica lleva a los geólogos de la época a desarrollar una frecuente actividad epistolar, a realizar largos viajes a otros países para confirmar sus hipótesis, recoger material para sus estudios o reunirse en simposios o congresos con otros investigadores, para exponer y escuchar los resultados de los últimos trabajos de la comunidad científica.

En el año 1926 tiene lugar en Madrid el XIV Congreso Geológico Internacional (Fig. 1) y en él van a reunirse las principales figuras de la geología a nivel mundial, algunos ya consagrados por los resultados de sus trabajos y otros, cuyos nombres sonarán con insistencia en años posteriores.

Entre los geólogos que presentaron sus comunicaciones encontramos a Daniel Jiménez de Cisneros, ya consagrado como geólogo y paleontólogo; Paul Fallot, Catedrático de Geología y Director del Instituto de Geología Aplicada en la Universidad de Nancy y Bartolomé Darder Pericàs, Catedrático de Agricultura en el Instituto de Tarragona, que desde 1913 venía publicando numerosos trabajos sobre tectónica, principalmente de Mallorca.

Por último, y aunque no asistiese al evento del Congreso Geológico Internacional en Madrid los días 23 al 31 de mayo, Guillermo Colom (Fig. 2), de Sóller en Mallorca,

FIGURA 1. *Inauguración de XIV Congreso Geológico Internacional con sede en Madrid (1926) por S.M. Alfonso XIII.*

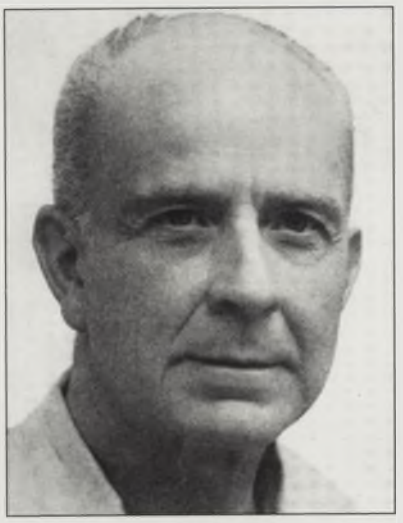


FIGURA 2. *Guillermo Colom (1900-1993).*

se unirá a los congresistas en el transcurso de la excursión C-5 en Mallorca.

La revisión de la correspondencia de Guillermo Colom, depositada en el Museo de Historia Natural de Baleares de Sóller, en Mallorca, aportó dos tarjetas postales de Daniel Jiménez de Cisneros dirigidas a Colom. A pesar de su escueto contenido, nos orientan a la hora de establecer las relaciones entre dos generaciones de científicos trabajando sobre el territorio español, en regiones casi vírgenes de estudios geológicos.

MATERIAL

Dos tarjetas postales (Figuras 3 y 4) fechadas el 26 de enero y el 12 de marzo de 1926 nos muestran la corta correspondencia, al menos conocida hasta la fecha, entre Daniel Jiménez de Cisneros y Guillermo Colom Casasnovas.

En la primera de ellas (Fig. 3), Jiménez de Cisneros agradece el envío, por parte de Colom de una serie de ejemplares del Lías de Mallorca. Aunque en la misiva no se especifica el grupo de organismos de que se trata, parece posible, por lo indicado en la siguiente tarjeta postal, que sean braquiópodos.

Es curiosa la referencia de Jiménez de Cisneros al Devónico de Mallorca, que debe confundir con el de Menorca, y el apuro de Guillermo Colom ante esta situación.

Hasta el momento no se ha podido encontrar entre las colecciones de Colom el material al que hace referencia la carta: Nummulites y otros foraminíferos del Eoceno de Agost (Alicante) y otros fósiles del Lías medio, de localidad indeterminada.

En la segunda carta, fechada en Alicante el 12 de marzo de 1926 (Fig. 4), clasifica las especies de Braquiópodos enviadas por Colom, haciendo también referencia a una nota corta sobre ellas, para la Sociedad Española de Historia Natural (Jiménez de Cisneros, 1926c).

A continuación le propone el envío de algunos ejemplares del foraminífero *Heterostegina costata* D'Orbigny, de la zona de Las Atalayas, al sur de Alicante y del Campo de Cartagena.

Por último, se hace referencia al muy improbable encuentro en Mallorca durante la excursión C-5 del Congreso Geológico Internacional.

EL ENCUENTRO REAL Y VIRTUAL DE CUATRO GRANDES FIGURAS DE LA GEOLOGÍA Y DE LA PALEONTOLOGÍA

El último párrafo de la carta del 12 de marzo reúne a nuestro parecer a cuatro grandes geólogos y paleontólogos del momento:

Daniel Jiménez de Cisneros (1863-1941), Catedrático del Instituto Nacional de Enseñanza Media de Alicante, con 63 años de edad en ese momento y autor de numerosos trabajos sobre la Geología de las provincias de Alicante y Murcia.

D 034055

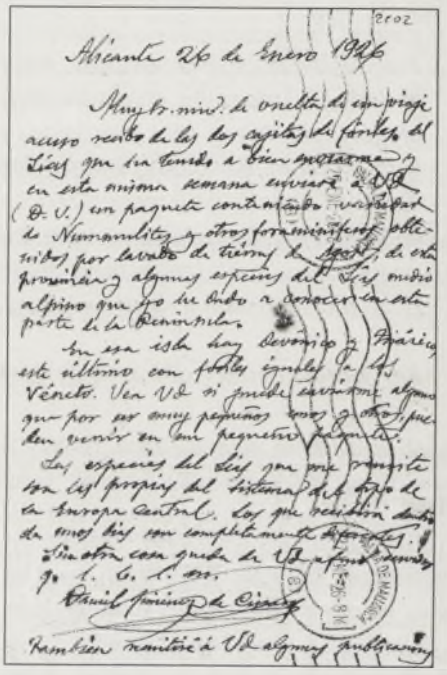
TARJETA POSTAL

Isla de Mallorca

Al Sr. D. Guillermo Colom

Isabel II - 21-23

Sóller


Alicante 26 de Enero 1926

Muy Sr. mio: de vuelta de mi viaje acuso recibo de las dos cajitas de fósiles del Lías que ha tenido a bien enviarme y en esta misma semana enviaré a Ud (D. V.) un paquete conteniendo variedad de Numunulites y otros foraminíferos obtenidos por lavado de tierras de Agost, de esta provincia y algunas especies del Lías medio alpino que yo he dado a conocer en esta parte de la Peninsula.

En esa isla hay Devónico y Triásico, este último con fósiles iguales a los Véneto. Vea Ud si puede enviarme alguno que por ser muy pequeños unos y otros, pueden venir en un pequeño paquete.

Las especies del Lías que me remite son las propias del sistema del tipo de la Europa Central. Los que recibirá dentro de unos dias son completamente diferentes.

Sin otra cosa queda de Ud afmo. Servidor q. l. b. l. m.

Daniel Jiménez de Cisneros

También remitiré a Ud algunas publicaciones.

Alicante 26 de Enero 1926

Muy Sr. mio: de vuelta de mi viaje acuso recibo de las cajitas de fósiles del Lias que ha tenido a bien enviarme y en esta misma semana enviaré a Ud (D.M.) un paquete conteniendo variedad de Nummulites y otros foraminíferos obtenidos por lavado de tierras de Agost, de esta provincia y algunas especies del Lías medio alpino que yo he dado a conocer en esta parte de la Peninsula.

En esa isla hay Devónico y Triásico, este último con fósiles iguales a los Véneto. Vea Ud si puede enviarme alguno que por ser muy pequeños unos y otros, pueden venir en un pequeño paquete.

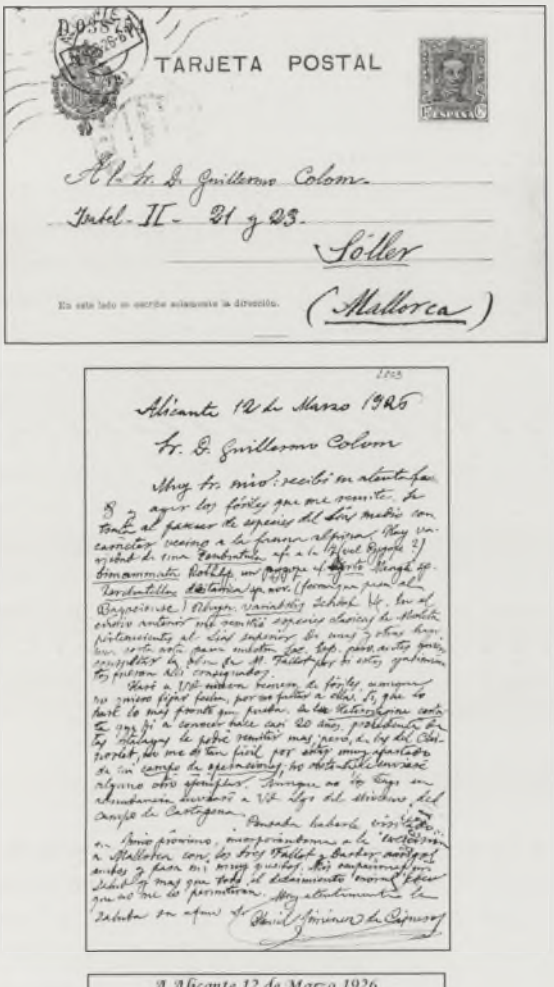
Las especies del Lias que me remite son las propias del sistema del tipo de la Europa Central. Los que recibirá dentro de unos dias son completamente diferentes.

Sin otra cosa queda de Ud afmo. Servidor q. l. b. l. m.

Daniel Jiménez de Cisneros

También remitiré a Ud algunas publicaciones.

FIGURA 3. *Anverso (a), reverso (b) y transcripción (c) de la primera postal remitida por Jiménez de Cisneros a Colom el 26 de enero de 1926.*



TARJETA POSTAL

Alicante 12 de Marzo 1926

Sr. D. Guillermo Colom

Muy Sr. mio: recibí su atenta fecha 8 y ayer los fósiles que me remite. Se trata al parecer de especies del Lias medio con carácter vecino a la forma alpina. Hay variedad de una Terebratula af. a la T.(ver Pygope?) binammata Rothlp. un Pygope cf. Mirto Menegh sp. Terebratella deltanica sp. Nov. (forma que pasa al Bajociense) Rhyn. Variabilis Schlot.. En el envio anterior me remitió especies clasicas de Moleta pertenecientes al Lias superior. De unas y otras hago una corta nota para nuestra Soc. Esp. pero antes quiero consultar la obra de M. Fallot por si estos yacimientos fueron alli consignados.

Haré a Ud nueva remesa de fósiles, aunque no quiero fijar fecha, por no faltar a ella. Si, que lo haré lo mas pronto que pueda. De la Heterostegina costata que di a conocer hace casi 20 años, procedente de las Atalayas le podré remitir mas; pero de las del Cinorlet, no me es tan facil por estar muy apartado de mi campo de operaciones; no obstante le enviaré alguno otro ejemplar. Aunque no los tengo en abundancia enviaré a Ud algo del Mioceno del campo de Cartagena.

Pensaba haberle visitado en Junio próximo, incorporándome a la excursión a Mallorca con los Sres. Fallot y Darder, amigos ambos y para mi muy queridos. Mis ocupaciones, mi salud y mas que todo el decaimiento moral creo que no me lo permitirán. Muy atentamente le saluda su afmo. S.

Daniel Jiménez de Cisneros

FIGURA 4. *Anverso (a), reverso (b) y transcripción (c) de la segunda postal remitida por Jiménez de Cisneros a Colom el 12 de marzo de 1926.*

FIGURA 5. *Paul Fallot (1889-1960).*

FIGURA 6. *Bartolomé Darder (1894-1944).*

FIGURA 7. *Participantes en la excursión C-5 en la isla de Mallorca.*

Tal como aparece referido por Bataller (1929-1930) en el catálogo de trabajos presentados al XIV Congreso Geológico Internacional, Jiménez de Cisneros presentó una comunicación referente al Lías medio alpino del SE de España.

Paul Fallot (1889-1960), Catedrático de Geología en la Universidad de Nancy, contaba entonces 37 años. Por las notas necrológicas y biográficas de Fontboté (1960) y Hernández Pacheco (1962) sabemos que fue alumno de Lugeon y de Kilian, el primero, gran investigador de la tectónica Alpina y el segundo, un famoso especialista en Estratigrafía de Mesozoico y del Cenozoico. Fue a raíz del estudio de unos fósiles del Albiense de Mallorca, encargado por Kilian en 1910, cuando Fallot (Fig. 5) comienza a interesarse por la geología de Mallorca, iniciando en 1911 su primera campaña en la Isla que luego se completaría con su Tesis Doctoral y numerosos artículos. Entre sus publicaciones aparecen algunas firmadas con Darder (Fallot y Darder Pericàs, 1926; Darder Pericàs y Fallot, 1926a, 1926b, 1927) y también con Colom (Fallot *et al.*, 1950, Fallot *et al.*, 1950a, 1950b), pero no con Jiménez de Cisneros, aunque si consta que se conocían y escribían con relativa frecuencia.

Bartolomé Darder (1894-1944), Catedrático de Agricultura en el Instituto de Enseñanza Secundaria de Tarragona durante 1913 (Fig. 6), conoció a Paul Fallot y de esta fecha datan sus primeras publicaciones sobre la Geología de Mallorca (Darder Pericás, 1913). Aunque en sus interpretaciones sobre la geología de esta Isla no siempre coincidieron, se guardaron mutuo respeto y admiración, siendo frecuentes los viajes de Darder a Francia. La mayor parte de sus publicaciones tratan sobre la geología de Mallorca y también sobre temas relativos a la hidrogeología. La Guerra Civil española de 1936, truncó su carrera profesional y a su muerte en 1944 se publicaron sus obras póstumas sobre la geología de Valencia y zona norte de Alicante (Darder, 1945) y una historia de los conocimientos geológicos sobre Mallorca (Darder, 1947). Con respecto a Colom, su amistad fue también notable y en todo momento consideró la necesidad de que dedicase sus esfuerzos al estudio de los microfósiles, lo que consideraba imprescindible para el establecimiento de las edades de las rocas sedimentarias.

Por último, Guillermo Colom (1900-1993) (Fig. 2), Bachiller, Doctor Honoris Causa por la Universidad Autónoma de Barcelona, miembro de varias academias de ciencias y sociedades científicas y con numerosas distinciones acumuladas a lo largo de su dilatada carrera (Molina, 2003), había conocido a Darder y a Fallot en 1918 y tras animarle ambos a iniciarse en el estudio de los microfósiles, marcha a París (1926) y a Estrasburgo (1927) donde estudiará con Cayeux y Lapparent. Su primer trabajo (Colom, 1926), coincide con la fecha de la celebración del Congreso Geológico Internacional de Madrid y también con la correspondencia con Jiménez de Cisneros. Aunque no es coautor de ninguna publicación con este último ni con Darder, si hay muchas referencias en los agradecimientos de sus trabajos al geólogo mallorquín, quien le proporcionó numeroso material de la zona de Valencia y Alicante.

CONCLUSIONES

El momento histórico que reflejan las dos misivas de Jiménez de Cisneros a Colom es la imagen de un momento importante dentro de la historia de la geología de España.

Por una parte, Daniel Jiménez de Cisneros, científico de renombre, ya en su madurez, ocupado en la docencia de la Enseñanza Secundaria, pero también activo investigador de la geología y paleontología de Alicante y Murcia; amigo de dos jóvenes geólogos Fallot y Darder a los que conoce por sus trabajos en las Cordilleras Béticas y que, sobre todo en el caso de Fallot, ampliarán y revisará sus propios trabajos.

Por último, Guillermo Colom, acaba de publicar su primer trabajo y siente una gran admiración hacia el profesor de Alicante al que solicita consejo y opinión sobre los fósiles de Mallorca, y mantiene una relación mayor y más próxima con Fallot y Darder.

El encuentro entre los cuatro geólogos no llegó a realizarse en 1926. Jiménez de Cisneros se disculpa, por su salud y decaimiento moral, posiblemente por la muerte de su hijo mayor, por no poder asistir a la Excursión C-5 a Mallorca del Congreso Geológico Internacional (Fig. 7). Sin embargo, el joven Colom, acompaña a sus amigos y a los demás participantes en el recorrido por la Isla, iniciando de esta manera sus relaciones internacionales y comprometiéndose con sus estudios de micropaleontología, desde entonces hasta su última publicación (Colom, 1994), un año después de su muerte.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por los proyectos: REN 2002-03272 del Ministerio de Ciencia

y Tecnología. Dirección General de Investigación y GV 04B629 de la Consellería de Cultura Educación y Deporte de la Generalitat Valenciana. Queremos agradecer la colaboración de la Dra. Mª José Comas Renjifo, de José Francisco Baeza Carratalá y al Archivo Universitario de Granada.

REFERENCIAS

Bataller, J. R. (1929-1930): Communications se réferrant aux Pays Catalans. *Le XIV Congrés Géologique International et les excursions dans la Région Catalane*. Première Partie, 31.

Colom, G. (1926): Nota sobre las *Amphistegina, Miogypsina* y *Lepidocyclina* del Burdigaliense de Mallorca. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 28 (7), 287-291.

Colom, G. (1994): Sobre la presencia de organismos esferoidales "incertae sedis" en el Jurásico-Cretácico de las Baleares. *Revista Española de Micropaleontología*, 26 (3): 5-23.

Darder, B. (1945): Estudio geológico del Sur de la Provincia de Valencia y Norte de la de Alicante. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 57: 369-837.

Darder, B. (1947): Història de la coneixença geològica de l'Illa de Mallorca. *Biblioteca Les Illes D'Orr*, 28: 1-185.

Darder Pericás, B. (1913): *Los fenómenos de corrimiento en Felanix (Mallorca)*. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Geología, 6: 13-22.

Darder Pericás, B. y Fallot, P. (1926a): *La isla de Mallorca*. Guía de la Excursión C-V del XIV Congreso Geológico Internacional. Madrid: 1-113.

Darder Pericás, B. y Fallot, P. (1926 b): *L'Île de Majorque*. Guide du XIV Congrès Géologique International. Excursión C-5: 1-113.

Darder Pericás, B. y Fallot, P. (1927): XIV Congrés Geològique Internacional. Expedicions geològiques a les terres catalanes: expedició C-5. *Ciencia*, 2: 574-583 y 693-704.

Fallot, P. y Darder Pericás, B. (1926): Observaciones geológicas en la región central de la isla de Mallorca. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 26: 488-498.

Fallot, P., Solé, L. y Colom, G. (1950): Sur le bassin Néogène du sud de la Sierra Nevada. *Comptes Rendus des Séances de l'Accadémie des Sciences, Paris*. Séance 15 mai. 230: 1625-1627.

Fallot, P., Solé, L., Colom, G. y Birot, P. (1950a): Sur le Néogène des bassins de Guadiana Menor et Baza. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Paris*. Séance 15 mai. 230: 1717-1720.

Fallot, P., Solé, L., Colom, G. y Birot, P. (1950b): Sur l'âge des couches de Baza et de la formation de Guadix (Province de Grenade). *Comptes Rendus des Séances de l'Accadémie des Sciences, Paris*. Séance 4 Sept., 231: 504-507.

Fontboté, J. M. (1960): Paul Fallot (1889-1960): *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 71: 13-39.

Hernández Pacheco, F. (1962): Paul Fallot (1889-1960). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (G.)*, 60: 5-10.

Molina, E. (2003): Guillermo Colom, gran pionero de la Micropaleontología española. In: *Guillem Colom Casasnovas, naturalista i geòleg: Pioner i mestre de la Micropaleontologia espanyola* (Ed. G. Mateu). Universitat de les Illes Balears: 79-88.

GEODINÁMICA Y ESTRATIGRAFÍA

Consideraciones hidrogeológicas de la Cueva de las Calaveras (Benidoleig, Alicante)

J. M. Andreu[1], J. C. Cañaveras[1,2], J. M. Castro[3], A. Estévez[1], M. Fernández-Mejuto[4], J. A. Hernández Bravo[1,4], M. López-Arcos[1] y L. Rodríguez-Hernández[4]

1 Dpto. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apdo. Correos, 99. 03080 Alicante. Andreu.Rodes@ua.es
2 LPA. Unidad Asociada CSIC - UA. y Dpto. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apdo. Correos, 99. 03080 Alicante. Andreu.Rodes@ua.es
3 Dpto. Geología. Universidad de Jaén. Paraje Las Lagunillas, s/n Edif. 5. 23071 Jaén.
4 Dpto. Ciclo Hídrico. Excma. Diputación Provincial de Alicante. Avda. Orihuela, 123. Alicante.

ABSTRACT

The existence of water in the Calaveras Cave has had special significance all through his history. However flow variations in this karstic spring have made that the inhabitants of this area trying to increase the flow, but it has not always been successful. This cave has been considered as a discharge point of the Solana de la Llosa aquifer. However the higher altitude of Calaveras spring according to the regional piezometric level is not very easy to explain. In this paper, inspired on the work made by Jiménez de Cisneros in 1932, we try to stablish a conceptual hydrodynamic model of this karstic spring. The presence of a small thick marls and a fault system can explain how it work the Calaveras spring and the existence of small lagoons inside. Finally, the chemistry of the water was monitored throughout 1990. The water fits within the framework of the calcium-bicarbonates facies, which are maintained over this period.

Key words: *Calaveras Cave, karst, karstic spring, hydrogeochemistry, Alicante.*

INTRODUCCIÓN

La Cueva de Benidoleig, también conocida como de las Calaveras, es, junto con la Cueva de Canelobre y Cueva del Rull, una de las cavidades naturales más representativas de la provincia de Alicante. Se encuentra situada a menos de 1 km al E de la localidad de Benidoleig, concretamente en la carretera CV-731 que une las poblaciones de Benidoleig y Pedreguer (Fig. 1).

Probablemente debido a su excelente ubicación, situada al pie de la Sierra de Seguilí a una cota de aproximadamente 90 m s.n.m. y ligeramente por encima del valle del río Girona, a las amplias dimensiones de su parte inicial y, por último, a la existencia de agua de buena calidad para el consumo humano, la cavidad de Benidoleig ha sido ampliamente utilizada por el hombre desde muy antiguo. Así, existen numerosos vestigios de ocupación desde el Paleolítico, que evidencian su utilización como refugio, como lugar de enterramientos, como santuario, o como lugar de asentamiento y hábitat al ofrecer comodidad y disponibilidad de agua.

Las primeras exploraciones de la cueva se llevaron a cabo en el siglo XVIII. Con ellas se pretendía esclarecer si por el interior de la cavidad discurría un caudaloso río. Así Cavanilles, al hacer la descripción de su visita a la cavidad comenta "*... me acompañaba uno de los que entraron en 1795 a registrar las entrañas del monte, y a verificar si corría o no por ellas el soñado y caudaloso río que los llenó de entusiasmo.*". Fue en uno de esos recorridos prospectivos para el aprovechamiento de aguas cuando descubrieron restos óseos humanos (un total de doce calaveras), hallazgo por el que comenzó a conocerse y denominarse como "Cueva de las Calaveras".

Entre las primeras descripciones geológicas de la Cueva se encuentra el trabajo que D. Daniel Jiménez de Cisneros realizó en el año 1932, como resultado de su visita a la cavidad por invitación expresa de D. José Senent, Inspector de Primera Enseñanza. Además de la descripción del itinerario y de las características del endokarst, Jiménez de Cisneros indicó la presencia de orbitolinas, lo que constataba una edad cretácica para los materiales en los que se desarrolla la cavidad.

A principios del siglo XX comenzaron a realizarse algunas visitas turísticas. Tal como apuntaba Jiménez de Cisneros (1932) "*... con muy poco gasto, pudiera construirse un cómodo sendero y el pequeño puente sobre el primer estanque, así como la exploración detenida de la parte que puede seguir a la segunda angostura. La iluminación con unas cuantas lámparas eléctricas y dos o tres focos en los puntos más bellos, harían de esta cueva un lujar justamente*

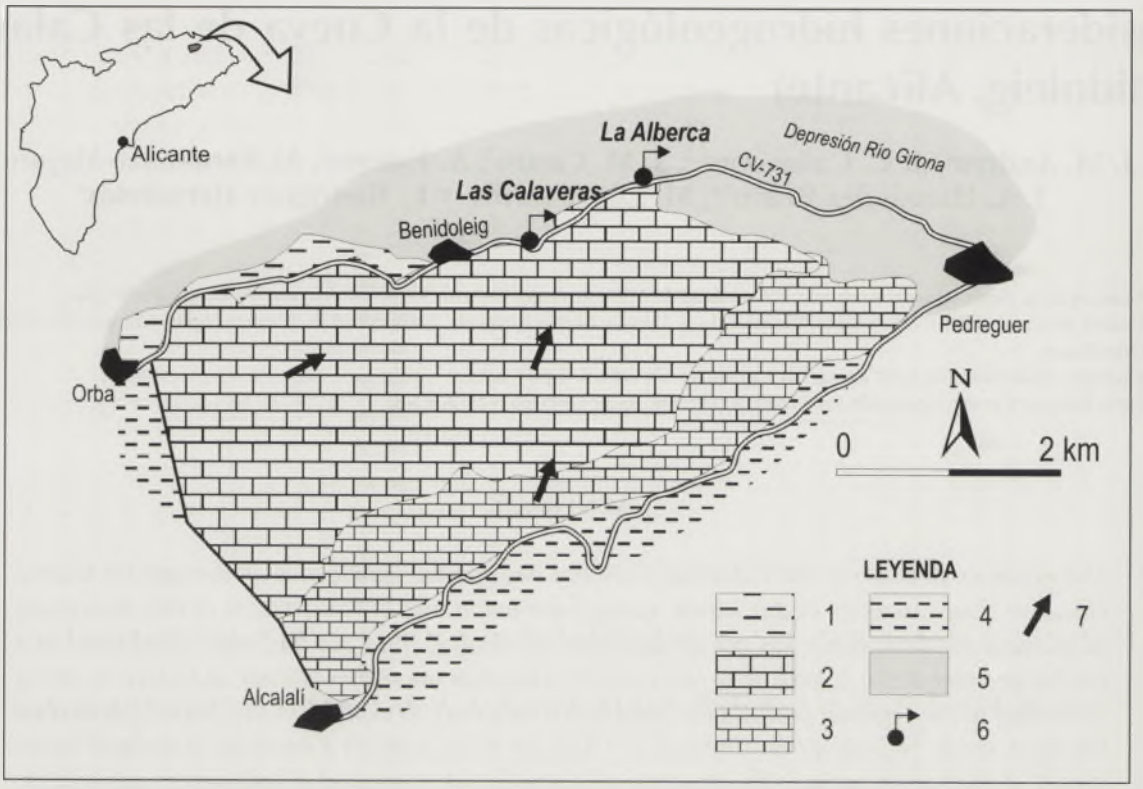


FIGURA 1. *Situación geográfica y esquema geológico del acuífero Solana de la LLosa. Leyenda: 1. Margas (Cretácico inferior); 2. Calizas (Cretácico); 3. Calizas (Paleógeno): 4. Margas (Mioceno); 6. Depósitos detríticos (Cuaternario); 6. Manantial; 7. Dirección del flujo en régimen natural.*

visitado por el turismo". Sin embargo, tuvo que pasar el periodo de la Guerra Civil, en la que se utilizó como polvorín, y varias décadas más, para que se acondicionase y se abriera definitivamente al público tal y como se visita hoy.

EMPLAZAMIENTO GEOLÓGICO

Desde el punto de vista geológico, la Sierra de Seguilí, en la que se encuentra la Cueva de las Calaveras, se ubica en el Prebético Interno. Se trata de un relieve originado por una estructura de anticlinal poco apretado con un eje de dirección NNW-SSE que buza hacia el S y con flancos que buzan alrededor de 40º. La estructura está afectada por fallas normales de dirección NS y E-W de escaso salto.

El relieve está formado por una sucesión de materiales sedimentarios de más de 800 m de potencia y origen marino, en la que predominan las rocas carbonáticas de edad neocomiense a Mioceno Inferior (Fig. 2). La mayor parte de la Sierra está constituida por rocas de edad Cretácico Inferior, depositadas en diversos ambientes de plataforma carbonatada somera, con predominio de calizas con corales y rudistas (destaca la Fm Seguilí, que toma su nombre de estos afloramientos). Además, también es de destacar la presencia de una formación de margas con ammonites (Fm Almadich), infrayacente a la Fm Seguilí (Castro, 1998; Ruiz-Ortiz y Castro, 1998).

La serie estratigráfica se inicia con un primer tramo, de unos 100 m, compuesto por margas y margocalizas, pertenecientes a la formación Los Villares y al miembro inferior de la Fm Llopis, cuya edad abarca desde el Valanginiense al Barremiense Superior. Sobre ellas se dispone un paquete de 60 m de calizas masivas con corales seguido por calizas bien estratificadas con rudistas del miembro superior de la Fm Llopis, del Aptiense Inferior. Continúa la sucesión con 40 m de margas y margocalizas con ammonites de la Fm Almadich, de edad Aptiense Inferior-Medio. La serie cretácica continúa con un conjunto de materiales mayoritariamente carbonáticos que sobrepasan los 600 m de potencia y en el que se ha podido constatar la presencia de las formaciones Seguilí, Sácaras, Jumilla y Caliza de Jaén (Castro, 1998), de edad Aptiense Superior-Albiense basal, Albiense Inferior-Medio, Albiense Superior y Albiense terminal-Cenomaniense Inferior, respectivamente. Desde el punto de vista litológico son muy representativas las calizas con corales y rudistas (Fms. Seguilí y Jumilla), así como las facies de calcarenitas con orbitolinas y margas (Fms. Sácaras y Caliza de Jaén). En la parte inferior de este conjunto calcáreo, y más concretamente en la formación Seguilí es donde se ha formado la Cueva de las Calaveras. Sobre la serie cretácica y en discordancia descansa una serie de más de 50 m de edad paleógena (Eoceno-Oligoceno) compuesta mayoritariamente por calizas bioclásticas

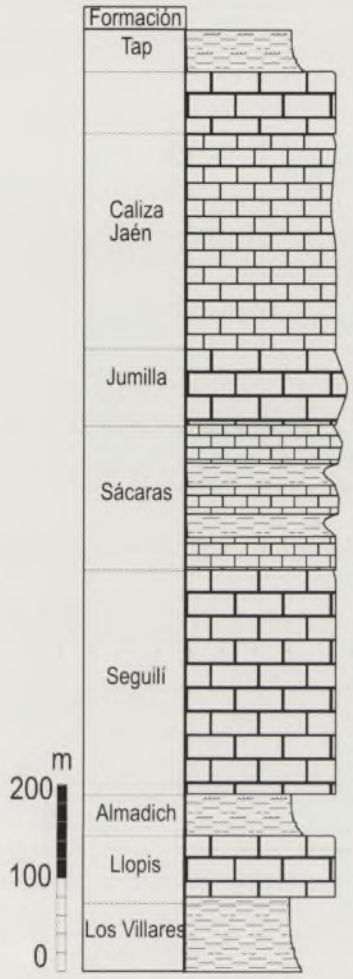


FIGURA 2. *Columna estratigráfica sintética de la Sierra de Seguilí.*

y calcarenitas. La serie finaliza con un tramo de margas del Mioceno Inferior.

RASGOS MORFOLÓGICOS

La cavidad, emplazada en materiales cretácicos (Fm Seguilí), se presenta en su parte inicial (abierta al público) como una galería, de unos 400 m de recorrido, moderadamente sinuosa y con una altura media de unos 10 m, que disminuye al ir avanzando. Este tramo inicial finaliza con un paso estrecho que comunica con otro nivel de la cavidad, situado varios metros por debajo en la que aparece el estanque de agua denominado "toll blau".

A lo largo del recorrido es posible reconocer diversos espeleotemas (estalactitas, estalagmitas, coraloides), si bien el rasgo kárstico más destacable corresponde a sus preciosas cúpulas, de diámetro variable y de hasta más de 20 m de altura, que adornan el techo de las partes más externas del trazado de la cavidad. Estas meso-morfologías pueden tener muy diverso origen: colapso, corrosión por mezcla de aguas, disolución por condensación en atmósferas muy ricas en CO_2 o por erosión hidrodinámica asociada a torbellinos o remolinos en épocas de alta recarga (Lismonde, 2000; Palmer y Palmer, 2000; Springer y Wohl, 2002). La suave morfología de las paredes de la cúpula, su distribución independiente, en gran medida, de sistemas de diaclasas o de niveles estratigráficos determinados, y los datos puntuales de bajos contenidos en CO_2 en la atmósfera interior de la cueva de los que disponemos, hace que nos inclinemos hacia un origen erosivo hidrodinámico, si bien estudios posteriores más detallados podrán mostrar el grado de interrelación con otros mecanismos genéticos.

FUNCIONAMIENTO HIDRODINÁMICO DE LA CAVIDAD

La Cueva de las Calaveras, situada en la vertiente septentrional de la Sierra de Seguilí, se ha considerado hidrogeológicamente perteneciente al acuífero de Solana de la Llosa (Ballesteros *et al.*, 1992; DPA, 2003). Sin embargo, existen lagunas de información sobre su relación con respecto al funcionamiento general del acuífero.

El acuífero Solana de la Llosa es un pequeño acuífero kárstico de aproximadamente 20 km^2 de superficie conformado por toda la secuencia carbonatada cretácica y paleógena, en donde las margas de las formaciones Los Villares y Llopis constituyen su impermeable basal. Su alimentación proviene de la infiltración del agua de lluvia estimándose en torno a 9,4 hm^3/año (Ballesteros *et al.*, 2001). A grandes rasgos este acuífero presentaba una circulación subterránea con una dirección preferencial SW-NE hacia la depresión del río Girona (Fig. 1). La descarga del mismo tenía lugar principalmente por el manantial de la Alberca, aunque no se puede descartar que el borde septentrional actúe como un límite abierto y con conexión hidráulica con el detrítico del valle del río Girona. No obstante, actualmente sus salidas se producen mayoritariamente mediante captaciones antrópicas, por lo que este modelo de flujo está parcialmente modificado.

La Cueva de las Calaveras ha funcionado como punto de descarga de las calizas que conforman el acuífero Solana de la Llosa. Sin embargo, todo parece indicar que se trata de un manantial colgado que drena tan sólo una parte de un sistema que presenta mayor complejidad. En este sentido, se ha constatado que la cota topográfica de esta surgencia se encuentra a más de 50 m sobre el nivel piezométrico general del acuífero (DPA, 2003). La existencia de este nivel saturado superior y colgado se explica por la presencia de las margas de la Fm Almadich en esta parte occidental de la Sierra de Seguilí. Estas margas, situadas a escasa profundidad bajo la cavidad, actuarían como impermeable de muro local impidiendo la circulación del agua en profundidad y facilitando la actuación de la cueva como punto de drenaje de dicho sector (Fig. 3). A pesar de que las margas están desplazadas por fallas normales, el escaso salto de éstas permite mantener la continuidad del nivel impermeable en esta parte del acuífero, lo que hace que este sector del

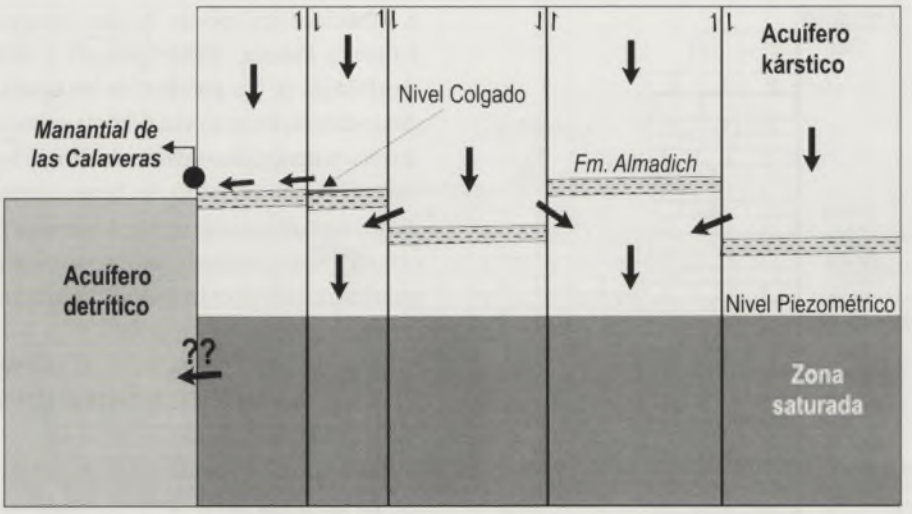
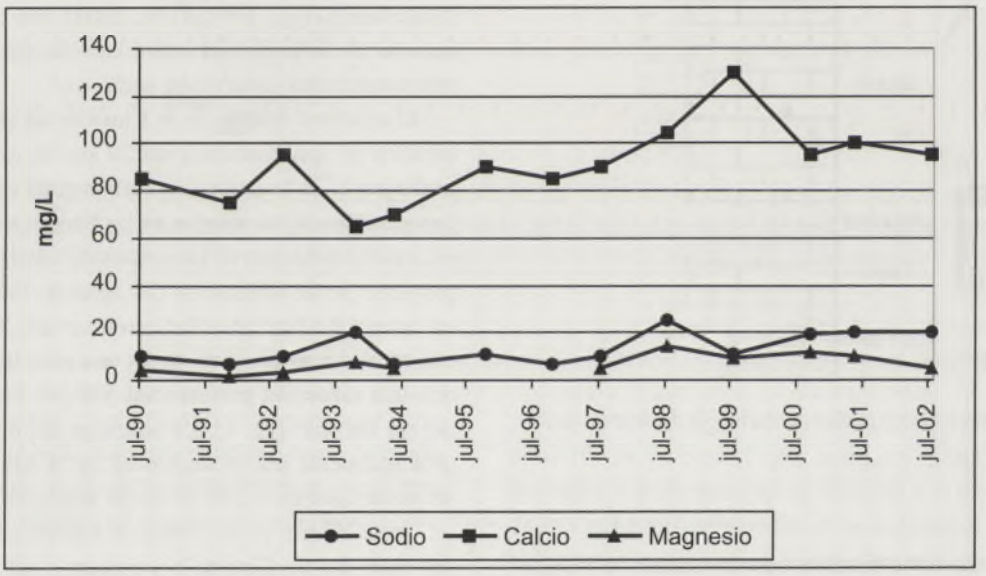
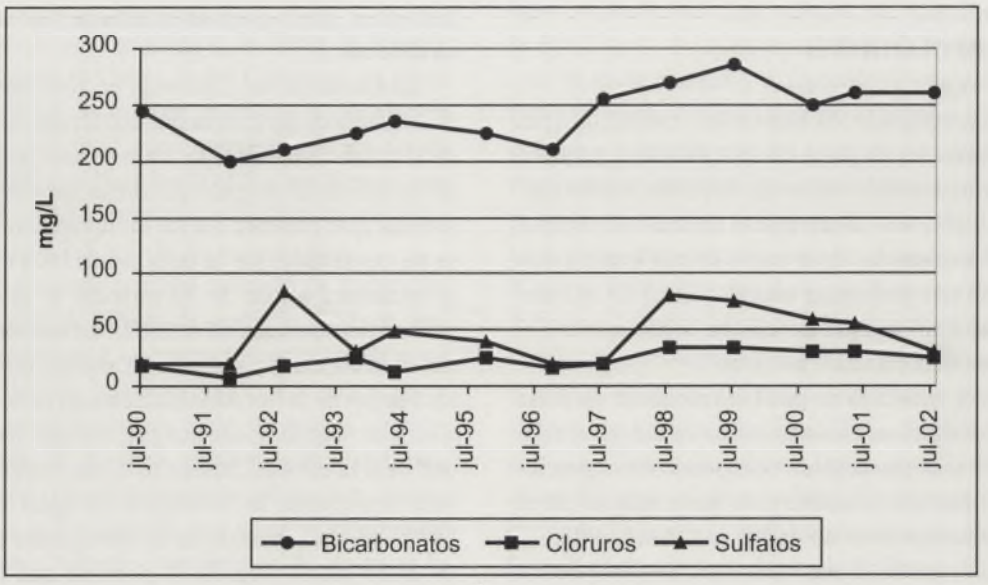


FIGURA 3. *Modelo conceptual del funcionamiento del Manantial de las Calaveras.*



a



b

FIGURA 4. *Evolución temporal de los principales iones mayoritarios de las aguas provenientes del Manantial de las Calaveras: cationes (a) y aniones (b).*

acuífero tenga un funcionamiento independiente del resto del sistema.

Por otro lado, este modelo de funcionamiento concuerda con las diferentes referencias históricas sobre la presencia de estanques de agua en el interior de la cavidad que alimentan el manantial y con las fuertes fluctuaciones de su caudal (Cavanilles, 1797; Jiménez de Cisneros, 1932). Así, Cavanilles al describir las prospecciones que se hicieron en 1765 para la búsqueda de mayores caudales indica que fue un "*....intento vano, porque en realidad, no hay en las entrañas del monte manantial alguno, sino depósito a donde acuden las aguas de lluvia.*". La otra característica de esta surgencia es la variabilidad de su caudal, de forma que experimenta significativos aumentos tras las lluvias y especialmente tras eventos lluviosos intensos. En este sentido, Cavanilles interpreta que las calaveras encontradas en el interior de la cueva correspondían a antiguos buscadores de agua que murieron ahogados al ser sorprendidos por grandes cantidades de agua, resultado de copiosas lluvias que tuvieron lugar mientras estaban dentro.

Actualmente, la surgencia de las Calaveras está captada artificialmente mediante una galería, de forma que no funciona en régimen natural. Durante la década de los 50 se perforó una galería artificial varios metros por debajo de la cota de la entrada que tras recorrer 600 m alcanza la laguna interior del *toll blau* que se encuentra en el nivel inferior. El agua extraída de la cavidad está siendo utilizada para el abastecimiento de la población de Benidoleig. En los momentos en que el manantial aporta caudales superiores, el agua es empleada para recargar artificialmente el propio acuífero (DPA, 2003).

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL AGUA

Desde el punto de vista hidrogeoquímico, las aguas de este manantial están poco mineralizadas, ya que presentan un valor medio de conductividad eléctrica en torno a 500 µS/cm y residuos secos generalmente por debajo de 400 mg/L. La temperatura a la que surge el agua es de unos 19ºC.

Los principales iones disueltos son bicarbonato y calcio, por lo que su facies es claramente bicarbonatada cálcica (Fig. 4). Por tanto, son los procesos de interacción agua-roca los que mayor peso ofrecen y los que condicionan el quimismo de estas aguas. En cuanto a los contenidos de nitratos, generalmente presentan valores medios de 6 mg/L, aunque ocasionalmente se han registrado valores de 15 mg/L.

Los seguimientos del quimismo que se vienen realizando durante más de una década permiten constatar una relativa estabilidad hidrogeoquímica. Sin embargo, hay que decir que no se dispone de un registro suficientemente detallado para poder establecer posibles variaciones estacionales que puedan ser relacionadas con su típico comportamiento hidrodinámico de manantial kárstico.

CONCLUSIONES

La Cueva de las Calaveras es una de las cavidades naturales más representativas la provincia de Alicante. Entre los diversos aprovechamientos que históricamente se han realizado de la misma se puede destacar el de aprovisionamiento de su manantial, dada la buena calidad de las aguas.

La cavidad, emplazada en materiales carbonatados cretácicos (Fm Seguilí), se presenta como un conducto kárstico horizontal, ligeramente sinuoso, en el que además de espeleotemas destacan numerosas cúpulas, de diámetro variable y de hasta más de 20 m de altura, que adornan el techo de las partes más externas de su trazado. Todo parece apuntar a que estas morfologías presentan un origen erosivo hidrodinámico. El tramo inicial visitable turísticamente finaliza con un paso estrecho que comunica con un nivel inferior de la cavidad varios metros más abajo y en la que se sitúa el estanque de agua denominado "toll blau".

La Cueva de las Calaveras corresponde a un punto de drenaje del acuífero de Solana de la Llosa. Sin embargo, sus características hidrodinámicas junto con un emplazamiento topográfico a cota muy superior al nivel piezométrico general indican que se trata de un manantial colgado. La presencia de un tramo de margas poco potentes pertenecientes a la formación Almadich, desplazado verticalmente por diversas fallas normales, ha originado una disposición escalonada de dicho nivel impermeable. El escaso salto de estas fallas en esta parte septentrional podría responsable de la ubicación y funcionamiento de este manantial.

Desde el punto de vista hidrogeoquímico, las aguas de este manantial presentan baja mineralización con residuos secos por debajo de 400 mg/L, por lo que ofrece una buena calidad para el abastecimiento humano. Los principales iones disueltos son bicarbonato y calcio, por lo que su facies es claramente bicarbonatada cálcica. Los seguimientos del quimismo que se vienen realizando durante más de una década permiten constatar una relativa estabilidad hidrogeoquímica.

AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar nuestro agradecimiento al Excmo. Ayto. de Benidoleig y al personal de la cavidad por su ayuda y colaboración. Este trabajo se ha beneficiado del proyecto de investigación CGL2004-05969/BTE de la CICYT y de los fondos del grupo de investigación AVCiT-GRUPOS 03/085 de la Generalitat Valenciana.

REFERENCIAS

Ballesteros, B. J., Aroca, E., Gómez, J. J., Obartí, J. y Ortiz-Pérez, S. (1992): Explotación de reservas y recarga artificial como alternativa de gestión en áreas mediterráneas kársticas de régimen pluviométrico irregular: el caso del acuífero de Castell de la Solana-Solana de la

Llosa (Alicante, España). *V Simp. Hidrogeol.*, Alicante, XV, 431-441.

Ballesteros, B. J., Rodríguez-Hernández, L, Cobos, J. R., Gómez, J. D. y López-Gutiérrez, J. (2001): Gestión integral de resursos hídricos en la Marina Alta (Alicante). *Actas del Congreso Internacional Las Caras del Agua Subterránea. Hidrogeología y Aguas Subterráneas*. Ed. IGME, Madrid, 687-693.

Castro, J. M. (1998): *Las plataformas del Valanginiense superior-Albiense superior en el Prebético de Alicante.* Tesis Doctoral Universidad de Granada. 464 p.

Cavanilles, A. J. (1795-1797): *Observaciones sobre la Historia Natural, Geografía, Agricultura, Población y Frutos del Reyno de Valencia.* Valencia, 1981. Reproducción facsímil de la edición de Madrid. Imprenta Real, 2 vols, 582 p.

DPA (2003): *Los manantiales provinciales*. Ed. Excma. Dip. Prov. de Alicante, 247 p.

Jiménez De Cisneros, D. (1932): La Cueva de Benidoleig. *Bol. Soc. Españ. Hist. Nat.*, 32: 417-422.

Lismonde B. (2000): Corrosion des cupoles de plafond par les fluctuations de pression de l'air emprisoné. *Karstologia* 35, 39-46.

Palmer, A. N. y Palmer M. V. (2000): Speleogenesis of the Black Hills maze caves, South Dakota, USA. En: Klimchouk A., Ford D. C., Palmer A. N. y Dreybrodt W. (Ed.), Speleogenesis. Evolution of karst aquifers. Huntsville, *National Speleol. Soc.*, 274-281.

Ruiz-Ortiz, P. A. y Castro, J. M. (1998): Carbonate depositional sequences in shallow to hemipelagic platform deposits. Aptian. Prebetic of Alicante (SE Spain). *Bull. Soc. Geól. France.* 169: 21-33.

Springer, S. y Wohl, E. E. (2002): Empirical and Theoretical Investigations of Sculpted Forms in Buckeye Creek Cave, West Virginia. *Journ. Geol.*, 110: 469–481

Ensayo de síntesis sobre la evolución cuaternaria de l'Albufera d'Elx (Alicante)

A. M. Blázquez y J. Usera

Dpto. Geología. Universitat de València, Dr. Moliner, 50, 46100 – Burjassot. ana.m.blazquez@uv.es. Juan.usera@uv.es

ABSTRACT

The micropaleontological and sedimentological analysis of material from six mechanical cores carried out in the context of the Albufera d'Elx allowed us to characterize different sedimentary environments: alluvial, restricted lagoon, lagoon with marine communication, infralittoral, mesolittoral, supralittoral, swampy, washover fan, backbarrier flat, etc. The chronostratigraphic correlation of these cores allows the proposal of a model of evolution of this space during the last 12 isotopic stages of the Quaternary chronology.

***Key words**: Albufera d'Elx, Foraminifera, Evolution, Quaternary, Alicante.*

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El área de estudio se localiza al NE de la Cuenca del Bajo Segura, al S de la provincia de Alicante. En concreto, se trata de l'Albufera d'Elx, que ocupa parte de la Depresión de Elx y que, como sistema de restinga-albufera, tiene una génesis y una evolución muy peculiar dentro del comportamiento de las costas bajas (Fig. 1).

El objetivo principal de este trabajo es determinar las variaciones en las condiciones paleoambientales que han podido sucederse durante el Cuaternario en l'Albufera d'Elx. Para ello se han realizado estudios sistemáticos de sedimentología y micropaleontología en seis testigos de sondeo (Fig. 1); esta última se basa sobre todo en el análisis de las asociaciones de foraminíferos fósiles. A partir del estudio taxonómico de estos fósiles se han determinado las asociaciones eurihalinas, que caracterizan los ambientes salobres, y las asociaciones estenohalinas, correspondientes a ambientes con salinidades normales marinas. Durante los momentos de alejamiento de la línea de costa y la consiguiente progradación continental con episodios de erosión generalizados, se observa como los factores tafonómicos, tanto bioestratinómicos como fosildiagenéticos, actúan sobre los caparazones de los diferentes organismos.

Desde el punto de vista geológico, la Depresión de Elx se sitúa en el extremo septentrional del corredor de desgarre sinistral definido por Montenat (1973) en las Cordilleras Béticas. Comprende un sinclinal subsidente ocupado por espacios lacustres, entre las sierras de Santa Pola y el Molar, cuyos ejes convergen periclinalmente hacia la depresión. El sustrato de origen marino y de edad mio-pliocena está formado por areniscas, calcarenitas, margas, limos y arcillas que afloran en las sierras adyacentes (Alfaro, 1995). Sobre estos materiales se depositan durante el Pleistoceno y Holoceno sistemas de abanicos aluviales que parten de la Serra de Crevillent en dirección NW-SE y rellenan las zonas subsidentes; los más antiguos presentan las partes distales y proximales desligadas como consecuencia del hundimiento generalizado del sector durante el Pleistoceno inferior/medio (Goy *et al.*, 1990).

Desde el punto de vista geomorfológico, en el marco del área de estudio destacan las elevaciones de la Serra de Crevillent al NW, con una cota máxima de 835 m; al NE la Serra del Colmenar alcanza 85 m en el límite con el término de Alacant; y, cercanas al mar Mediterráneo, se localizan las sierras de Santa Pola (144 m) y el Molar (84 m). Entre estos relieves se desarrollan depresiones que son parcialmente ocupadas por zonas lagunares, entre las que destacan las Salinas de Santa Pola, el Fondo d'Elx-Crevillent, el Clot de Galvany, el Fondo de la Senieta y las Salinas de l'Aigua Amarga. La riqueza paleontológica y la variedad de niveles cuaternarios localizados en esta zona permiten considerar este tramo litoral como uno de los enclaves más interesantes de toda nuestra costa. Es muy probable que las Salinas de Santa Pola y el Fondo d'Elx-Crevillent estuvieran comunicados antes de las obras de colonización del siglo XVIII, ya que el desnivel de los Saladares, o zona de separación entre ambos humedales, no supera los dos metros. Estas obras, que tenían como principal objetivo convertir los espacios lagunares en áreas cultivables, se inician en el siglo XIII aunque alcanzan su mayor intensidad en el siglo XVIII debido al impulso del Cardenal Belluga; se llevaron a cabo en la zona situada por debajo de la cota de los 10 m. Trabajos posteriores indican la existencia de una gran laguna durante el Holoceno superior, y probablemente después del máximo flandriense, que se extendería al menos a lo largo de 19 km de longitud desde la costa hasta la población de San

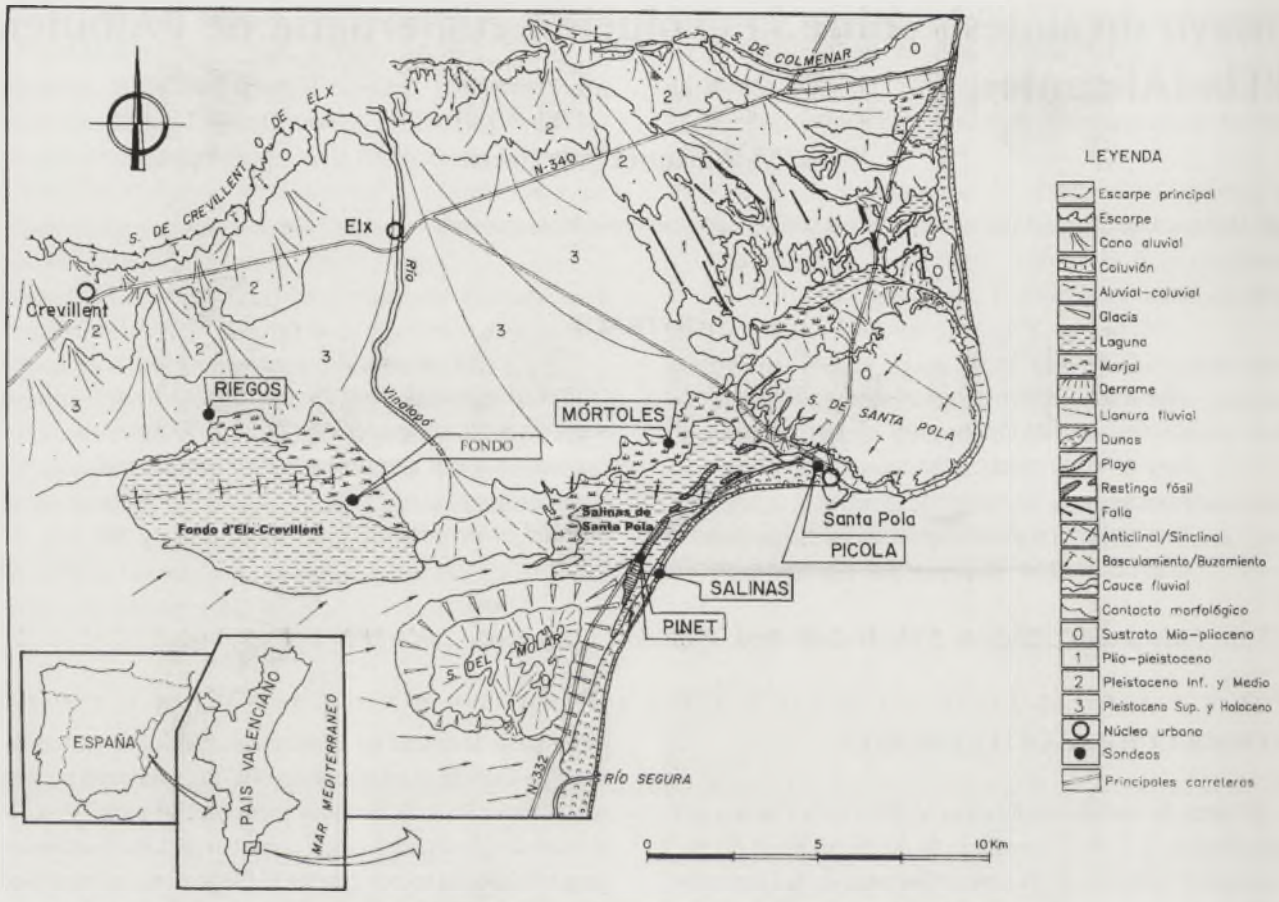


FIGURA 1. *Localización del área de estudio, esquema geomorfológico y emplazamiento de los sondeos mecánicos.*

Isidro de Albatera y que persistiría al menos hasta la edad del Bronce (II milenio a.C.) (Blázquez, 2001).

Adosadas a las sierras del Molar y Santa Pola, en su frente más litoral, son frecuentes los depósitos cuaternarios de origen marino. Entre 0 y 90 m s.n.m. han sido citados varios niveles de playa en el paleoacantilado de Santa Pola, cuya edad y estratigrafía ha sido muy discutida por diversos autores (Gaibar y Cuerda, 1969; Montenat, 1973; Mateu y Cuerda, 1978; Goy y Zazo, 1988). Las terrazas del neotirreniense y flandriense, según Montenat (1973) están sumergidas, aunque Gaibar y Cuerda (1969) afirman haber encontrado el nivel más reciente en una plataforma a +2 m; al N del Cap de Santa Pola. Goy *et al.* (1993) describen un nivel holoceno que datan en 3.290 BP. En la sierra del Molar se constata la misma problemática (Montenat, 1973; Gozálvez y Rosselló, 1978; Mateu y Cuerda, 1978; Goy y Zazo, 1988). Por otro lado, paleobarreras adscritas a distintos estadios tirrenienses se localizan paralelas a la línea de costa actual en el fondo de la depresión, formado parte de las actuales Salinas de Santa Pola.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: ENSAYO DE SÍNTESIS

La correlación cronoestratigráfica de estos testigos permite proponer un modelo de evolución de este espacio durante los últimos 12 estadios isotópicos de la cronología cuaternaria (Blázquez, 2001). Los resultados del estudio micropaleontológico y sedimentológico han permitido caracterizar los diferentes ambientes interpretados en estos sondeos (aluvial, lagunar restringido, lagunar con comunicación marina, infralitoral, supralitoral, mesolitoral, palustre, *washover fan*, *backbarrier flat*, etc.).

La regresión marina ligada al estadio isotópico 12(?) deja constancia en un depósito continental, donde destaca la presencia de una potente costra en el techo de facies canalizadas, a partir de la cual sedimentan suelos afectados por procesos de hidromorfía. Más tarde un alto nivel marino se observa cerca de la costa que se relaciona, por cronología relativa, al estadio isotópico 11(?), en facies de *foreshore* primero y de ambientes restringidos después. Las facies restringidas se caracterizan en la base por la presencia de aguas tranquilas y salobres, colonizadas por foraminíferos autóctonos y démicos: *Ammonia beccarii tepida* (Cushman), *Haynesina germanica* (Ehrenberg), *Haynesina depressula* (Walker & Jacob) y *Elphidium excavatum* (Terquem), en las cuales penetran desde el medio marino cercano, a partir de una barrera rota o con un proceso de formación incompleto, sedimentos cargados de foraminíferos marinos que presentan caparazones rotos y erosionados, tales como *Ammonia beccarii beccarii* (Linné), *Elphidium crispum* (Linné), *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob), *Rosalina globulares*

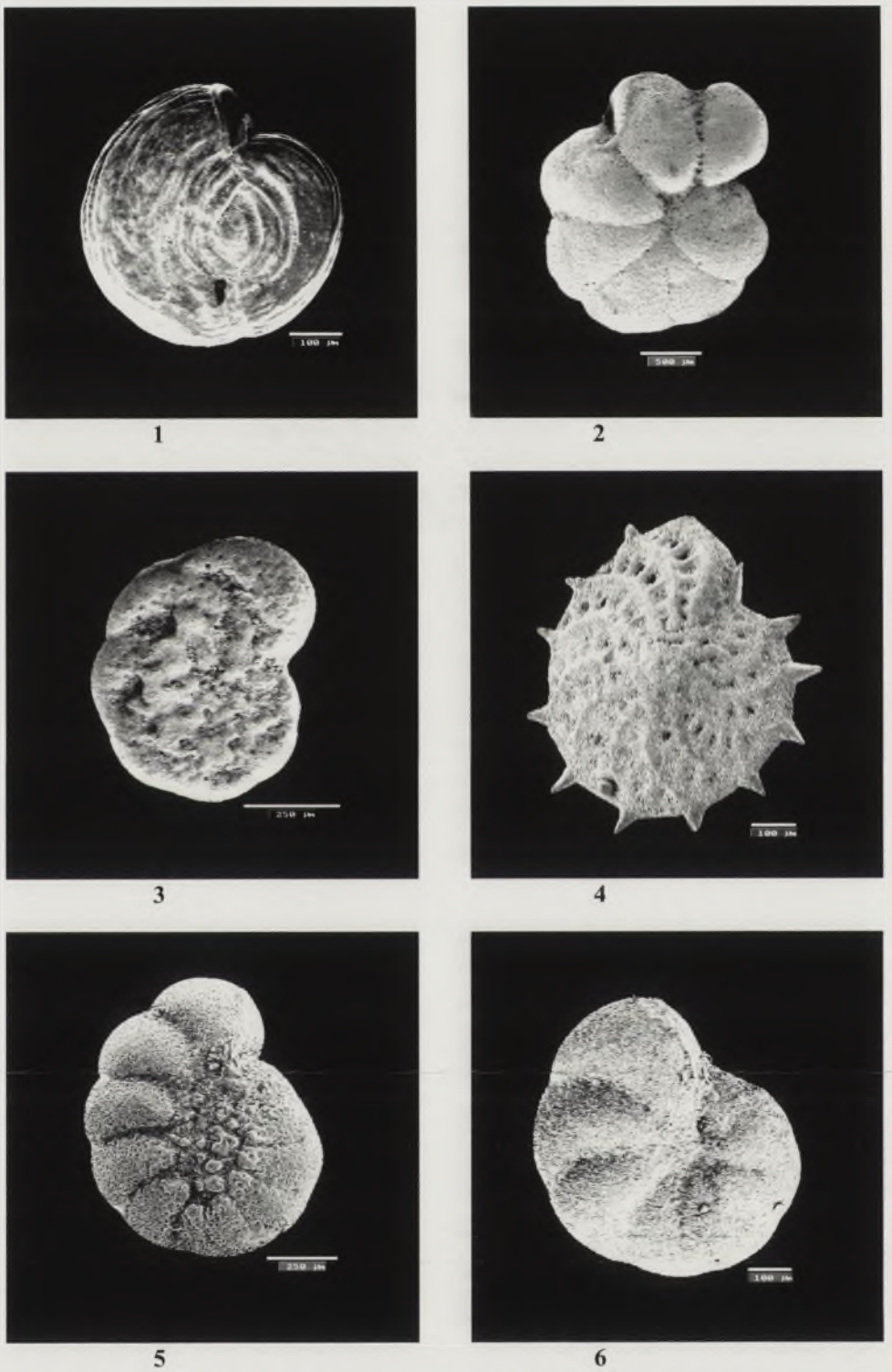


FIGURA 2. **1** *Miliolinella webbiana (D'Orbigny)*, **2** *Lobatula lobatula (Walker & Jacob)*, **3** *Trichohyalus aguayoi (Bermúdez)*, **4** *Elphidium aculeatum (D'Orbigny)*, **5** *Elphidium excavatum (Terquem)*, **6** *Haynesina germanica (Ehrenberg)*.

D'Orbigny, *Elphidium complanatum* (D'Orbigny) y *Nonion commune* (D'Orbigny). La comunicación marina produce en este ambiente los anormales altos valores de diversidad y riqueza y la falta de dominancia de alguna especie que caracteriza los medios restringidos.

La pulsación eustática negativa que viene a continuación (estadio isotópico 10?) podría relacionarse con un potente nivel aluvial, localizado entre –25,5 m y –18 m s.n.m., que muestra una secuencia granodecreciente, en cuyo techo los sedimentos más finos registran incluso procesos intercalados de hidromorfía. El nuevo conjunto transgresivo deposita un nivel de playa muy consolidado donde son abundantes los corales (*Cladocora caespitosa*); este material se observa a –18 m s.n.m. y ha sido relacionado con el estadio 9(?).

Una nueva regresión marina se observa a –17,5 m s.n.m., asimilada al estadio isotópico 8(?), se caracteriza por la presencia de un nivel palustre en la base colonizado por el ostrácodo de agua dulce *Ilyocypris gibba* (Jones), que indica la lejanía en este punto del nivel del mar.

El estadio isotópico 7 está representado por una potente laguna que ha sido datada en 198.800 BP, que se localiza entre –15 m y –10 m s.n.m. Desde el punto de vista paleoambiental, la fauna de foraminíferos indica un medio de aguas salobres y someras con comunicación marina, tal y como se deduce de la presencia de foraminíferos estenotópicos. Entre éstos hay que destacar la presencia de *Trichohyalus aguayoi* (Bermúdez), ya que hasta ahora sólo se había encontrado en los sedimentos más recientes de las albuferas mediterráneas estudiadas con la misma metodología (Pego y Xàbia); algunos autores indican que su acmé se produce en el Holoceno (Usera *et al.*, 2002). La precipitación masiva de carbonatos en el techo muestra la saturación de la cuenca y su desecación, que probablemente está ligada a un retroceso del nivel del mar. Hacia el interior, este ambiente parece corresponderse con un nivel de suelos hidromorfos que se relaciona con un área de topografía baja y con un alto nivel freático de carácter oscilante. La regresión marina del estadio isotópico 6 conlleva la desecación de los ambientes lagunares, la pérdida de la influencia marina y, posteriormente, la instalación de un suelo hidromorfo generalizado en el área de estudio. En la zona más continental se registran, además, facies canalizadas en la base y hacia el litoral se deposita un potente nivel aluvial procedente con mucha probabilidad de la Serra del Molar, con fondos de canal también en la base.

Durante el Pleistoceno superior, la pequeña pulsación precedente de carácter negativo correspondiente al 5d se manifiesta a partir de un nivel lagunar localizado por encima de los –7,5 m s.n.m.; se trata de un medio poco profundo caracterizado por la presencia de asociaciones de foraminíferos bentónicos y de ostrácodos salobres que llegan a alcanzar la categoría de ostracodita. De forma progresiva, este ambiente restringido es invadido por foraminíferos procedentes del ambiente marino, que indican un nuevo ciclo de ascenso del nivel del mar. La culminación de la transgresión se localiza en los niveles de playa descritos a –2,5 m s.n.m. en la costa y a –7,5 m s.n.m. en el interior, donde el segundo corresponde a las facies de *backshore* del primero, que se asocia a un submedio de *shoreface*. El estadio isotópico 5b se manifiesta a partir de la superficie de erosión que se localiza en la costa a –8,5 m s.n.m. Encima de esta señal erosiva se constata una nueva aproximación del nivel del mar, a partir de la cual se deposita un nivel infralitoral que se adscribe al estadio isotópico 5a.

A continuación de este máximo transgresivo se produce una regresión generalizada (estadios isotópicos 4, 3 y 2) de la cual no se conservan apenas registros. Tras la erosión generalizada que se observa en la cuenca se identifica una facies lagunar postflandriense muy extensa (Blázquez, 2001), colonizada por *Ammonia beccarii tepida, Haynesina germanica, Aubignyna prelucida* (Heron Allen & Earland), *Trichoyalus aguayoi*; hacia el interior destacan los caparazones aglutinados de *Trochammina inflata* (Montagu).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una aportación a los proyectos REN2002/03272 del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Dirección General de Investigación y GV04B629 de la Consellería de Cultura, Educació i Esport. Generalitat Valenciana.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, P. (1995): *Neotectónica de la Cuenca del Bajo Segura (Extremo oriental de la Cordillera Bética)*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante, 219 p.

Blázquez, A. M. (2001): *L'Albufera d'Elx: evolución cuaternaria y reconstrucción paleoambiental a partir del estudio de los foraminíferos fósiles*. Universitat de València, 576 p., Tesis Doctoral. Editada en CD: www.tdx.cbuc.es.

Gaibar, C. y Cuerda, J. (1969): Las playas del Cuaternario marino levantadas en el Cabo de Santa Pola (Alicante). *Boletín Geológico y Minero*, 70-2: 105-123.

Goy, J. L., Zazo, C., Somoza, L. y Dabrio, C. J. (1990): Evolución paleogeográfica de la Depresión de Elche-Cuenca del Bajo Segura (España) durante el Pleistoceno. *Estudios Geol.*, 46: 237-244.

Goy, J. L., Zazo, C., Bardají, T., Somoza, L., Causse, C. y Hillaire-Marcell, C. (1993): Eléments d'une chronostratigaphie du Tyrrhénien des régions d'Alicante-Murcie, Sud-Est de l'Espagne. *Geodinamica Acta*, París, 6 (2): 104-119.

Goy, J. L. y Zazo, C. (1988): Sequences of Quaternary marine levels in Elche Basin (Eastern Betic Cordillera, Spain). *Palaeogeoraphy, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 68: 301-310.

Gozálvez, V. y Rosselló, V. M. (1978): La Serra del Molar y sus yacimientos pleistocenos. *Cuadernos de Geografía*, 23: 107-122.

Mateu, J. y Cuerda, J. (1978): Morfología cuaternaria de la costa entre l'Altet y el Cap de Santa Pola. *Cuadernos de Geografía*, 23: 63-82.

Montenat, C. (1977): *Les bassins néogènes et quaternaries du Levant d'Alicante à Murcia (Cordillères Bétiques orientales, Espagne). Stratigraphie, Paléontologie et évolution dynamique*. Documents des Laboratoires de Géologie de l'Université de Lyon, 69: 345 p.

Usera, J., Blázquez, A. M., Guillem, J. y Alberola, C. (2002): Biochronological interest of foraminifera lived in restristed environments: Application to the study of the Western Mediterranean Holocene. *Quaternary International*, 93-94: 139-147.

La Formación Sácaras (Albiense *p. p.*) en el Prebético de Alicante

J. M. Castro, G. A. de Gea, P. A. Ruiz-Ortiz y L. M. Nieto

Departamento de Geología. Universidad de Jaén. 23071-Jaén email: jmcastro@ujaen.es

ABSTRACT

The Sácaras Formation crops-out in the Prebetic Zone of the Betic Cordillera, although it is only well developed in the eastern areas, like in the Alicante province (SE of Spain). It is Early – Middle Albian in age, and it was deposited on a broad shallow carbonate-terrigenous mixed platform. The entire formation corresponds to a second order stratigraphic sequence, composed of three third order depositional sequences. The analysis of facies, cycles and associations has led us to the differentiation of three main depositional environments: (1) the proximal platform domain, with deposition of cross bedded calcarenites and small coral boundstones (2) the intermediate platform domain, with deposition of rhythmically bedded burrowed calcarenites and marls, and (3) the distal platform, where both calcareous and terrigenous tempestites alternated with marly levels. Special attention is paid to the tempestite facies association, in which interesting contrasting features are pointed out between terrigenous and calcareous lithologies.

Key words: *Prebetic, Albian, Mixed platform, Tempestites.*

INTRODUCCIÓN

El Cretácico Inferior de la provincia de Alicante ha sido objetivo científico de muchos geólogos desde los albores de esta ciencia en España. Destaca la labor, tanto de carácter regional como más específicamente paleontológica, de Daniel Jiménez de Cisneros, quien realizó diversas publicaciones (Jiménez de Cisneros, 1906a, 1908f, 1917e, entre otras), en las que mostraba los resultados de las diversas "excursiones" realizadas por la provincia.

El área estudiada se localiza en la mitad septentrional de la provincia de Alicante, y constituye el extremo oriental de las Cordilleras Béticas, que pertenece a la Zona Prebética (Fig. 1). La Zona Prebética se compone de unidades sedimentarias depositadas en las áreas más proximales del margen continental sudibérico durante el Mesozoico, mayoritariamente en ambientes marinos someros y litorales. En general, predominan los carbonatos marinos someros, si bien durante determinados episodios sedimentarios los aportes terrígenos desempeñaron un papel importante en la

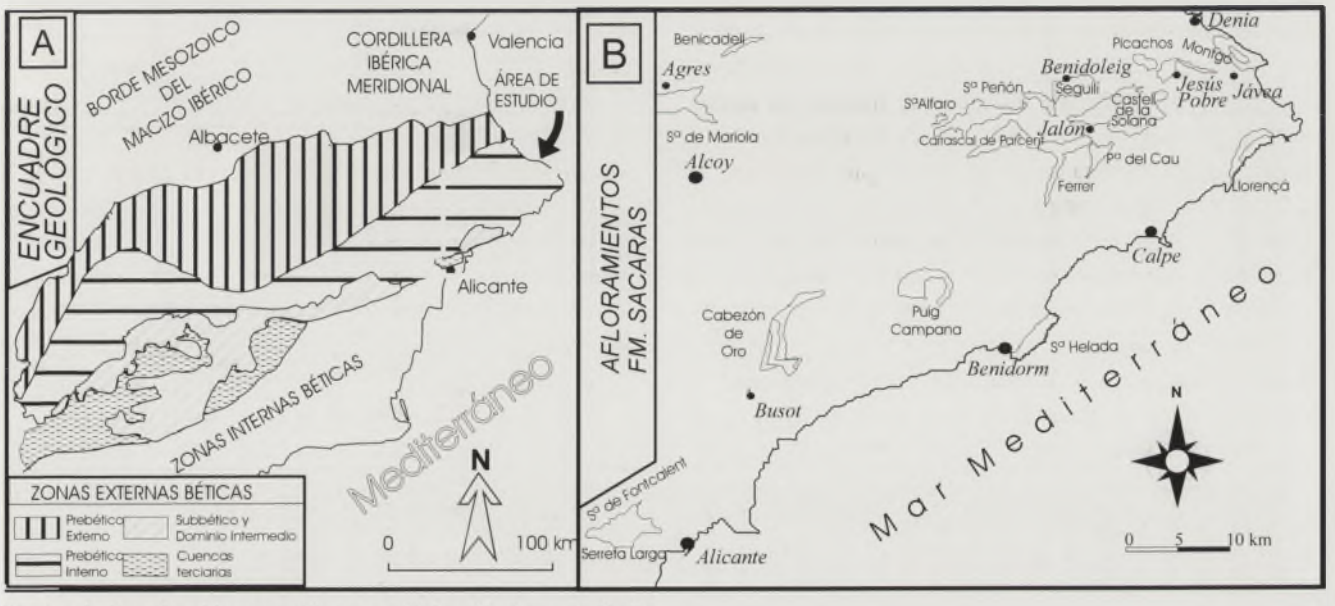


FIGURA 1. *Localización geográfica y geológica del área estudiada.*

plataforma prebética, con el resultado de una sedimentación de tipo mixto. El intervalo Albiense Inferior-Medio representa uno de los episodios de sedimentación mixta, en general pobremente representado en la Zona Prebética, debido a la escasa potencia y la existencia de varias discontinuidades estratigráficas en la mayor parte de los afloramientos. En el Prebético de Alicante, sin embargo, los materiales del Albiense Inferior-Medio está relativamente bien representado por la Fm. Sácaras (Castro, 1998), (Figura 1). Esta formación se ha interpretado como correspondiente a una secuencia de segundo orden, dividida en tres secuencias deposicionales, con una evolución general transgresiva; presenta importantes cambios laterales de potencia, y discontinuidades locales. La Fm. Sácaras fue definida originalmente en la Cordillera Ibérica (Vilas *et al.*, 1982), y posteriormente reconocida y utilizada en la litoestratigrafía de la Zona Prebética (Castro, 1998; García-Hernández *et al.*, 2001; Gea, 2003).

En este trabajo se presenta un análisis de facies de la Fm. Sácaras en el Prebético de Alicante (Fig. 1), con especial atención a los afloramientos más meridionales, cuyos aspectos sedimentológicos eran peor conocidos hasta la fecha. Están representados por facies de ambientes de plataforma distal, que se han reinterpretado en los últimos años como depósitos de tormentas (tempestitas) (Castro, 1998; Vilas *et al.*, 1998; Gea, 2003).

ANÁLISIS DE FACIES

El análisis sedimentológico realizado ha permitido el reconocimiento de diversos tipos de facies, que aparecen asociados en diferentes secuencias verticales (Fig. 2). Las facies están representadas por tres grupos litológicos: calizas, calizas arenosas y areniscas calcáreas, y margas. Se han diferenciado tres dominios sedimentarios, en una transversal desde posiciones más proximales al norte-noroeste, hasta posiciones más distales al sur-sureste, probablemente con límites difusos, caracterizados por diferentes asociaciones y secuencias de facies.

1) Asociación de facies de plataforma abierta proximal: las facies de cantos negros y oolitos representan los ambientes más someros (Fig. 2 a, b, c). Más frecuentes son las calizas con corales y rudistas, así como calcarenitas con estructuras de corrientes (Fig. 2 d, e, f, g, h). Otra facies que alterna con las calcáreas está constituida por margas con fauna bentónica. Esta asociación caracteriza los afloramientos septentrionales, como Seguilí, Carrascal de Parcent o La Llorença (Fig. 1).

2) Asociación de facies de plataforma intermedia (Fig. 2 i-m): predominan las calcarenitas bioclásticas con crinoides, lamelibranquios, briozoos y algas rojas. Una característica sobresaliente de estas facies es la

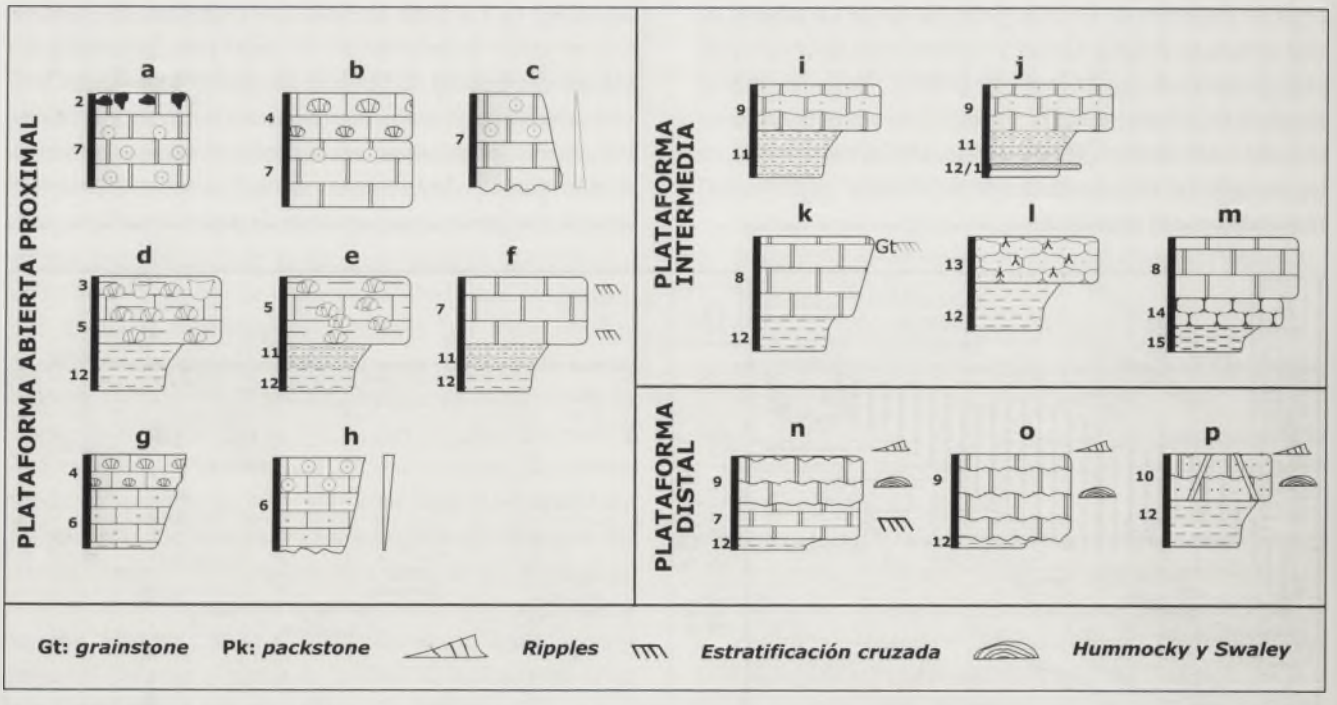


FIGURA 2. *Facies y secuencias de facies observadas en la Fm. Sácaras. Principales ciclos elementales de facies observados en la Fm. Sácaras. Los números situados a la izquierda de cada ciclo indican el tipo de facies: 1: Ruditas; 2: Ruditas con cantos negros; 3: Calizas con corales y rudistas; 4: Calizas con corales; 5: Margas con corales; 6: Calizas bioclásticas grises; 7: Calcarenitas ocres con oolitos; 8: Calcarenitas ocres con algas rojas; 9: Calcarenitas arenosas con grandes orbitolinas y favusellas; 10: Arenisca; 11: Margas con orbitolinas; 12: Margas ocres-verdes; 13: Calizas margosas arenosas con espículas de esponjas; 14: Calizas margosas nodulosas grises; 15: Margas negras.*

profusión de pistas orgánicas, entre las que destacan los *Thalassinoides*. Otra facies presente en esta asociación está representada por calcarenitas ricas en cuarzo con orbitolinas arenáceas planas y algunos foraminíferos planctónicos (*Favusella* sp.). Las facies de margas son arenosas, con orbitolinas y otra fauna bentónica. Los afloramientos más significativos de esta asociación son los de la Sierra Helada (Fig. 2).

3) Asociación de facies de plataforma distal: esta asociación está caracterizada por calcarenitas, calizas arenosas y margas. Las calcarenitas contienen orbitolinas planas y algas rojas; las areniscas presentan cementación calcárea, y las margas contienen fauna tanto bentónica como planctónica; las margas son con frecuencia de color gris oscuro, con espículas de esponjas y algunos ammonites. La principal característica de esta asociación es la presencia de abundantes estructuras sedimentarias de estratificación y laminación cruzada de tipo *hummocky* y *swaley*, asociadas a otro tipo de laminaciones y estructuras de corrientes y orgánicas, tanto de muro como de techo. Esta asociación es característica de los afloramientos más meridionales, de la Serreta Larga de Fontcalent (Fig. 1).

SECUENCIAS DE FACIES E INTERPRETACIÓN

Las secuencias de facies, de escala decimétrica a métrica, son muy variadas, si bien tienen en común el estar constituidas por una base margosa y un término superior de calcarenitas o calizas arenosas.

Las secuencias de plataforma abierta proximal e intermedia se interpretan; en conjunto; como ciclos de somerización. Otros factores de control de la ciclicidad son fluctuaciones en los aportes de terrígenos, migración de cuerpos sedimentarios, así como variaciones climáticas. La interpretación de estas secuencias ha sido previamente discutida en profundidad (Castro, 1998).

Las secuencias de plataforma externa son sensiblemente distintas a las anteriores. En conjunto se definen como alternancias de niveles margosos con otros más competentes, de litología arenosa o calcarenítica. Estos paquetes más competentes presentan muros generalmente planos, con estructuras sedimentarias que han sido interpretadas como originadas por corrientes erosivas y bioturbación, en muchos casos afectadas por procesos de deformación por carga.

Las facies de calizas arenosas se caracterizan por ser de tamaño de grano fino, alto contenido en terrígenos, y formar estratos decimétricos. En estas facies las estructuras sedimentarias, tanto de muro y techo como internas suelen aparecer con muy buen grado de exposición; destacan las laminaciones tipo *hummocky* y *swaley*, en sets centimétricos separados por superficies de reactivación con morfologías erosivas muy características que son reproducidas por las laminaciones suprayacentes. La parte superior de las capas de arenisca suele aparecer bioturbada y, en algunos casos se han observado *ripples* simétricos a ligeramente asimétricos (Fig. 3A).

Las facies calcareníticas presentan un tamaño de grano más grueso, los bancos son de escala métrica en muchos casos, y las estructuras sedimentarias son bastante menos patentes debido a la intensa cementación que las afecta (Fig. 3B). Sin embargo, las estructuras sedimentarias observadas son similares a las registradas en las areniscas, con la diferencia de que la escala de las mismas es sensiblemente mayor.

Las secuencias se interpretan como iniciadas por procesos erosivos, seguidos de sedimentación bajo la influencia de flujos compuestos unidireccionales/bidireccionales, que se repiten varias veces en intervalos de tiempo relativamente cortos, dando lugar a las sucesivas superficies de reactivación. Las morfologías erosivas onduladas (*hummocky* y *swaley*) son más frecuentes en las superficies de reactivación que en los muros, mientras que la bioturbación, si bien

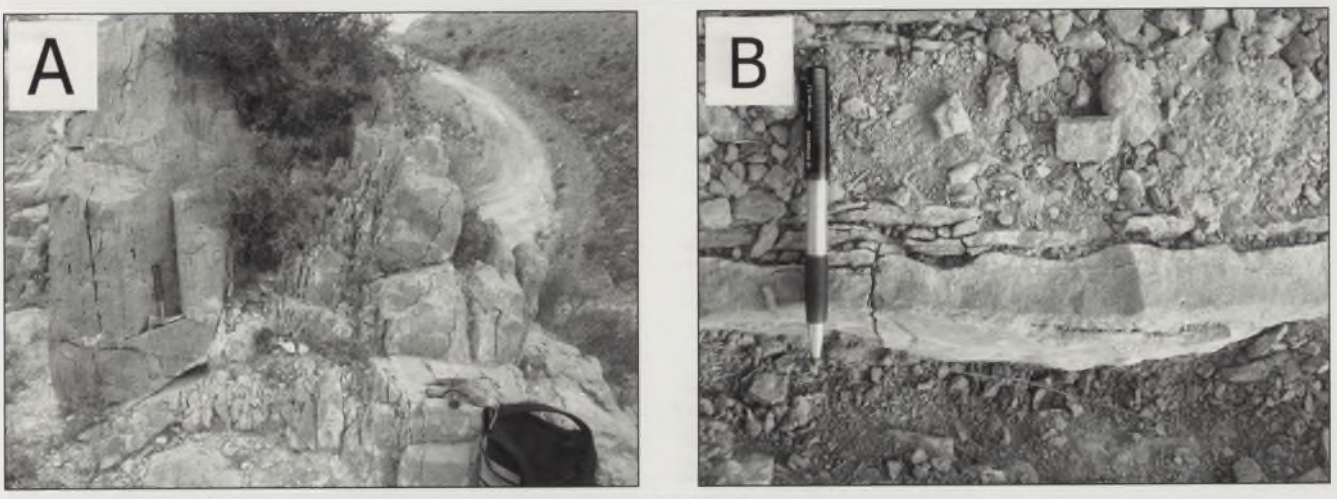


FIGURA 3. *Detalles de las facies de tempestitas. A: tempestitas calcáreas; B: tempestitas terrígenas.*

aparece en cualquier nivel, es más intensa en los techos y en los lechos margosos intercalados. Las diferencias entre las facies terrígenas y las calcareníticas se interpretan principalmente como controladas por el tipo de sedimento, más maduro texturalmente en el primer caso, y peor clasificado y menos redondeado en el segundo, en una elevada proporción de origen bioclástico.

Las paleocorrientes medidas en ambos tipos de tempestitas indican una dirección NE-SW, paralelas a los cinturones de facies, lo que podría corresponder también al trazado de la línea de costas, mientras que el sentido de migración, también medido en algunos casos, indica un sentido predominante hacia el SW. Este dato resulta de gran interés, porque la mayor parte de los ejemplos descritos en el registro geológico muestran paleocorrientes perpendiculares a la costa (Cheel y Leckie, 1993; Leckie y Krystinik, 1989), mientras que las paleocorrientes de los modelos basados en sedimentación reciente (Duke *et al.*, 1991) coinciden con los ejemplos presentados en este trabajo.

En definitiva, se interpretan las facies y secuencias de plataforma externa como constituidas por una sedimentación autóctona, margosa, con fauna bentónica y planctónica, que alterna con procesos súbitos de sedimentación generados por la migración rápida de sedimento procedente de sectores más proximales de la plataforma, transportados esencialmente por corrientes generadas por tormentas. Estas corrientes, en origen perpendiculares a los cinturones de facies y posiblemente a línea de costa, habrían sido derivadas hacia la derecha por la fuerza de Coriolis (corrientes geostróficas), al situarse la plataforma estudiada en el hemisferio norte. No obstante, no podemos descartar la influencia que la configuración paleogeográfica del área tuvo en la distribución de las corrientes de tormenta.

REFERENCIAS

Castro, J. M. (1998). *Las plataformas del Valanginiense Superior-Albiense Superior en el Prebético de Alicante.* Tesis Doctoral Univ. Granada, 464 p.

Cheel, R. J. y Leckie, D. A. (1993): Hummocky cross-stratification. En: *Sedimentology Review* (1) (P. Wright, Ed.), Blackwell, Oxford, 103-122.

Duke, W. L., Arnott, R. W. C. y Cheel, R. J. (1991): Shelf sandstones and hummocky cross stratification: new insights in a stormy debate. *Geology* 19, 625-628.

García-Hernández, M., Castro, J. M. y Nieto, L. M., 2001. Los carbonatos del Cretácico Inferior de la Sierra de Segura (Zona Prebética, Jaén), *XIV Congreso Nacional de Sedimentología y IV Congreso del Cretácico de España: Guía de Excursiones*, Jaén, pp. 63-91.

Gea, G. A. de (2003): *Bioestratigrafía de Eventos en el Cretácico inferior de las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral Univ. Jaén, 687 p.

Jiménez de Cisneros, D. (1906a): Sobre la geología del sudeste de España. *Bol.R.Soc.Esp.Hist.Nat.* 103-110.

Jiménez de Cisneros, D. (1908f): Excursiones por los alrededores de Busot (Alicante). *Bol.R.Soc.Hist.Nat.* 8: 302-309.

Jiménez de Cisneros, D. (1917e): Geología y paleontología de Alicante. *Trab.Mus.Nac.Cienc.Nat.* 21: 140 p.

Leckie, D. A. y Krystinik, L. F. (1989): Is there evidence for geostrophic currents preserved in the sedimentary record of inner to middle-shelf depostis?. *J. Sedim. Petrol.* 59: 862-870.

Vilas, L., Mas, R., García, A., Arias, C., Alonso, A., Meléndez, N. y Rincón, R. (1982): Ibérica Suroccidental. En: *El Cretácico de España* (A. García. Ed.) *Editorial Universidad Complutense de Madrid,* 457-514.

Nivelación de alta precisión a lo largo de la costa entre La Marina y Torrevieja (Alicante) para controlar movimientos tectónicos verticales

J. Giménez[1], M. J. Borque[2], A. Gil[2], P. Alfaro[3], A. Estévez[3] y E. Suriñach[4]

1 Servei d'Estudis i Planificació, D.G. Recursos Hídrics, Conselleria de Medi Ambient, Govern de les Illes Balears. Gran Vía Asima, 4, 1º derecha. jgimenez@dgreghid.caib.es

2 Dpto. Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría, Universidad de Jaén.

3 Dpto. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, Universidad de Alicante.

4 Dpto. Geodinàmica i Geofísica, Universitat de Barcelona.

ABSTRACT

The low seismic activity of the Guardamar-Torrevieja zone can be associated with NW-SE dextral faults together with E-W reverse blind faults. To monitor the vertical displacement of those active faults, a high precision levelling profile along 30 km was set up and levelled in 1997. This profile went parallel to an ancient high precision levelling line included in the Spanish first order levelling network measured by the Instituto Geográfico Nacional (IGN) in two different campaign (1934 and 1976). In 2003, the 1997 line was relevelled; and 10 new bench marks were set up to increase the bench mark density and also to restore some of the 1997 ones that have been destroyed. The 1976-2003 RVM (recent vertical movements) indicate that the vertical movements are very small, nearly equal to the error bars. Only a 0.2 mm/year rise of the Guardamar city, and a 0.15 mm/year subsidence of the southern part of the profile (Punta Prima) respect to Torrevieja town can be mentioned. These movements could be respectively related to the Bajo Segura and the San Miguel de Salinas faults.

***Key words**: Active Tectonics, Bajo Segura, vertical movements, levelling.*

INTRODUCCIÓN

El sector meridional de la provincia de Alicante es uno de los que ha registrado mayor actividad sísmica de la Península Ibérica durante el periodo histórico e instrumental. Aunque la actividad sísmica del periodo instrumental se ha caracterizado por terremotos de pequeña magnitud, en el registro histórico hay constancia de la ocurrencia de terremotos de elevada intensidad. El terremoto más destructivo, que alcanzó una intensidad X (escala MSK), se produjo en el sector de Torrevieja en el año 1829. Además, se tiene constancia de otros eventos de intensidad mayor que VII (Orihuela 1013, I=VIII; Orihuela 1482, I=IX y 1484 I=VIII; Guardamar 1523, I=VIII; Orihuela 1673, I=VIII; y Jacarilla 1919, dos eventos de I=VIII) (Giner *et al.*, 2001). Esta sismicidad está asociada a fallas dextrorsas NW-SE (fallas de Guardamar, Torrevieja y San Miguel de Salinas), y a la falla inversa ciega del Bajo Segura, de dirección ENE-WSW. Con el propósito de cuantificar los movimientos verticales ocurridos en el siglo XX en el sector oriental de la Península Ibérica, se realizó una comparación de datos históricos de la red de nivelación española de primer orden (Giménez *et al.*, 2000, Giménez, 2001). Una de las líneas comparadas, medida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en dos campañas diferentes (1934 y 1976), discurre a lo largo de la costa oriental de la Península. Desafortunadamente, en el segmento comprendido entre La Marina y el Sur de Torrevieja (sector del presente estudio) sólo había un clavo de nivelación común en las dos campañas del IGN. Dado que este sector de la costa presenta un gran interés porque la línea de nivelación atraviesa las principales fallas activas de la región, en el año 1997 se colocan 30 nuevas señales y se realiza una renivelación para poder obtener información sobre los movimientos verticales de la zona. La comparación de los resultados obtenidos con los del año 1976 permitió construir un perfil de movimientos verticales recientes (MVR) con siete señales repetidas que mostró que los desplazamientos verticales eran de baja magnitud (Giménez, 2000). En el presente estudio se presentan dos nuevos perfiles de MVR obtenidos al comparar las campañas de 1976 y 1997 con una nueva nivelación llevada a cabo en el año 2003.

CONTEXTO TECTÓNICO ACTUAL

La cuenca del Bajo Segura se sitúa en el sector oriental de la Cordillera Bética, un orógeno alpino resultado de

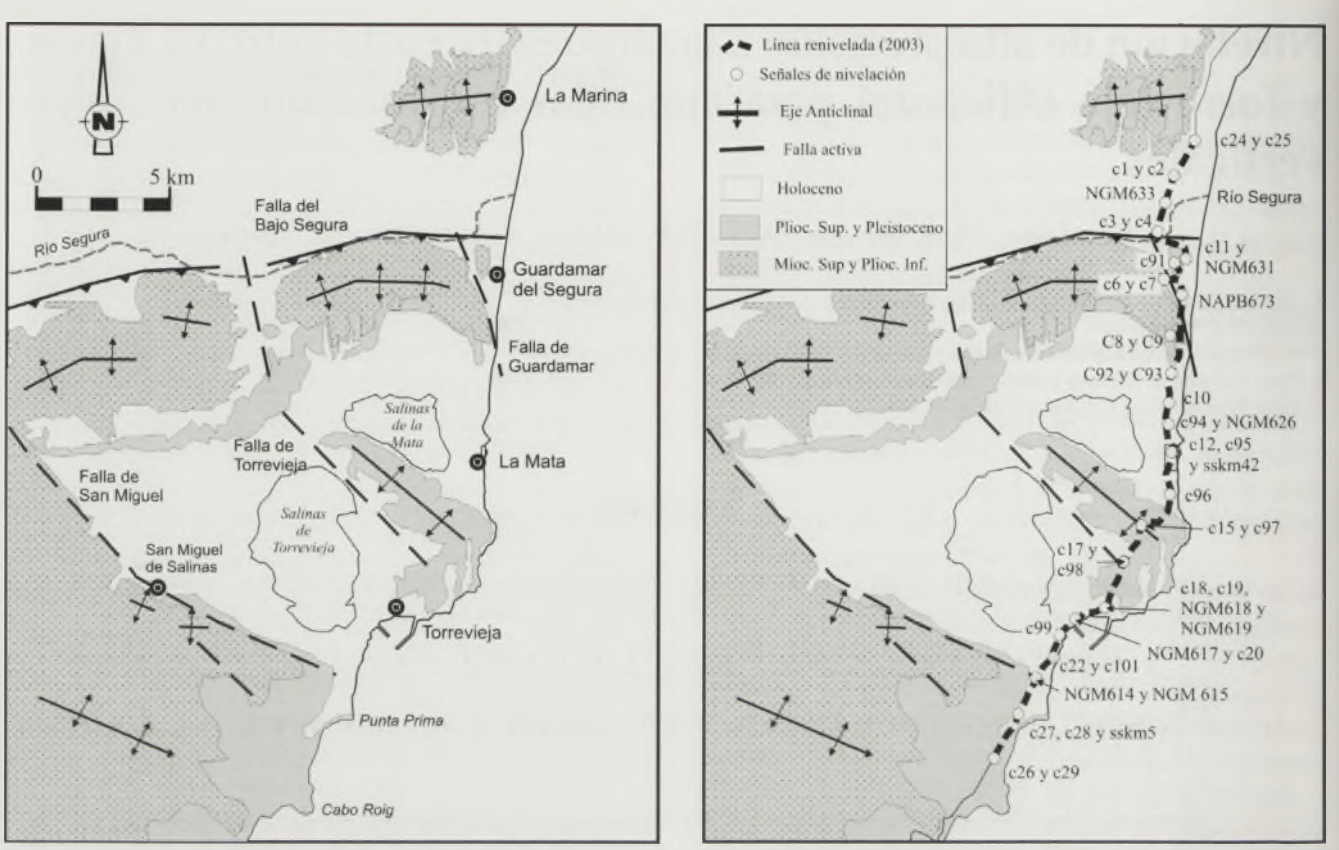


FIGURA 1. *Mapa geológico simplificado del área de estudio en el que se han representado las principales estructuras y se ha localizado el perfil de nivelación de la campaña 2003.*

la colisión entre las placas Africana y Euroasiática. En la actualidad, ambas placas se aproximan a una velocidad de entre 4 y 5 mm/año. Esta convergencia de placas es responsable de que esta cuenca haya estado sometida, desde el Mioceno Superior hasta la actualidad, a esfuerzos compresivos en la dirección NW-SE (Alfaro, 1995). Estos esfuerzos compresivos han producido pliegues y fallas activas que son responsables durante los últimos millones de años de los movimientos verticales en el área de estudio y, por consiguiente, del relieve actual de la cuenca. El resultado es un relieve concordante en el que los sectores que se están elevando coinciden con anticlinales o con los bloques levantados de fallas, mientras que las zonas topográficamente deprimidas coinciden con sinclinales o con los bloques hundidos de fallas.

En relación a las fallas activas, los diversos autores que han estudiado la tectónica activa de la Cuenca del Bajo Segura (Montenat, 1977; Bousquet, 1979; Somoza, 1993; Taboada *et al.*, 1993; Alfaro, 1995) citan como fallas más activas de este sector, la falla del Bajo Segura de dirección ENE-WSW, y varias fallas de dirección NW-SE (fallas de Guardamar, Torrevieja y San Miguel de Salinas). Estas fallas activas tienen la particularidad de que no presentan ruptura en superficie, y se manifiestan por la existencia de varios pliegues activos asociados a ellas. En concreto la falla del Bajo Segura, una falla inversa ciega que buza hacia el Sur, tiene asociados en superficie varios anticlinales asimétricos que deforman rocas de edad Mioceno Superior a Cuaternario. Estos pliegues son, de Este a Oeste, los anticlinales de Guardamar-El Moncayo, Lomas de la Juliana, Benejúzar y Hurchillo. En ambos lados de los anticlinales se encuentran dos sectores subsidentes. En el sector septentrional se localiza la llanura de inundación del río Segura mientras que en el meridional se sitúan las salinas de La Mata y Torrevieja.

Además de esta falla de dirección ENE-WSW, en la Cuenca también existen varias fallas de dirección NW-SE que funcionan como fallas dextrosas. Las más importantes (fallas de Torrevieja, Guardamar y San Miguel de Salinas) están relacionadas con la falla del Bajo Segura. El desplazamiento relativo de los anticlinales del Bajo Segura invita a pensar que se trata de fallas de transferencia dextrosas.

Pero como se ha comentado anteriormente, en el área de estudio las fallas son ciegas y en superficie sólo se identifican pliegues activos, algunos de los cuales están relacionados con estas fallas. La línea de nivelación atraviesa, de Norte a Sur, los siguientes pliegues: anticlinal de La Marina (Sierra del Molar), sinclinal del Bajo Segura, anticlinal de Guardamar (Sierra del Moncayo), sinclinal de las salinas de La Mata, anticlinal de Cabo Cervera, sinclinal de las salinas de Torrevieja y anticlinorio de Torremendo (anticlinal de Punta Prima, sinclinal de la cala del Bosque y anticlinal de Cabo Roig) (Fig. 1).

Se trata mayoritariamente de pliegues suaves o abiertos con buzamientos menores o iguales a 30º. La longitud de

onda varía entre 6 y 10 km y la dimensión media de los pliegues es de 4 km. Son pliegues de crecimiento ya que en sus flancos se desarrollan abanicos de capas en las unidades sincrónicas al plegamiento, de edad Plio-Cuaternaria. Además de deformar a los materiales de edad Plioceno y Cuaternario, también afectan a las playas fósiles tirrenienses (Somoza, 1989).

MOVIMIENTOS TECTÓNICOS VERTICALES A PARTIR DE CRITERIOS GEOLÓGICOS

En la Cuenca del Bajo Segura (Alicante), al igual que en la mayor parte de la Península Ibérica, son muy pocos los datos cuantitativos sobre movimientos verticales recientes. Los escasos valores disponibles en el área de estudio fueron publicados por Somoza (1993). Este autor, a partir de la cota de algunas playas fósiles tirrenienses y de su edad radiométrica, concluye que los movimientos verticales no superan los 0.2 mm/año. Además, deduce que los valores máximos de subsidencia del SE de la Península Ibérica se alcanzan en La Manga del Mar Menor (Murcia) situada al Sur del área de estudio (en relación con el sinclinal del campo de Cartagena), con valores que oscilan entre 0.10 y 0.15 mm/año. Este autor también concluye, a partir de los niveles marinos fósiles, que se está produciendo un basculamiento regional hacia el Sur, con un eje de dirección E-W. Este basculamiento produce las mínimas alturas de las playas fósiles en el Mar Menor y las máximas en el área de Guardamar-La Marina.

Si usamos otro marcador más antiguo como el techo de las calcarenitas del Plioceno, tenemos el inconveniente de la poca precisión de la edad de su depósito y del inicio del plegamiento. Sin embargo, esta limitación es compensada por el amplio intervalo de tiempo considerado (varios millones de años). En el extremo Norte del área de estudio, en relación con la falla del Bajo Segura, es donde se tiene constancia de un mayor desplazamiento vertical de este marcador pliocénico. En un sondeo realizado en el sinclinal del Bajo Segura (bloque de muro de la falla) se ha cortado el techo de las areniscas del Plioceno a 150 m de profundidad. En el anticlinal contiguo de Guardamar (bloque de techo de la falla), el techo está erosionado en la parte más alta de la Sierra del Moncayo; en el vértice de La Atalaya (127 m) afloran parte de estas areniscas por lo que, teniendo en cuenta que su potencia es de aproximadamente 50 m, el techo debió estar próximo a los 150 m. Por tanto, este marcador ha sufrido un desplazamiento vertical de aproximadamente 300 m con posterioridad a su depósito. La edad de estas areniscas se sitúa en la parte alta del Plioceno inferior (Soria *et al.*, 1996). Por tanto, este desnivel de 300 m ha ocurrido, como máximo, en los últimos tres millones de años por lo que se deduce una tasa vertical mínima de 0.1 mm/año que podría se mayor si el plegamiento fuese más reciente.

NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN (CAMPAÑA 2003)

En diciembre de 2002 y enero de 2003, se niveló el perfil que discurre entre La Marina y Cabo Roig (Sur de Torrevieja) utilizando un nivel Leica DNA03 y miras invar codificadas. En esta ocasión se decidió añadir 10 nuevos clavos para densificar la línea en los lugares más intere-

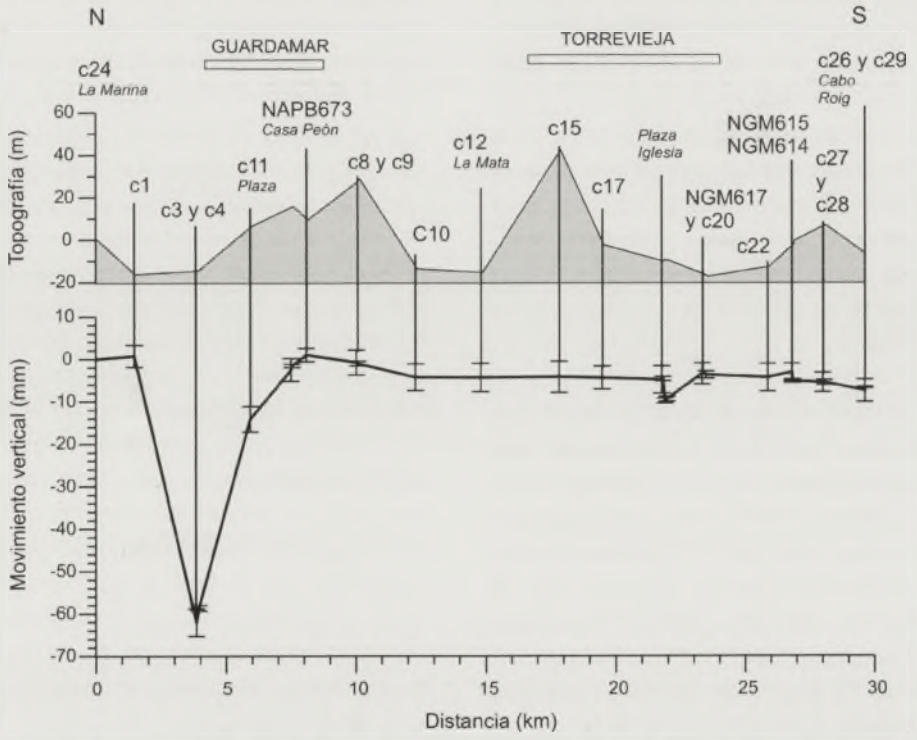


FIGURA 2. *Movimientos verticales recientes entre La Marina y Punta Prima, resultado de la comparación de los desniveles obtenidos en los años 1997 y 2003. Los movimientos están referidos al origen (La Marina) y las barras de error representan 2 desviaciones estándares.*

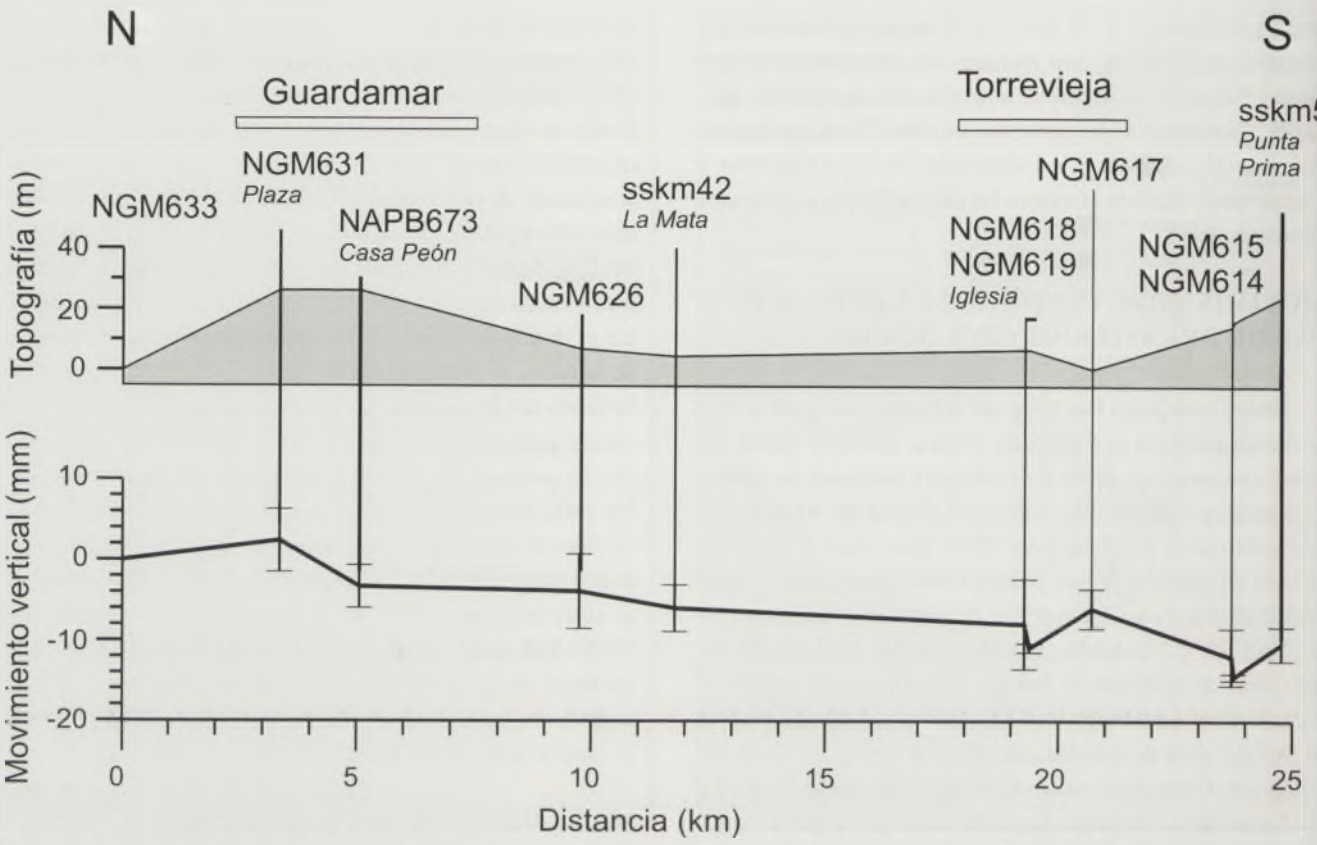


FIGURA 3. *Movimientos verticales recientes entre La Marina y Punta Prima, resultado de la comparación de los desniveles obtenidos en los años 1976 y 2003. Los movimientos están referidos al origen (La Marina) y las barras de error representan 2 desviaciones estándares.*

santes y en aquellos en los que habían sido destruidos los anteriores. En este trabajo se presentan los resultados de esta última campaña y las comparaciones con los resultados de las campañas de 1976 y 1997. En el perfil de MVR (1997-2003) (Fig. 2), en el que el intervalo es de apenas 6 años, tiene una densidad de señales elevada pero la mayoría de movimientos que muestra son inferiores al error. Cabe destacar que el perfil muestra una subsidencia importante al norte de Guardamar (en el actual valle del río Segura, junto a su desembocadura). Este movimiento, mayor de 5 cm, debe estar relacionado con la compactación reciente de los depósitos aluviales donde se sitúan los clavos de nivelación y no con causas tectónicas.

Por otra parte, el perfil de MVR (1976-2003) (Fig. 3) tiene un intervalo de tiempo considerable (27 años) pero pocas señales repetidas. De la misma manera que en el anterior perfil los movimientos verticales son muy pequeños, casi iguales a los errores de la nivelación. Solamente cabe destacar un levantamiento de 0.2 mm/año del sector de Guardamar del Segura respecto a la zona meridional del núcleo urbano, y una subsidencia de 0.15 mm/año en el extremo meridional del perfil (sector de Punta Prima) en relación con la ciudad de Torrevieja. Estos movimientos podrían estar relacionados con la actividad de la falla del Bajo Segura, en el primer caso, y con el sinclinal situado al Sur de Torrevieja.

Un aspecto relevante, visible en ambos perfiles, es que se aprecia un basculamiento regional hacia el Sur. Este basculamiento, que en el perfil 1976-2003 es de 0.4 mm/km, y en el 1997-2003 es de 0.25 mm/km, debe estar ligado a la elevación del conjunto de anticlinales situados en el sector septentrional (La Marina, Guardamar, Cabo Cervera y Torremendo) respecto a la subsidencia que se está produciendo en el sinclinal del campo de Cartagena, situado inmediatamente al Sur de la zona de estudio.

Por otra parte hay que tener en cuenta que entre 1976 y 2003 la actividad sísmica del área ha sido muy baja, y solamente se tiene constancia de un terremoto de M4.2 ocurrido en el año 1979. Por esta razón, probablemente estas bajas tasas de movimientos estén relacionadas con deformación intersísmica.

CONCLUSIONES

A partir del análisis de los dos perfiles de movimientos verticales recientes (1976-2003 y 1997-2003) se deduce que éstos son muy pequeños, similares a los errores, pero muy parecidos a los que se deducen por criterios geológicos (playas fósiles tirrenienses o desplazamiento vertical del techo de las areniscas del Plioceno).

Se observa que el sector del anticlinal de Guardamar (sierra del Moncayo), relacionado con la falla del Bajo

Segura, sufre una elevación de 0.2 mm/año. También se observa un basculamiento general hacia el Sur de 0.4 mm/km, visible en ambos perfiles. Este basculamiento fue deducido previamente por Somoza (1989) a partir de las playas fósiles tirrenienses.

Esta deformación debe ser intersísmica ya que durante el intervalo de tiempo estudiado no se han producido terremotos notables. Esta tasa es típica de zonas de actividad tectónica baja-moderada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Acción Especial (BTE2000-3337-E), por la Generalitat Valenciana (GRUPOS03/085 de la OCYT) y por el proyecto BTE2003-01113 del MEC.

REFERENCIAS

Alfaro, P. (1995): *Neotectónica de la Cuenca del Bajo Segura (Cordillera Bética oriental)*. Tesis doctoral, Univ. Alicante, 211 pp.

Bousquet, J. C. (1979): Quaternary strike-slip faults in Southeastern Spain. *Tectonophysics*, 52: 277-286.

Jiménez, J. (2000): Deformaciones verticales recientes en Torrevieja. *Geotemas*, 1(4): 327-330.

Jiménez, J. (2001): Cuantificación de deformaciones recientes en el este de la Península Ibérica mediante la comparación de datos de precisión. *Acta Geológica Hispánica*, 36(1-2): 21-51.

Giner, J. J., Molina, S. y Jáuregui, P. J. (2001): *Sismicidad y Riesgo Sísmico en la Comunidad Autónoma Valenciana*. Editorial Club Universitario, 106 p.

Montenat, C. (1977): *Les bassins néogènes et quaternaires du Levant d'Alicante à Murcie (Cordillères bétiques orientales, Espagne)*. Stratigraphie, paléontologie et evolution dynamique. Doc. Lab. Géol., Univ. Lyon, 69: 1-345.

Somoza, L. (1993): *Estudio del Cuaternario litoral entre Cabo de Palos y Guardamar (Murcia-Alicante). Las variaciones del nivel del mar en relación con el contexto geodinámico*. Instituto Español de Oceanografía, 12, 237 p.

Soria, J. M., Alfaro, P., Ruiz-Bustos, A. y Serrano, A. (1996): Organización estratigráfica y biostratigráfica del Plioceno en el borde sur de la cuenca del Bajo Segura (sector de Rojales, Alicante), Cordillera Bética oriental. *Estudios Geológicos*, 52: 137-145.

Taboada, A., Bousquet, J. C. y Philip, H. (1993): Co-seismic elastic models of folds above blind thrusts in the Betic Cordilleras (Spain) and evaluation of seismic hazard. *Tectonophysics*, 220: 223-241.

Precisiones bioestratigráficas y sedimentológicas sobre el Plioceno del norte de la Sierra de Santa Pola (Alicante)

C. Lancis[1], A. Yébenes[1], J. A. Flores[2] y J. E. Tent-Manclús[1]

1 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Univ. de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. Carlos.Lancis@ua.es, Alfonso.Yebenes@ua.es, je.tent@ua.es

2 Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca. flores@usal.es

ABSTRACT

A Pliocene succession cropping out to the north of the Santa Pola cape (Bajo Segura Basin, Alicante, Spain) is studied. The pliocene materials disconformably overlie the Messinian Terminal Complex. The first pliocene unit, composed of fosiliferous silty marls, was deposited in an open shallow platform. Its nannoplankton associations points to a middle-late Zanclien age. The second unit consist of calcareous sandstones with frequent fossils and tractive structures, forming shallowing-upward sequences related to the progradation of beach systems. The last pliocene unit, quite thin, consists of fresh water lagoon marly deposits.

Key words: *Pliocene, nannoflora, bioestratigraphy, sedimentology, Alicante.*

INTRODUCCIÓN

En la Cuenca del Bajo Segura, como en la mayoría de las cuencas marginales del Mediterráneo occidental, los primeros depósitos transgresivos del Plioceno muestran facies marinas francas que marcan una vuelta a las condiciones de salinidad normales tras la Crisis de Salinidad Messiniense. Sin embargo, dicha transgresión no llegó a cubrir totalmente el cabo de Santa Pola, cuya parte central se mantuvo durante el Plioceno como un islote situado a unos quince kilómetros del continente.

Se ha estudiado la sucesión pliocena en una sección estratigráfica levantada al norte del cabo de Santa Pola (margen norte de la Cuenca del Bajo Segura), en el pequeño cerro del Cabeço, situado junto a la laguna de la Charca (Fig. 1). La sección fue descrita por primera vez por Brevion *et al.* (1971).

En este trabajo se estudia la nanoflora presente en la parte inferior de la sección con el objetivo de precisar la edad de los primeros depósitos marinos pliocenos y, además, se realiza el estudio sedimentológico de toda la sucesión.

ESTRATIGRAFÍA

El muro de la sección está constituido por dolomías del Complejo Terminal del Messiniense superior que muestran frecuentes tramos estromatolíticos (Fig. 2). Su techo corresponde a una disconformidad y muestra una superficie

FIGURA 1. *Esquema geológico del sector norte de la Cuenca del Bajo Segura y localización de la sección estudiada.*

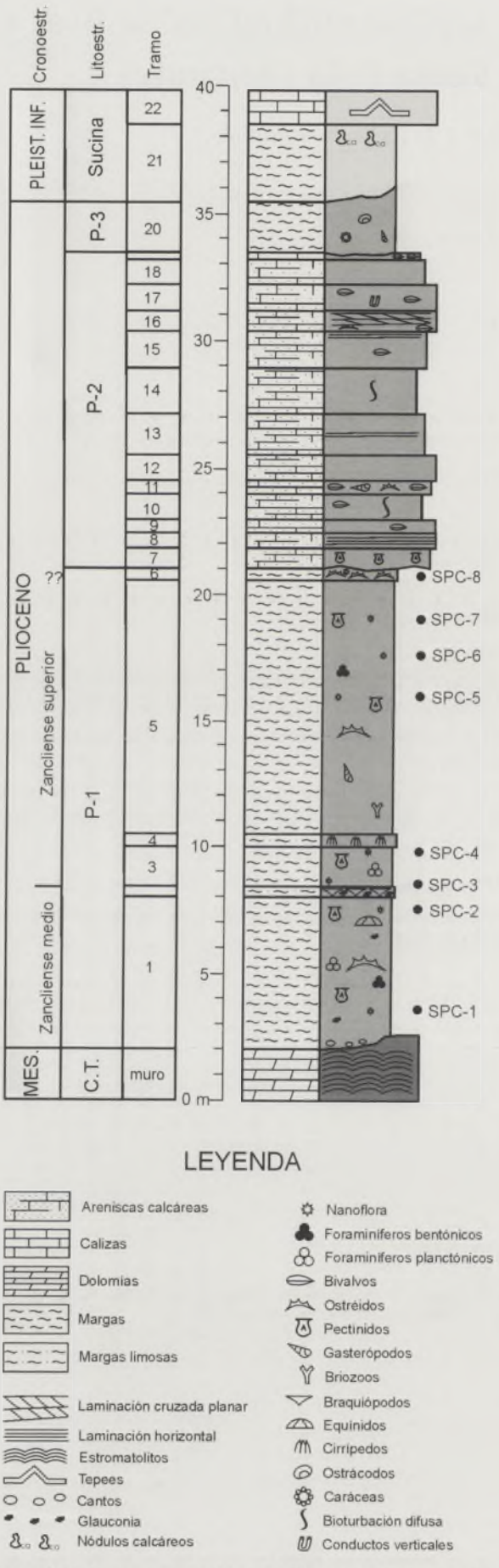


FIGURA 2. *Columna estratigráfica del Plioceno del norte de Santa Pola (Charca).*

perforada y glauconitizada generada durante la transgresión pliocena.

Por encima de la disconformidad aparece la primera unidad del Plioceno (P-1) constituida por 19 m de margas limosas. En ella se pueden diferenciar dos partes separadas por una discontinuidad menor. La inferior (tramos 1 y 2), bastante glauconítica, contiene abundantes fósiles como bivalvos (pectínidos y ostréidos), equínidos, foraminíferos bentónicos y planctónicos, etc. En su base se observan cantos perforados y glauconitizados procedentes del Complejo Terminal. Termina con un tramo con abundantes braquiópodos de la especie *Terebratula terebratula* (L.) (Pajaud, 1976), englobados en una matriz margosa rica en glauconia, y cuyo techo corresponde a una pequeña discontinuidad. La parte superior (tramos 3 a 6) es más pobre en glauconia y contiene fósiles variados como bivalvos (pectínidos y ostréidos), gasterópodos, briozoos, dientes de peces, foraminíferos bentónicos y planctónicos, etc. Cerca de su base muestra un nivel constituido por grandes cirrípedos resedimentados.

Sigue una unidad de areniscas calcáreas (P-2), de unos 12 m de espesor, con numerosos niveles lumaquélicos, frecuentemente decalcificados, con fósiles de pectínidos y ostréidos y abundantes moldes internos de otros bivalvos muy variados, junto a gasterópodos, foraminíferos bentónicos, etc. En algunos tramos se observan estructuras tractivas (laminación horizontal, laminación cruzada, etc.). Aunque en este sector no se dispone de datos bioestratigráficos, se asigna al Plioceno por correlación con otros puntos.

La sucesión pliocena termina con la unidad P-3, de escaso espesor (unos 2 m.), constituida por margas blanquecinas y verdosas que contienen gasterópodos, ostrácodos y caráceas.

Por encima, y en clara discontinuidad erosiva, afloran arcillas rojizas coronadas por una potente costra calcárea que han sido atribuidas por Montenat *et al.* (1990) al Pleistoceno Inferior (Formación Sucina).

BIOESTRATIGRAFÍA DE LA UNIDAD P-1

El estudio de la nanoflora presente en la unidad pliocena margosa P-1 permite realizar ciertas precisiones bioestratigráficas.

En el tramo 1, se observa la presencia de *Reticulofenestra cisnerosi*, *Pseudoemiliania lacunosa* (Fig. 3 B, I y J), tanto en sus morfotipos ovales como redondeados y el registro frecuente de las "small *gephyrocapsa* spp." (Fig. 3G y H). Junto a ellos cabe citar el registro contínuo de *Reticulofenestra pseudoumbilicus* de >7µm (Fig. 3F), así como la presencia de *Reticulofenestra minutula*, *Discoaster surculus* (Fig. 3 M), *Discoaster pentaradiatus*, *Discoaster pansus*, *Helicosphaera carteri* (Fig. 3C), *Helicosphaera selli* (Fig. 3Ñ), *Calcidiscus macintyrei* (Fig. 3D), *Calcidiscus leptoporus*, *Geminilithella rotula*, *Geminilithella jafarii*, *Pontosphaera multipora*, *Sphenolithus abies* (Fig. 3A),

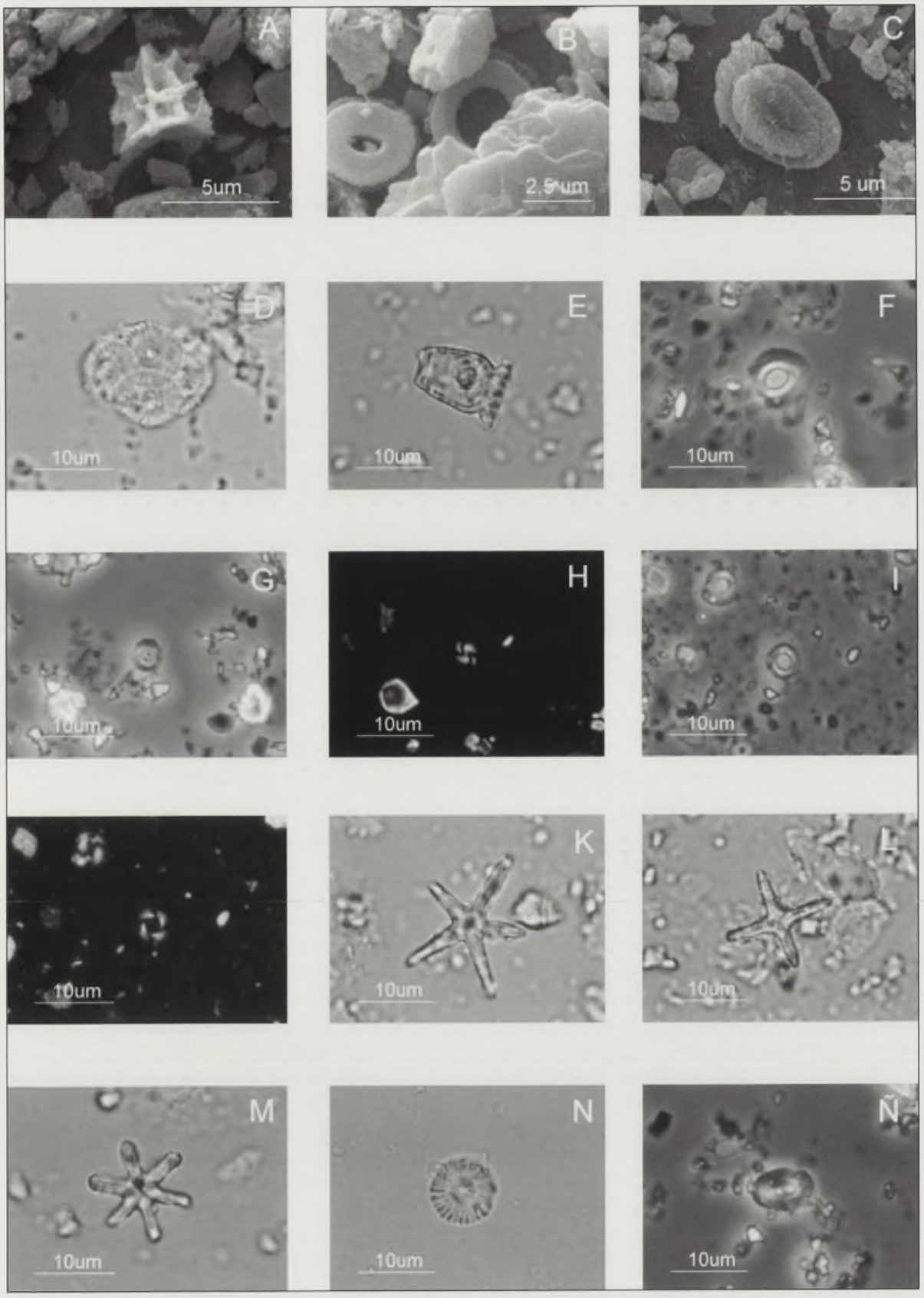


FIGURA 3. *Fotografías de microscopio electrónico de barrido y de microscopio óptico de la nanoflora de la unidad P-1 (ME: microscopio electrónico; NP: microscopio óptico con nícoles paralelos; NC: microscopio óptico con nícoles cruzados; CF: microscopio óptico con contraste de fase). A: Sphenolithus abies (SPC 1, ME). B: Pseudoemiliania lacunosa (SPC 1, ME). C: Helicosphaera carteri (SPC 2, ME). D: Cocosfera de Calcidiscus macintyrei (SPC 1, NP). E: Scyphosphaera pulcherrima (SPC 1, NP). F: Reticulofenestra pseudoumbilicus (SPC 1, CF). G: "Small Gephyrocapsa" (SPC 4, NP). H: "Small Gephyrocapsa" (SPC 4, NC). I: Pseudoemiliania lacunosa (SPC 4, CF). J: Pseudoemiliania lacunosa (SPC 4, NC). K: Discoaster asymmetricus (SPC 5, NP). L: Discoaster tamalis (SPC 3, NP). M: Discoaster surculus (SPC 7, NP). N: Calcidiscus leptoporus (SPC 7, NP). Ñ: Helicosphaera sellii (SPC 1, CF).*

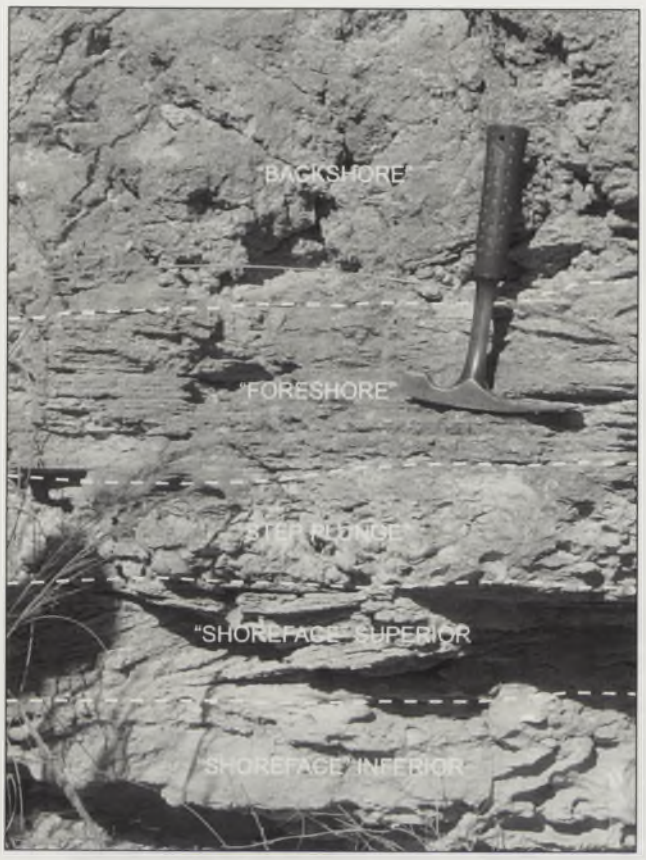


FIGURA 4. *Secuencia de somerización, resultante de la progradación de un ambiente litoral playero, en la unidad P-2.*

Sphenolithus neoabies, Sphenolithus sp. Coccolithus pelagicus, Syracosphaera sp. y *Scyphosphaera pulcherrima* (Fig. 3E). Esta asociación permite situar este tramo en la parte media de la biozona MBNN13/14 de *Ceratolithus rugosus* (Lancis, 1998), marcado fundamentalmente por la coexistencia de *Reticulofenestra cisnerosii* y de *Pseudoemiliania lacunosa*, la presencia frecuente de "small *Gephyrocapsa* spp." y la ausencia de *Discoaster asymmetricus*. Dicha biozona se correlaciona con la parte alta de la zona CN11a de *Sphenolithus neoabies* (Okada y Bukry, 1980 *emend.* Raffi y Flores, 1995), con la parte alta de la NN13 (Martini, 1971) y con la parte alta de la zona MNN13 (Raffi y Rio, 1979 *emend.* Rio *et al.*, 1984). En consecuencia, todo el tramo 1 puede ser asignado a la parte media del Zancliense (Plioceno Inferior).

En los demás tramos de la unidad (3 a 5) se observa un cambio respecto a la asociación del tramo 1, ya que aparecen los primeros *Discoaster tamalis* (Fig. 3 L) y *Discoaster asymmetricus* (Fig. 3 K) y desaparecen las *Reticulofenestra cisnerosii*, destacando además el aumento en número de las *Pseudoemiliania lacunosa* y la abundancia de las "small *Gephyrocapsa* spp.". Todo ello, unido al registro contínuo de de *Reticulofenestra pseudoumbilicus* de >7µ y *Sphenolithus* spp., permite asignar los tramos 3 a 5 a la Biozona MBNN15 de *Discoaster tamalis* (Lancis, 1998) que se correlaciona con la parte alta de la biozonas CN 11b de *Discoaster asymmetricus* y con la base de la CN12a de *Discoaster tamalis* (Okada y Bukry, 1980 *emend.* Raffi y Flores, 1995), y con la NN15 de *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Martini, 1971) y con la parte alta de la MNN14/MNN15 de *Reticulofenestra pseudoumbilicus* y la parte baja de la MNN16a de *Discoaster tamalis*. (Raffi y Rio, 1979 *emend.* Rio *et al.*, 1984). Así pues, los tramos 3 a 5 son atribuibles a la parte superior del Zancliense.

INTERPRETACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LOS DEPÓSITOS PLIOCENOS

En la unidad margosa P-1 predominan netamente los depósitos de decantación, lo que apuntaría a un ambiente de baja energía. Sin embargo, la presencia de niveles bioclásticos con fósiles resedimentados (niveles de braquiópodos y cirrípedos) y la presencia frecuente de recrecimientos de calcita rotos en la nanoflora, indican que, episódicamente dominaban condiciones de alta energía. La abundancia y las características de los restos fósiles apunta a un medio bien oxigenado y no demasiado profundo. La presencia frecuente en la nanoflora de asterolitos y *Reticulofenestra* indicaría condiciones de mar abierto. Interpretamos estos sedimentos como depósitos de plataforma de tipo circalitoral.

La unidad P-2 de areniscas calcáreas está constituida por un conjunto de secuencias de somerización resultantes de la progradación de ambientes litorales de tipo playa. En la secuencia tipo es posible diferenciar cinco facies:

a) Arenisca calcárea fina muy bioturbada con frecuentes fósiles semiautóctonos que se interpreta como un depósito de "shoreface" inferior.
b) Arenisca calcárea con laminación cruzada tabular, formada por la migración de barras subacuáticas. Estas morfologías son características del "shoreface" superior de las playas.
c) Arenisca calcárea con abundantes conchas de bivalvos desarticuladas y con frecuencia rotas. Aunque el tamaño grande de las conchas dificulta la observación de las características láminas inclinadas hacia el mar, es posible interpretar esta facies como un depósito de "step-plunge" (escalón de playa).
d) Arenisca calcárea con laminación (sub-) horizontal. Estas estructuras de alta energía se suelen desarrollar en subambientes playeros de "foreshore".
e) Arenisca calcárea masiva, con conchas dispersas, que se pueden considerar como sedimentos depositados en subambientes playeros de "backshore".

La unidad margosa P-3 está constituida por depósitos de decantación. Por su contenido fósil (ostrácodos, gasterópodos, caráceas, etc.), su ambiente sedimentario puede corresponder a una laguna costera. Representaría, por tanto,

un episodio regresivo que suele estar mejor representado en el margen sur de la Cuenca del Bajo Segura.

CONCLUSIONES

En el borde norte de la sierra de Santa Pola, se pueden diferenciar tres unidades litológicas pliocenas.

La unidad P-1, de naturaleza margosa, contiene abundante nanoflora que permite su atribución a la parte media y superior del Zancliense. Su sedimentación se produjo en un ambiente marino circalitoral de plataforma de aguas no muy profundas pero tranquilas, aunque episódicamente se desarrollaban condiciones de alta energía.

La unidad P-2, constituida por areniscas calcáreas, reposa en ligera disconformidad sobre la unidad P-1. Está formada por varias secuencias de somerización generadas por la progradación de sistemas sedimentarios playeros.

La unidad margosa P-3, representa un episodio regresivo con formación de depósitos característicos de lagunas costeras.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos BTE2003-05047 y BTE2003-01113 y del grupo de investigación GRUPOS03/085 (Generalitat Valenciana). Agradecemos a Yolanda López la preparación de las muestras.

REFERENCIAS

Brebion, Ph., Demarcq, G., Lauriat, A. y Montenat, Ch. (1971): Le Pliocène de la région d'Elche (province d'Alicante, Espagne) et sa faune de mollusques. *Estudios geol.* 27: 197-211.

Lancis, C. (1998): *El Nanoplancton Calcáreo de las Cuencas Neógenas Orientales de la Cordillera Bética.* Tesis doctoral, Univ. Alicante, 841 p.

Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. En: Farinacci, A. (Ed.) *Proc. 2nd Int. Conf. Planktonic Microfossils*. Rome (Ed. Tecnosci), 2: 739-785.

Montenat, C., Ott d'Estevou, P. y Coppier, G. (1990) Les bassins neógènes entre Alicante et Cartagena. *Doc. et Trav. I.G.A.L.*, 12-13: 313-368.

Pajaud, D. (1976): Les brachiopodes du Pliocène I de la Sierra de Santa Pola (Sud d'Alicante, Espagne): *Terebratula terebratula* (Linné, 1758) et *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen., nov. sp. *Ann. Soc. Geol. Nord*, 96: 99-106.

Raffi, I. y Flores, J. A. (1995): Pleistocene through Miocene calcareous nannofossils from eastern equatorial Pacific Ocean (Leg 138). *Proc. ODP. Scientific Results*, 138: 233-285.

Rio, D., Sprovieri, R. y Raffi, I. (1984): Calcareous plankton biostratigraphy and biochronology of the Pliocene-Lower Pleistocene succession of the Capo Rosello area, Sicily. *Mar. Micropaleontology*, 9: 135-180.

Contribución al conocimiento hidrogeológico del sector de La Brianza (Córdoba, Argentina)

M. Lema[1], J. M. Andreu[2], M. Blarasin[1] y A. Cabrera[1]

1 Dpto. de Geología. Universidad Nac. de Río Cuarto. Ruta Nac. 36, km 601, Río Cuarto, Cba. Argentina. mblarasin@exa.unrc.edu.ar
2 Dpto. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apdo. Correos, 99. 03080 Alicante. Andreu.Rodes@ua.es

ABSTRACT

This arcticle aims to describe the main hidrogeologic aspects of La Brianza area, making a contribution to the knowledge of the natural resources in this agricultural region from the central argentine plain. Two aquifer systems are found in this territory. The phreatic aquifer comprises mainly fine eolic quaternary sediments, it presents relatively low yields (flows) and highly variable ionic contents. The presence of Fluorine and Arsenic is common. The different confined deep aquifers identified, with higher yields, include coarser clasts, mainly coarse sand and gravel, limited by thick silts layers. The total dissolved solids are low, always under 1000 mg per litre. An analysis of the aptitude of use of these waters indicates important restrictions due to their chemical characteristics.

***Key words**: Large plain, unconfined aquifer, hydrochemistry, water quality, Pampa Argentina.*

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo socioeconómico de una región. Sin embargo, su utilización y empleo está asociada a una calidad que no siempre es la más adecuada para los usos que se le pretende dar. Este es el caso de numerosos lugares entre los que se encuentran algunos sectores de la región pampeana argentina. A pesar de que a priori esta región dispone de recursos hídricos subterráneos, la mineralización de sus aguas así como la elevada concentración de ciertos elementos como arsénico o flúor, entre otros, puede llegar a hacerlas no aptas para usos como el abastecimiento humano, el aprovechamiento ganadero o incluso el regadío.

La zona de la Brianza es uno de estos sectores de la región pampeana ubicada en la parte centro-meridional de la provincia de Córdoba, aproximadamente a 40 km al SE de Río Cuarto. La captación de las aguas subterráneas en esta zona tiene lugar tanto del acuífero superficial como de tramos acuíferos confinados profundos. A pesar de esta disponibilidad, no todas las aguas captadas ofrecen buenas calidades por lo que muchas veces las posibilidades de uso quedan restringidas.

El principal objetivo del presente trabajo se centra en realizar una caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica de este sector, contribuyendo al conocimiento de este tipo de acuíferos de gran llanura. Por otro lado, se pretende que este estudio sirva en futuras planificaciones del uso del agua en esta región.

Para realizar el presente estudio se seleccionó una superficie aproximada de 430 km^2 correspondiente con la hoja topográfica del IGM La Brianza nº 3363-25-2. Su acceso es posible tomando el camino de La Gilda que parte del km 604 de la Ruta Nacional nº 8 (Fig. 1).

EL MEDIO FÍSICO

Desde el punto de vista geológico el área de estudio se ubica en la provincia geológica denominada Llanura Chacopampeana. Esta provincia abarca una importante extensión del territorio argentino, con un relieve de lomas muy suaves que alternan con zonas planas de pendientes muy reducidas. A grandes rasgos, esta región ha actuado durante la mayor parte de su historia geológica como una zona deprimida dividida en subcuencas, cuyo basamento está constituido por rocas metamórficas e ígneas precámbricas y paleozoicas. El relleno de esta gran cuenca está integrado por un amplio registro sedimentario de diversas edades y ambientes deposicionales (Russo *et al.*, 1979). En la parte basal se disponen materiales marinos siliciclásticos con intercalaciones continentales de edad paleozoica. El tramo intermedio está constituido por una secuencia mesozoica y terciaria donde alternan materiales de ambientes marinos y continentales, así como importantes espesores de rocas basálticas jurásicas. La parte superior se compone de una secuencia mayoritariamente detrítica en la que alternan sedimentos eólicos, fluviales y lacustres del final del Terciario y Cuaternario.

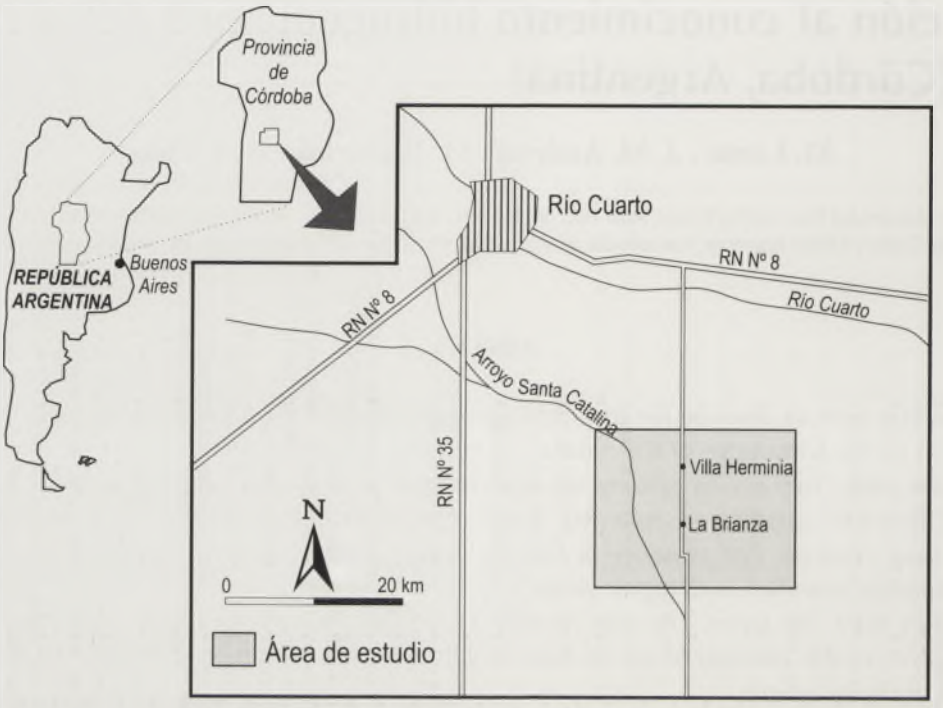


FIGURA 1. *Localización geográfica del área de estudio.*

A partir de los datos de las litologías atravesadas por diferentes sondeos en el sector de La Brianza se ha podido establecer, de muro a techo, que entre los 300 y 120 m de profundidad existe una alternancia de limos y arenas muy finas con niveles de arenas medias y gruesas. Los niveles de mayor granulometría adquieren potencias entre 6 y 10 m y muestran escasa continuidad lateral. Se estima que este tramo podría corresponder a la Fm Tigre Muerto de edad Mioceno, (Blarasin *et al.*, 2000; Blarasin y Cabrera, 2001). La serie continúa con limos y arenas finas, habiéndose detectado en algunas perforaciones la presencia de niveles entoscados (calizas epigénicas impuras) entre 120 y 80 m de profundidad, cuya continuidad no se ha podido establecer. Estas litologías se asignan al conjunto de unidades definidas para el Cuaternario inferior y medio (Cantú, 1992; Villalba, *et al.*, 2002). Por encima de este paquete y hasta la superficie predominan los limos y arenas muy finas, con eventuales intercalaciones de granulometrías superiores e inferiores. En la parte más alta se han identificado diversos niveles edáficos que reflejan alternancias climáticas en la última etapa del registro sedimentario. Este tramo superior parece corresponderse con algunas de las unidades definidas asignadas al Holoceno por Cantú (1992).

Geomorfológicamente el área corresponde a las asociaciones denominadas: Alto Estructural y Bloque Hundido (Degiovanni, 2001), ambas limitadas por una importante falla regional de orientación NNO-SSE (Falla del Tigre Muerto). La parte oriental del área de estudio corresponde al Alto Estructural que forma parte de un bloque elevado de carácter regional. Está conformado por una amplia loma de relieve suavemente ondulado y cima plana, con la vertiente oriental tendida y la occidental más pronunciada. Las pendientes en las laderas varían entre 0,5% y 1,3%. Actúan aquí procesos leves a moderados de deflación y erosión hídrica. La parte occidental se encuentra dentro del denominado Bloque Hundido, de relieve prácticamente plano (pendiente media de 0,02%). En ella se encuentra la estrecha faja fluvial del Arroyo Santa Catalina, que se sobreimpone a una antigua, de mayor extensión. En el resto de esta asociación son característicos los procesos de halomorfismo e hidromorfismo, relacionados con la presencia del nivel freático muy cercano a la superficie. La red de drenaje, constituida por un único colector con flujo permanente, el Arroyo Santa Catalina, y por líneas de escurrimiento efímero, está fuertemente controlada por el patrón estructural.

ENCUADRE CLIMÁTICO

La caracterización del régimen climático se ha realizado a partir de los datos de precipitación registrados en el establecimiento Don Gervasio, ubicado en las cercanías de La Brianza, y de la serie térmica perteneciente a la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Río Cuarto, situada aproximadamente a 40 km del área de estudio.

La precipitación media anual para el período 1945-1998 se sitúa en 790 mm/año, presentando un coeficiente de variación (CV) de 28. A lo largo de la serie de registro se puede identificar dos intervalos de tiempo con características ligeramente diferentes (Fig. 2a). Por un lado el periodo comprendido entre el inicio del registro hasta 1971, el cual presenta menores valores de precipitación, de forma que son escasos los años en que supera la media de la serie. Es durante este intervalo cuando

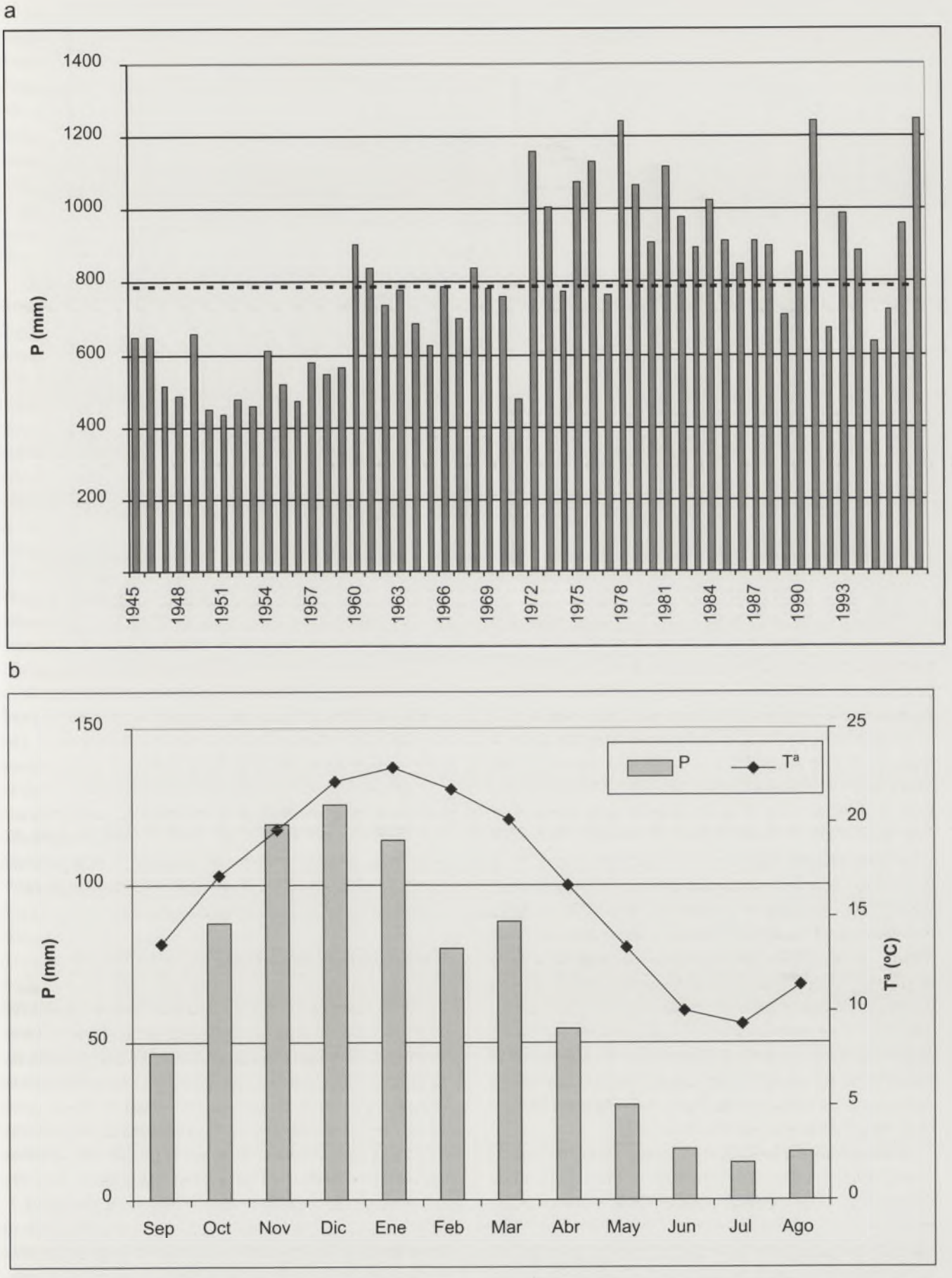


FIGURA 2. *(a) Distribución de la precipitación en la estación Don Gervasio durante el periodo 1945-1998. (b) Distribución anual de la temperatura y de la precipitación.*

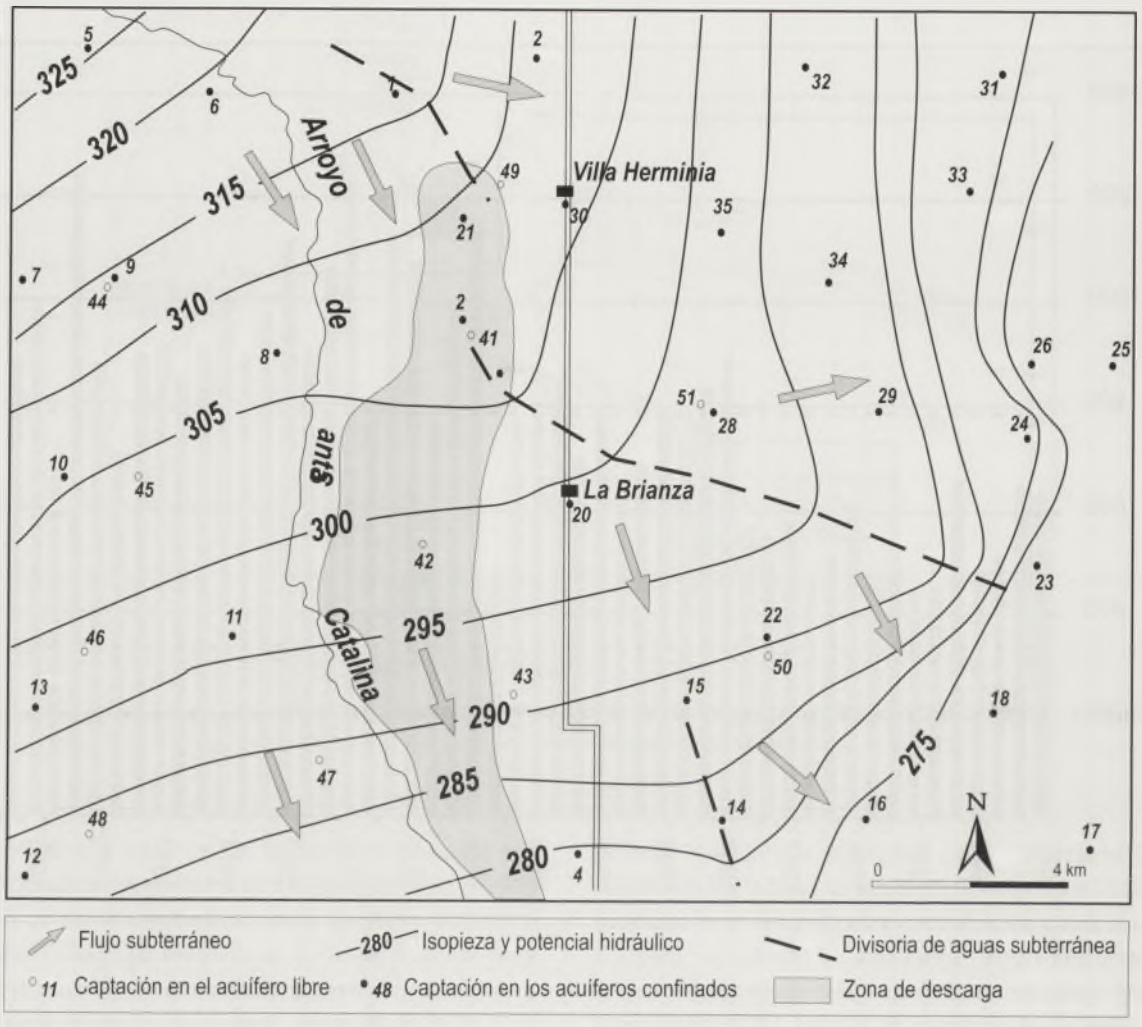


FIGURA 3. *Mapa piezométrico para el acuífero libre (otoño, 1999).*

tuvo lugar el año más seco (1951) con valores de 438 mm. Por otro lado, el periodo 1972-1998 se muestra más lluvioso, superándose los valores de 1000 mm en varios años. El año más húmedo fue 1998 con 1247 mm. Este comportamiento de incremento de la pluviometría responde a una tendencia regional constatado en diversas estaciones (Venencio y García, 2002). Respecto a la distribución de las precipitaciones a lo largo del año, la figura 2b muestra cómo el periodo entre noviembre y enero es el más húmedo, produciéndose un 45% de la lluvia anual. El máximo absoluto se encuentra en el mes de diciembre con un valor medio de 126 mm. Por último, el más seco corresponde al periodo invernal situándose el mínimo en el mes de julio con un valor de 12 mm.

La temperatura media anual es de 16,5ºC. Entre diciembre y marzo se registran las mayores temperaturas, siendo enero el que presenta valores medios más altos con 22,9ºC. Es común en estos meses alcanzar valores superiores a 35ºC. Por otro lado, los meses entre junio y agosto son los más fríos, obteniéndose la media más baja en julio con 9,3ºC. Durante esos meses suelen registrarse comúnmente valores inferiores a 0ºC.

Según la clasificación de Thornthwaite, la zona de estudio se encuentra bajo la influencia de un clima subhúmedo, mesotérmico, con pequeña o ninguna falta de agua en invierno.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Desde el punto de vista hidrogeológico el área de estudio se encuadra en la Región Hidrogeológica Llanura Chaco Pampeana (INCyTH, 1991), la cual está formada por un sistema de acuífero multicapa de características hidraúlicas muy variables.

En el área de La Brianza, a partir de la información obtenida de los sondeos, se han diferenciado dos grandes conjuntos con características acuíferas diferentes. Un conjunto superior, constituido mayoritariamente por limos y arenas muy finas, que se comporta como acuífero libre, y un conjunto basal, en la que alternan las capas de gravas, arenas gruesas y medias con sedimentos finos, cuyo comportamiento hidrogeológico es más complejo en el que se alternan niveles confinados y semiconfinados.

El acuífero libre en este sector presenta características hidráulicas deficientes, típicas de depósitos de loess, en donde predominan captaciones de molinos y pozos incompletos que atestiguan bajos caudales de extracción. Es por ello que pueda ser considerado como un acuífero pobre o incluso acuitardo, cuyos valores característicos de K (Conductividad Hidráulica) y S (Almacenamiento) son del orden de 0,5-1 m/día y 0,05-0,1, respectivamente. Todo apunta que el nivel impermeable basal está constituido por los niveles cementados y arcillosos de mayor desarrollo ubicados entre 80 y 120 m de profundidad.

Según se observa en el mapa piezométrico (Fig. 3), la morfología de la superficie freática es radial, de suave a moderadamente ondulada con algunos sectores planos. El sentido regional del flujo del agua subterránea es desde el NW hacia el SE. No obstante se han identificado algunas líneas divisorias subterráneas parciales que configuran la divergencia del mismo. El gradiente hidráulico general de la zona es del orden de 2.10^{-3}, determinándose los máximos valores ($1,6\ 10^{-2}$) en la parte oriental del Alto estructural. La relación hidráulica acuífero-Arroyo Santa Catalina a partir de las isopiezas puede catalogarse como mixta en el tramo septentrional del arroyo al existir influencia subterránea por su margen occidental, mientras que la oriental actúa como efluente. Sin embargo, esta relación varía hacia la parte meridional apreciándose una coincidencia del sentido de flujo subterráneo y superficial. Por último, conviene destacar la existencia de una franja de varios km de ancho en donde el nivel freático se encuentra a menos de 3 m de profundidad, donde es común que la capa freática corte la topografía. De esta forma se originan encharcamientos que actúan como puntos de descarga del acuífero (Fig 3.). Tanto la dinámica del agua como la profundidad del nivel freático están fuertemente influenciadas por el control morfoestructural condicionado por la Falla del Tigre Muerto que separa los dos megabloques del área.

El tramo inferior corresponde al conjunto litológico detrítico por debajo del impermeable de muro del acuífero libre (aproximadamente 100 m de profundidad). Está formado por niveles de arenas y gravas lateralmente discontinuos dentro de un tramo limoso. Ello presenta una configuración hidrogeológica compleja en la que se alternan distintos acuíferos confinados o semiconfinados con diferente carga hidráulica. En el presente trabajo, no ha sido posible establecer la relación hidráulica existente entre los distintos tramos acuíferos captados, si bien debido a la diferencia de piezometrías y alturas de surgencia (algunas de ellas hasta de 20 m), es posible establecer la existencia de al menos varios acuíferos independientes.

En general, este conjunto hidrogeológico presenta mejores características hidráulicas que el acuífero libre, ya que los caudales de extracción comprendidos entre 2 y 10 L/s superan ampliamente a los del acuífero libre. Los mayores caudales suelen aportarlos los sondeos que alcanzan los niveles más profundos.

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

La caracterización geoquímica de las aguas del área de estudio se ha establecido a partir del muestreo realizado durante los meses de mayo a agosto de 1999. En total se muestrearon 25 captaciones (18 en el acuífero libre y 7 en acuíferos confinados). En campo se realizaron las medidas de temperatura, pH y conductividad eléctrica, mientras que en el laboratorio se determinaron calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, nitratos, nitritos, arsénico y flúor.

Los resultados obtenidos permiten constatar que las aguas del acuífero libre presentan valores de conductividad comprendidos entre 950 y 5860 $\mu S \cdot cm^{-1}$ (Tabla 1). Tal y como caracteriza a las aguas provenientes de acuíferos constituidos por loess, el ion dominante es el sodio con valores entre 144 y 756 mg/L y existe una gran variación respecto a las proporciones de los diferentes iones. La representación de las muestras en el diagrama de Piper permite diferenciar un grupo de aguas bicarbonatadas sódicas y un grupo de aguas también sódicas pero mixtas respecto a los aniones, las cuales, a su vez, corresponden a las más mineralizadas (Fig. 4). Los valores de nitratos son inferiores a 10 mg/L y no se han detectado nitritos. Por último, hay que destacar que los valores de arsénico y flúor son elevados (con máximos de 300 µg/L y 5 mg/L, respectivamente), lo cual se relaciona con la composición de los sedimentos que conforman el acuífero, con importante aporte de material volcánico en el loess (Smedley, *et al.*, 2002, Blarasin *et al.*, 2003). Cabe mencionar que el loess está compuesto en su mayor porcentaje por minerales livianos tales como feldespato potásico, cuarzo, vidrio volcánico (hasta 24% de

TABLA 1. *Sumario de las características hidrogeoquímicas del área de estudio. Med: media; DT: desviación típica; Máx: máximo; Mín: mínimo. C.E. conductividad eléctrica en µS/cm; TDS: total de sales disueltas en mg/L; resto de iones en mg/L.*

	Acuífero libre				*Acuíferos confinados*			
	Med	**DT**	**Máx**	**Mín**	**Med**	**DT**	**Máx**	**Mín**
pH	8,1	0,3	8,5	7,6	7,8	0,2	8	7,4
C.E.	2549	1635	5860	950	1888	930	3400	658
TDS	1784	1144	4102	665	1321	651	2380	461
HCO_3^-	553	132	880	275	284	121	450	156
SO_4^{2-}	320	300	896	32	337	193	575	110
Cl^-	186	204	663	14	109	103	305	0
Na^+	348	201	756	144	238	134	473	76
K^+	13,5	10,2	45	5,7	10,1	3,8	16,2	4,9
Ca^{2+}	24	30	106	3,2	44,8	27,9	84	12
Mg^{2+}	24	30	100	2,9	16,2	13,1	32,7	1,5
NO_3^-	7,7	1,6	10	4	7,9	1,2	9	6
As	0,13	0,1	0,3	0	0,04	0,06	0,15	0
F	2,46	1,3	5	0,95	0,61	0,38	1,4	0,38

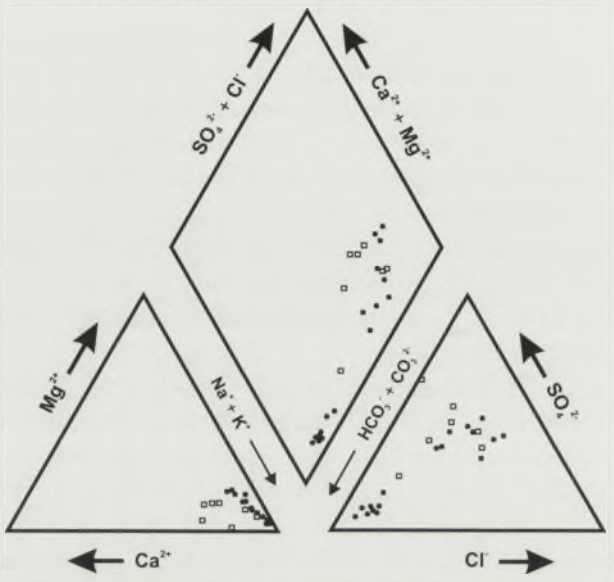


FIGURA 4. *Representación de las muestras de agua en el diagrama de Piper. Acuífero libre (círculos rellenos); Acuíferos confinados (cuadrados huecos).*

porcentaje en peso), plagioclasa y fragmentos líticos, y muy subordinadamente (<10%) por minerales pesados (piroxenos y anfíboles, turmalina, circón, apatito y opacos). El 78 % de las muestras sobrepasan el límite de arsénico de 50 μg/L de la legislación argentina, mientras que el 72 % supera el establecido para flúor de 1,3 mg/L para una temperatura ambiente promedio de 16ºC.

En general, las aguas menos mineralizadas se asocian fundamentalmente al sector oriental, donde existe una zona no saturada superior a 10 m. Por el contrario, en el sector occidental, topográficamente más bajo y por tanto con la capa freática más cercana a la superficie, la mineralización aumenta rápidamente. Todo indica que el principal aumento de salinidad está relacionado a las más bajas velocidades de circulación del agua subterránea y al efecto de procesos de evapotranspiración como consecuencia de ascensos verticales de agua por capilaridad a través de los sedimentos finos.

En cuanto a las características químicas del agua proveniente de los acuíferos confinados se observa que en general se trata de aguas menos mineralizadas, con un valor máximo de 2429 mg/L en sales totales. Los valores de salinidad varían ampliamente en relación directa con la profundidad. También muestran una facies mixta respecto a los iones y sódica respecto de los cationes. Los contenidos de nitratos son semejantes a los del acuífero libre, mientras que los de flúor y arsénico son menores (Tabla 1). Las diferencias geoquímicas deben obedecer a condicionamientos litológicos e hidrodinámicos, si bien la escasa información que se dispone impide poder realizar un análisis más preciso.

Las aguas provenientes de los acuíferos existentes en el área de La Brianza se utilizan principalmente para uso doméstico y ganadero. No obstante, a causa a los altos valores de sales disueltas, así como por la presencia de flúor y arsénico, las aguas provenientes del acuífero libre son en general no aptas para consumo humano. Si bien gran parte de las aguas son aptas para uso ganadero, este uso no sería adecuado en aquellos puntos con mayores concentraciones en arsénico. Los bajos contenidos de nitratos indican la escasa influencia hasta el momento de las actividades ganaderas sobre la calidad de las aguas subterráneas.

Aunque apenas se realizan riegos en los campos de la zona, se ha efectuado un análisis de aptitud química para las aguas pertenecientes al acuífero libre aplicando la normativa de Riverside. Las aguas más deficientes se sitúan en el sector occidental, y su empleo conllevaría riesgo de salinización y problemas de sodicidad en algunos suelos.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista hidrogeológico la región de La Brianza presenta dos conjuntos hidrogeológicos diferentes. Por un lado, un tramo superior con predominio de sedimentos finos y que se comporta como acuífero libre, y por otro, un tramo inferior caracterizado por la presencia de niveles gruesos que actúan como acuíferos confinados o semiconfinados de relaciones hidráulicas poco conocidas.

El acuífero libre se presenta como un acuífero pobre en donde los rendimientos de las captaciones son bajos. El control morfoestructural del área define dos sectores bien diferenciados tanto en la dinámica como en la calidad del agua subterránea. En el Bloque Hundido el sentido del flujo subterráneo es NNW-SSE, encontrándose las menores profundidades del nivel freático y las máximas salinidades (2-4 g/L) con dominio de aguas sódicas y mixtas en la facies aniónica (sulfatadas y/o cloruradas), aspectos asociados a la condición topográficamente deprimida. En el Alto Estructural se observan divergencias del flujo a partir de divisorias que coinciden con los altos topográficos más destacados, observándose los mayores espesores de zona no saturada y las más bajas salinidades con dominio de aguas bicarbonatadas sódicas, producto de una recarga preferencial del acuífero. La presencia en el agua de elementos como arsénico y flúor guarda estrecha relación con la mineralogía y características hidráulicas de los sedimentos loéssicos que conforman el acuífero.

En la zona también existen diversas captaciones que explotan los acuíferos confinados profundos. Si bien la escasez de datos no permite realizar un modelo detallado de éstos, es claro que se trata de diferentes niveles, que presentan una variedad de rendimientos y características hidroquímicas. En general, las aguas de estos niveles son menos mineralizadas, aunque también su facies predominante es mixta respecto a los aniones y sódica respecto a los cationes.

Las aguas provenientes de ambos acuíferos se utilizan principalmente para uso doméstico y ganadero. Sólo las aguas de los acuíferos confinados más profundos son apropiadas para consumo humano.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha beneficiado de los fondos del grupo de investigación de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto (SECyT-UNRC) y AVCiT-GRUPOS 03/085 de la Generalitat Valenciana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blarasin, M., Cabrera, A. y Degiovanni, S. (2000): Hidrogeología Regional: El agua subterránea como recurso fundamental del Sur de la Provincia de Córdoba, Argentina. En: *I Congreso Mundial Integrado de Aguas Subterráneas*. Fortaleza, Brasil.

Blarasin, M. y Cabrera, A. (2001): *Hidrogeología*. En: Hoja Geológica Río Cuarto. Escala 1:250.000 Servicio Geológico de Argentina.

Blarasin M., Cabrera, A., Paris, M. y Matteoda, E. (2003): Aplicación del análisis factorial y cluster al tratamiento de datos hidrogeoquímicos en la hoja Río Cuarto, Cba. *I Seminario Hispano Latinoamericano sobre temas Actuales de la Hidrología Subterránea*: 309-318.

Cantú, M. P. (1992): *Holoceno de la provincia de Córdoba*. En: Holoceno de la República Argentina. T I (Ed. Martín Irondo). Simp. Inter. sobre Holoceno en América del Sur, Paraná, Argentina: 24 p.

Degiovanni, S. (2001): *Geomorfología*. En: Hoja Geológica Río Cuarto. Escala 1:250.000 Servicio Geológico Minero de Argentina (SEGEMAR).

INCyTH (1991). *Mapa Hidrogeológico de la República Argentina*. Escala 1:2.500.000. Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas. MOSP-INCYTH-UNESCO.

Russo, A., Ferello, R. y Chebli, G. (1979): Llanura Chacopampeana. En: *II Simposio de Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Ciencias de Córdoba (Argentina). Vol. I: 139-183.

Smedley, P. L., Nicolli, H. B., Macdonald, D. M. J., Barros, A. J. y Tulio, J. O. (2002): Hydrogeochemistry of arsenic and other inorganic constituents in groundwaters from La Pampa, Argentina. *Applied Geochemistry*, 17, 259-284.

Venencio, M. V. y García N. O. (2002). Acuífero libre y variabilidad climática en el norte de la Llanura Pampeana. En: *Groundwater and Human Development* (Bocanegra, E., Martinez D. Massone, Eds.): 714-721.

Villalba, G., Blarasin, M., Degiovanni, S., Villegas, M. y Cabrera, A. (2002): Características hidrológicas superficiales y subterráneas en el área de Vicuña Mackenna-Bañados del Tigre muerto, Córdoba, Argentina. En: *Groundwater and Human Development* (Bocanegra, E., Martínez D. Massone, eds.): 1542-1551.

Nuevos datos de las sierras de Orihuela y Callosa. Estratigrafía, estructura y división en unidades

I. Martín-Rojas[1], A. Estévez[1], M. Martín-Martín[1] y F. J. García Tortosa[2]

1 Dept. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante, AP 99, 03080, Alicante. Ivan.Martin@ua.es
2 Dept. de Geología. Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas s/n, 23071-Jaen. gtortosa@ujaen.es

ABSTRACT

The present paper shows the results of the stratigraphic and structural revision of the sierras of Orihuela and Callosa (Alicante province, SE Spain), belonging to the Alpujarride Complex of the Internal Betic Zone. New data afforded prove that both sierras must be attributed to a single tectono-stratigraphic unit for which the name Orihuela-Callosa Unit is proposed. Two stratigraphic formations with four members for this unit are defined, all of them lower to middle Triassic in age; from bottom to top we distinguish: the Detritic formation, composed of just one member called slates and quartzites member. The carbonatic formation made of the calcareous-dolomitic member, limestones and marls member and finally the upper calcareous member. Regarding the geodynamic evolution three deformational cycles have been recognized: a first sin-metamorphic cycle developing the main foliation, a second extensional tardi-metamorphic cycle and a final compresive cycle.

Key Words: *Alpujarride Complex, Orihuela and Callosa sierras, Eastern Betic Cordillera, Stratigraphy, Tectonic Units, Geologic Structure.*

INTRODUCCIÓN

El primer trabajo científico del que se tiene noticia sobre las Sierras de Orihuela y Callosa fue realizado por Daniel Jiménez de Cisneros, en homenaje a quien se realiza este Simposio y Reunión Científica. Se trata de una nota del Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural de abril de 1912 (Jiménez de Cisneros, 1912c) en el que el autor describe una excursión que realizó ese mismo mes acompañado del Padre E. Saz S. J. y de D. José Andreu desde Orihuela a Murcia. En ella describe con gran precisión y minuciosidad la serie aflorante en la ladera meridional de la Sierra de Orihuela, citando además que en una ocasión previa había encontrado una Myophoria.

Las Sierras de Orihuela y Callosa son dos elevaciones existentes en la depresión de la Vega Baja del Río Segura, en el límite entre la provincia de Alicante y la de Murcia. A pesar de ser numerosos los trabajos precedentes sobre este sector, destacar los de Kampschur (1972), de Boer *et al.* (1974), De Jong (1991) y Martín-Rojas (2002), no existe un consenso sobre su estructura, estratigrafía ni sobre su asignación a alguno de los grandes conjuntos definidos en la Cordillera Bética.

Recientemente Martín-Rojas (2002) asignó los materiales aflorantes al Complejo Alpujárride, concretamente a sus unidades inferiores.

En lo que a su estructura se refiere, de Boer *et al.* (1974) diferencian en la Sierra de Orihuela un total de tres unidades tectónicas, de abajo a arriba: unidades de Bermejo, Túnel y Orihuela. Así mismo en la Sierra de Callosa estos mismos autores distinguen dos unidades: la Unidad de Redován y la de Callosa. Dentro de cada una de estas unidades definen una serie de formaciones estratigráficas de carácter informal.

ESTRUCTURA GENERAL DEL ÁREA

Las Sierras de Orihuela y Callosa son un conjunto de rocas triásicas mayoritariamente carbonatadas, aunque en la base de la sucesión aparecen materiales de naturaleza terrígena así como algunos sills rocas sub-volcánicas básicas que aunque intruyen a diferentes alturas de la serie se concentran hacia la base del conjunto carbonatado. Estos materiales están afectados por el metamorfismo y presentan un sistema de plegamiento con pliegues de vergencia Sur. Se observan además varios contactos frágiles que delimitan escamas tectónicas superpuestas (Figs. 1 y 2); aparecen también cabalgamientos fuera de secuencia que cortan a los anteriores (Fig. 2-I). Los contactos entre el paquete terrígeno basal y el carbonatado superior son en la mayoría de los casos superficies de despegue extensionales con movimiento del bloque de techo hacia el Norte. Todo este conjunto de estructuras aparece afectado por una serie

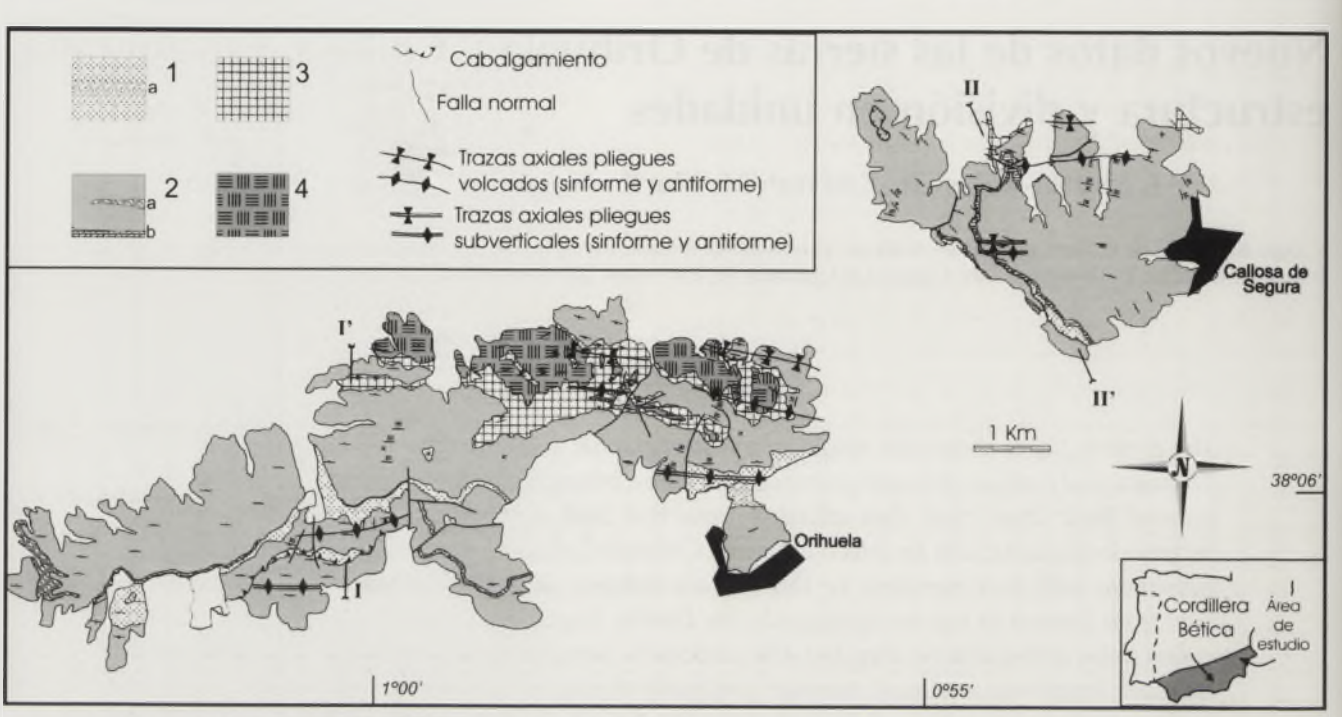


FIGURA 1. *Mapa geológico de las sierras de Orihuela y Callosa. Formación detrítica: 1: miembro de pizarras y cuarcitas, a: rocas sub-volcánicas básicas. Formación carbonatada: 2: miembro calizo-dolomítico margoso, a: yesos, b: dolomía negra, 3: miembro calizo-margoso, 4: miembro calizo superior.*

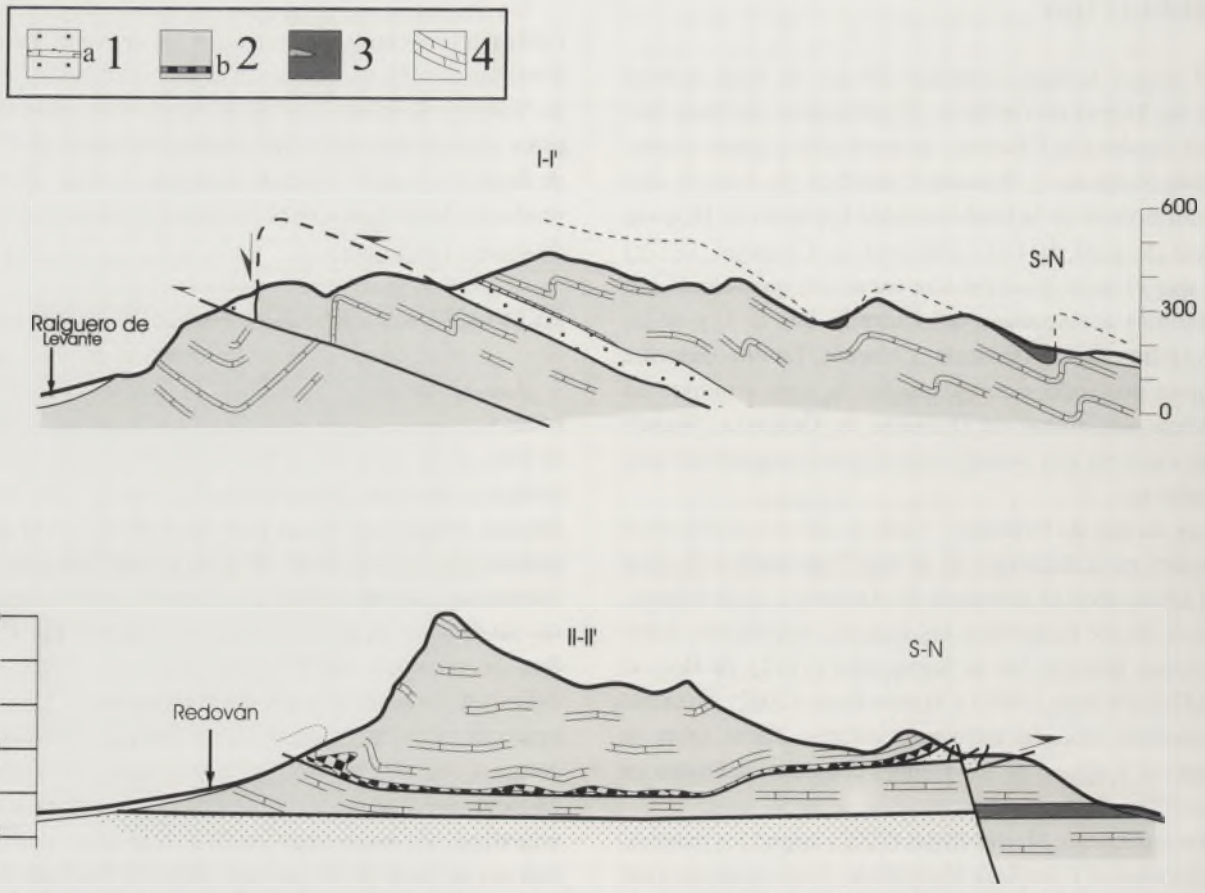


FIGURA 2. *Cortes geológicos representativos de las sierras de Orihuela y Callosa. Situación y leyenda en Figura 1.*

de pliegues suaves con plano axial subvertical y de escala hectométrica (Fig. 1).

DIVISIÓN EN UNIDADES TECTÓNICAS DE ÁMBITO LOCAL Y REGIONAL

En el sector situado al Norte del Raiguero de Levante aparece un contacto mecánico de cabalgamiento, sin embargo dada la total similitud estratigráfica entre las series observadas por debajo y por encima de dicho contacto así como el escaso desarrollo de rocas de falla asociadas al mismo el desplazamiento que dicho contacto implica debe ser de rango menor, que en ningún caso alcanzaría los 10 kilómetros, por lo que no tienen la entidad suficiente como para definir dos unidades distintas, si no tan sólo dos escamas de una única unidad tectónica (Fig. 2-I).

En la zona situada al Norte del túnel de la carretera N340 en Orihuela afloran unas metapelitas y cuarcitas sobre las que se dispone un potente paquete carbonatado (Fig. 1); este contacto presenta una ligera tectonización, la cual es muy común en todos los contactos que separan conjuntos de muy distinto comportamiento reológico en el Complejo Alpujárride; además se observa claramente como las cuarcitas y metapelitas púrpuras de la base intercalan en su parte alta niveles carbonatados (fundamentalmente calcoesquistos) más abundantes y potentes hacia techo, lo que representa claramente un tránsito gradual estratigráfico a los carbonatos suprayacentes. Por tanto este contacto tampoco puede considerarse que separe dos unidades tectónicas diferentes.

En consecuencia, en nuestra opinión los datos de observación demuestran que la Sierra de Orihuela está compuesta por una única unidad tectónica y estratigráfica, cuya secuencia aparece en parte repetida en algunas verticales, debido fundamentalmente a pequeñas imbricaciones.

En la Sierra de Callosa también aparece una serie de contactos mecánicos de naturaleza frágil que dan lugar a una repetición de la serie (Fig. 2-II). Sin embargo, de forma similar a lo que ocurre en la Sierra de Orihuela las series estratigráficas por debajo y por encima de este contacto son muy parecidas, incluso a escala métrica, por lo que nuevamente no se justifica la diferenciación de dos unidades tectónicas diferentes de ámbito regional. Se trataría por tanto tan sólo de dos o tres escamas, según los sectores, de una misma unidad.

Las series reconocidas en la Sierra de Callosa son a su vez iguales a la de la Sierra de Orihuela, por lo que podemos agrupar ambas sierras dentro de una única unidad, para la que proponemos el nombre de Unidad de Orihuela-Callosa.

DATOS ESTRATIGRÁFICOS

En las sierras de Orihuela y Callosa diferenciamos dos formaciones y un total de 4 miembros de carácter informal, que de muro a techo son: formación detrítica, con un

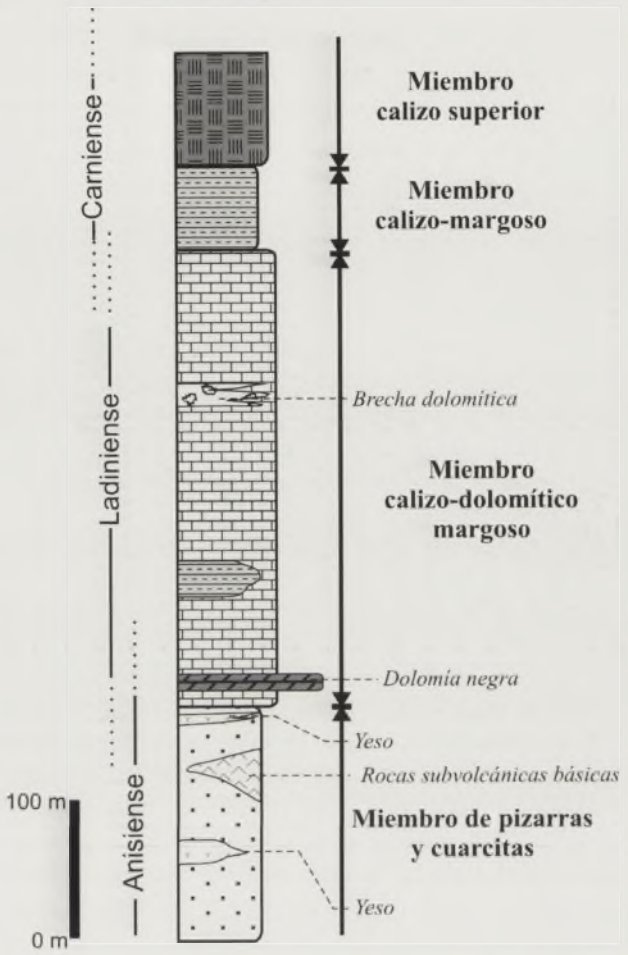


FIGURA 3. *Columna estratigráfica de las sierras de Orihuela y Callosa.*

único miembro al que denominamos *miembro de pizarras y cuarcitas*; encima encontramos una potente formación carbonatada dividida en tres miembros: *miembro dolomítico inferior*, *miembro calizo-margoso-superior* y *miembro calizo superior* (Fig. 3).

El *miembro de pizarras y cuarcitas* (D1) está formado por una alternancia de cuarcitas de tonos rosados, rojizos, violáceos, grisáceos, azulados, blancos y verdosos y por pizarras y filitas azuladas. Intercalados en este miembro aparecen cuerpos subvolcánicos de ofitas, cuyos contactos son a grandes rasgos paralelos a las superficies de estratificación. En algunas zonas este miembro intercala un nivel de yeso que, en ocasiones, alcanza a tener una potencia de 15 metros, aunque debido a su escasa continuidad lateral no puede ser cartografiado. La potencia máxima aflorante de este miembro es de 170 metros.

El *miembro calizo-dolomítico margoso* (C1) constituye el sector axial de las sierras de Orihuela y Callosa. Este miembro puede ser dividido en dos tramos, uno inferior y otro superior. El primero de ellos está compuesto por calizas y dolomías oscuras con un grado de recristalización de alto a muy alto, de aspecto masivo o dispuestas en bancos muy gruesos. En la base presenta un nivel bastante continuo de

Episodio de deformación		*Características principales*	*Estructuras asociadas*
1	Fase 1	Compresivo Sin-metamórfica	Esquistosidad principal S_1
	Fase 2		Pliegues vergentes y cabalgamientos
2		Extensional	Fallas normales de bajo ángulo
3		Compresivo de baja intensidad	Pliegues suaves de plano axial vertical

FIGURA 4. *Cuadro resumen de la evolución geodinámica de las sierras de Orihuela y Callosa.*

dolomía negra muy recristalizada que tiene en ocasiones "facies franciscana". A veces intercalan estratos dolomíticos amarillos que lateralmente se brechifican y terminan por desaparecer. Una característica de este tramo inferior es su intensa bioturbación, de forma que en ocasiones el volumen de roca bioturbada llega a ser de más del 95%. También podemos encontrar en la parte media un tramo algo más margoso que en las zonas con cierta continuidad lateral puede ser cartografiado, como es el caso de la terminación occidental de la Sierra de Orihuela. En ocasiones dentro de la masa dolomítica recristalizada aparecen núcleos preservados de la dolomitización que conservan las facies originales de la roca. Éstas consistían en niveles masivos (mudstones), niveles oolíticos, niveles con laminación algal y niveles bioturbados. En su parte media este miembro presenta un nivel discontinuo de brechas dolomíticas con cantos de tamaño centimétrico a decimétrico. El segundo tramo representa el tránsito gradual al miembro superior; de forma que aparecen niveles progresivamente más margosos hacia techo organizados en ciclos métricos carbonato-decrecientes. El espesor de este miembro no puede conocerse con exactitud, ya que se encuentra intensamente replegado, en cualquier caso la potencia aflorante es de unos 300 metros.

El *miembro calizo-margoso* esta formado por dos tramos: uno inferior compuesto de carbonatos grises y amarillos en estratos poco potentes (45 a 60 cm) y otro superior de calizas amarillentas en niveles algo más delgados que se intercalan con otros margosos. Los carbonatos del tramo superior se caracterizan por presentar una intensa bioturbación. En ocasiones aparecen bancos calcáreos de facies muschelkalk, con restos de lamelibranquios no determinables, foraminíferos, restos de peces y ostrácodos y conodontos, concretamente *Pseudofurnishius murcianus* (Van Den Boogaard) que indica una edad Ladiniense Superior a Carniense Inferior. En su parte más alta este miembro presenta calizas grises con juntas ocres y nódulos dispersos de sílex, las cuales pasan hacia arriba a calizas tableadas con moldes de evaporitas. Encima aparecen dolomías amarillentas con niveles centimétricos de brechas intraformacionales. Su potencia es de 75 m.

El *miembro calizo superior* está constituido por calizas con cierta componente micácea detrítica, bien estratificadas en bancos decimétricos y de color amarillo. En ocasiones intercalan niveles de dolomía amarilla clara. Lateralmente estas calizas pasan a un nivel de yesos con restos de dolomía negra recristalizada, el cual llega a alcanzar los 20 metros de potencia. La potencia total de este miembro es de al menos 100 m.

EVOLUCIÓN GEODINÁMICA

La revisión cartográfica, acompañada del estudio estructural y estratigráficos que hemos llevado a cabo de los afloramientos de las sierras de Orihuela y Callosa, nos permite presentar una nueva organización estructural y proponer una evolución tectónica acorde con la misma, que queda resumida en el siguiente cuadro (Fig. 4).

CONCLUSIONES

La revisión cartográfica, unida al estudio estructural y estratigráfico que hemos llevado a cabo de las sierras de Orihuela y Callosa, nos permite proponer una nueva división de las mismas. Hemos simplificado las unidades que había descritas hasta ahora en una sola con entidad regional, que denominamos Unidad de Orihuela-Callosa, aunque aparece estructurada en varias escamas tectónicas de menor entidad. Dentro de esta unidad hemos diferenciado un total de 4 miembros estratigráficos, uno basal de pizarras y cuarcitas

con cuerpos de rocas subvolcánicas intrusivas y 3 carbonáticos de calizas, dolomías y margas con diferentes grados de recristalización.

En cuanto a la evolución geodinámica las sierras de Orihuela y Callosa han sido afectadas por un primer episodio de deformación de carácter compresivo, que incluye un proceso metamórfico inicial seguido del desarrollo de pliegues y cabalgamientos de vergencia Sur que desarrollan también una foliación metamórfica. Posteriormente tiene lugar un segundo episodio de deformación en este caso extensional, marcado por la aparición de superficies frágiles de bajo ángulo con movimiento del bloque de techo hacia el Norte y localmente por el desarrollo de pliegues vergentes hacia el Sur. Finalmente tiene lugar una nueva deformación de carácter compresivo que provoca la aparición de pliegues suaves de plano axial subvertical y escala hectométrica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación de los proyecto BTE2000-0299 y BTE2003-01113, así como a diversos grupos y proyectos de investigación financiados por la Generalitat Valenciana.

REFERENCIAS

De Boer, A.; Egeler, C. G.; Kampschuur, W.; Montenat, Ch.; Rondeel, H. E.; Simon, O. J. y van Winkoop, A. A. (1974): *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 913 (Orihuela)*. IGME, Madrid.

De Jong, K. (1991): *Tectono-Metamorphic studies and radiometric dating in the Betic Cordilleras (SE Spain), with implications for the dynamics of extension and compression in the Western Mediterranean area*. Tesis Univ. Amsterdam, 204 p.

Jiménez de Cisneros, D. (1912c): De Orihuela a Murcia. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12: 205-209.

Kampschuur, W. (1972): *Geology of the Sierra de Carrascoy (SE Spain), with emphasis on alpine polyphase deformation*. Tesis, Gua Papers of Geology, 1, 4, 114 p.

Martín Rojas, I. (2002): *Las Sierras de Orihuela y Callosa: nuevos datos estructurales y estratigráficos*. Trabajo de Investigación Tutelada. Universidad de Alicante (inédito).

Van Den Boogard, M. y Simon, O. J. (1973): Pseudofurnishius (Conodonta) in the Triassic of the Betic Cordilleras, SE Spain. *Scr. Geol.*, 16: 1-23.

Estimación de la calidad del catálogo de la red sísmica de la provincia de Alicante a través de su comparación con el catálogo de la red sísmica nacional

S. Molina-Palacios[1], J. Giner-Caturla[1], P. Jáuregui[1], J. J. Galiana-Merino[2] y J. Rosa-Herranz[2]

1 Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, 03690, S. Vicente del Raspeig, Alicante, (Spain), e-mail: Sergio.Molina@ua.es, jj.giner@ua.es, pedro.jauregui@ua.es

2 Dpto. Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Universidad de Alicante, 03690 - San Vicente del Raspeig, Alicante (Spain), e-mail: juanjo@dfists.ua.es, Julio@dfists.ua.es

ABSTRACT

The local seismic network of Alicante province (URSPA) was founded in 1994, and until now, the recording process has been improved by using 1 and 3 components short period seismographs, 1 very broad band seismograph, and 2 acelerographs. A ten-year catalogue has been compiled showing the seismicity in the Alicante province and surroundings, which has been compared with the catalogue provided by the National Seismic Network (IGN) in order to check the differences in location, detection, magnitude of completeness, magnitude assignment. From the obtained results we can observe as the configuration of our local network has allowed to record small earthquakes which were not detected by IGN. On the other hand, differences in magnitude assignment are about 0.44 because of using a more detailed three homogeneous layers earth model by URSPA. Differences in location are mostly lower than 10 km in epicentral location and 5 km in focal depth.

Key words: *earthquake catalogues, seismicity analysis, completeness.*

INTRODUCCIÓN

La Red Sísmica de la Provincia de Alicante (URSPA) alcanzó su plena operatividad en el año 1994, en el cual el sistema instalado quedó definido como una red de adquisición de datos sísmicos con comunicaciones y registros de tipo analógico. En ese momento, su capacidad estaba limitada por el tipo de registro de medida de las horas de llegada del evento sísmico, cuya precisión era de un par de décimas de segundo, lo que trasladado a la indeterminación en la posición del epicentro, y sin tener en cuenta otras fuentes de error, proporcionaba localizaciones con un margen de error del orden de los doce kilómetros, adecuado para eventos de tipo regional, pero insuficiente para los pequeños eventos locales cuya detección y localización precisa es uno de los objetivos de la red. Gracias al apoyo de la Excma. Diputación Provincial de Alicante, el sistema de adquisición se hace ahora en modo digital a través de estaciones verticales y triaxiales de periodo corto, conjuntamente con la reciente instalación de una estación de banda ancha. El movimiento fuerte del suelo se monitoriza por medio de dos acelerógrafos.

El análisis actualizado de la operatividad del sistema, indica la detección completa de eventos de magnitudes Richter superiores a 1.0, ocurridos en un ámbito geográfico de aproximadamente 17 000 km^2, que comprende la provincia de Alicante, zonas limítrofes y la zona marítima adyacente, y su localización con márgenes de error estadísticos, del orden de 500 metros para eventos en la Vega Baja del Segura, zona de óptima localización de acuerdo con el diseño del dispositivo (Jáuregui, 1997). La implementación de métodos de análisis numérico, permite asimismo la obtención de parámetros focales como la magnitud, la polaridad del primer impulso, el momento sísmico escalar, la frecuencia de esquina, el tamaño de la fuente sísmica, etc, obteniéndose también mecanismos focales de los eventos más significativos en cooperación con la Red Sísmica Nacional (IGN).

El presente trabajo presenta una análisis cuantitativo de la comparación entre los eventos registrados por la red local de la provincia de Alicante (URSPA) con los correspondientes eventos detectados por la Red Sísmica Nacional (IGN): magnitud de completitud, eventos detectados, diferencias en posición epicentral y profundidad y correlación de los datos.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SISMICIDAD

En los casi 10 años de registro de la Red Sísmica de la Provincia de Alicante (junio de 1994 a 31 de diciembre de 2003) se han registrado un total de 242 terremotos con

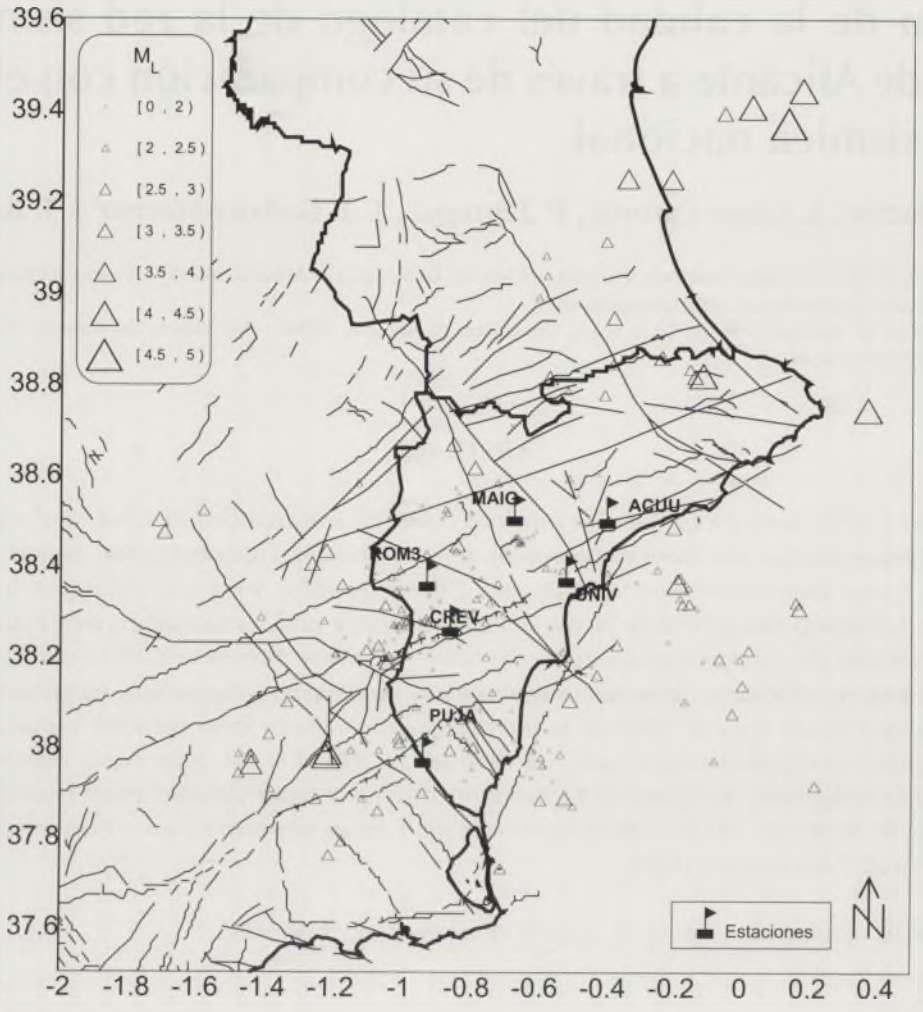


FIGURA 1. *Distribución de las estaciones de periodo corto de 1 y 3 componentes de la red sísmica de la provincia de Alicante (URSPA) y sismicidad registrada (1994-2003).*

magnitudes M_L comprendidas entre 0.75 y 4.52 y profundidades menores de 30 kilómetros. El marco geográfico que encierra esta sismicidad detectada queda limitado por las siguientes coordenadas geográficas –1.6 a 0.4 grados de longitud y 37.6 a 39.6 grados de latitud, región en la cual ha sido posible la obtención de los parámetros correspondientes a numerosos terremotos. Es evidente, que la localización de pequeños terremotos será mucho mejor cuanto más nos aproximemos al sur de la provincia de Alicante debido a la singular configuración de la red sísmica. De esta forma observamos (Fig. 1) como la mayor densidad de terremotos grandes y pequeños se encuentra encerrado por las fronteras que delimitan las estaciones de Maigmó (MAIG), La Romana (ROM3), Crevillente (CREV), Pujálvarez (PUJA), Universidad (UNIV) y Canelobre (ACUU). Por otra parte, fuera de la provincia de Alicante los terremotos necesitan, para ser detectados, de una mayor liberación energética en su foco, para que las ondas sísmicas no se atenúen antes de ser registradas por las estaciones, lo cual reduce la densidad de terremotos registrados.

Observamos que la sismicidad en estos últimos 10 años ha sido de carácter moderado a bajo, observándose en la mayoría de los casos una buena concordancia entre los epicentros de los terremotos y las trazas de las fallas en la zona. En particular observamos una mayor actividad sísmica en las fallas de

bajo Segura, Torrevieja, San Miguel de Salinas y la de Crevillente (Alfaro *et al.*, 2002), y además algunas alineaciones de eventos sísmicos en el mar, de forma aproximadamente paralela a la costa.

Por otra parte si observamos la figura 2 correspondiente a la sismicidad registrada por la red sísmica nacional (IGN) (Mézcua y Martínez Solares, 1983; actualizado a 2003) en el mismo periodo de tiempo, observamos como la mayor densidad de estaciones permite una mayor detección de eventos fuera de los límites de la provincia de Alicante, pero presenta una densidad relativamente similar de eventos en las zonas óptimas de detección de la red local (sur de la provincia de Alicante).

Por tanto, para llevar a cabo un estudio comparativo nos centraremos en seleccionar sólo aquellos terremotos comprendidos dentro de la provincia de Alicante, donde la probabilidad de que cualquier evento sea detectado por ambas redes sísmicas es aproximadamente la misma.

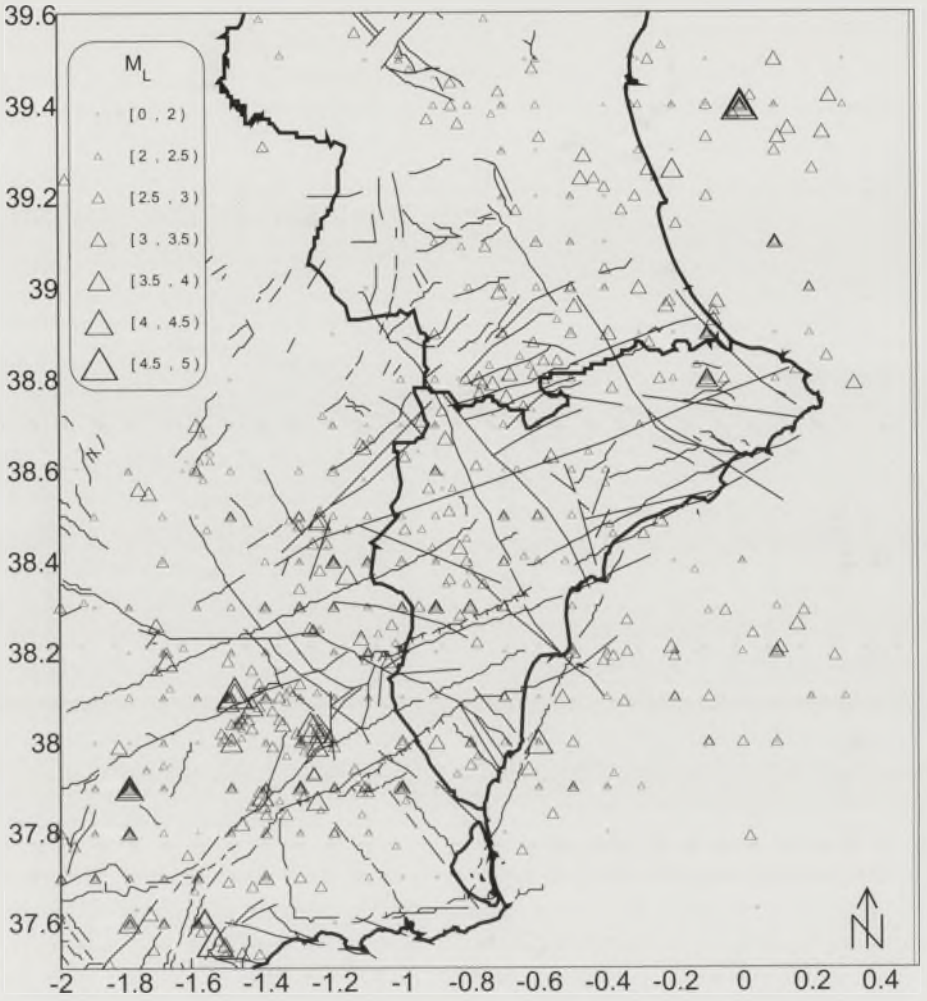


FIGURA 2. *Sismicidad registrada por la red sísmica nacional (IGN) en el periodo de tiempo 1994-2003.*

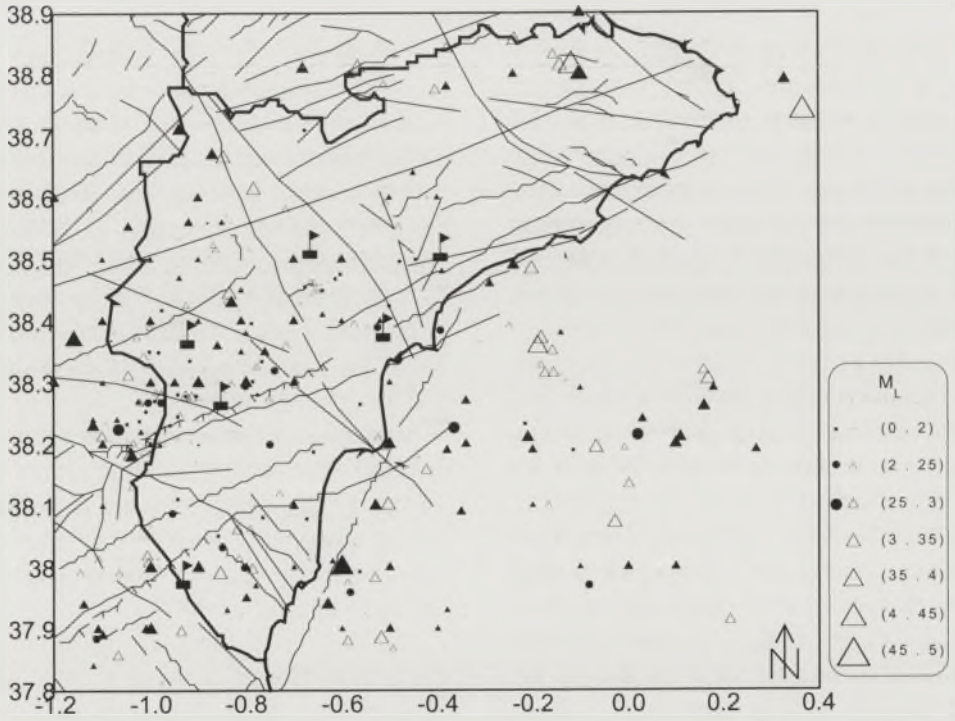


FIGURA 3. *Comparación entre la sismicidad detectada por URSPA (triangulo blanco), la detectada por IGN (triángulo negro) y la detectada por URSPA y no detectada por IGN (puntos negros).*

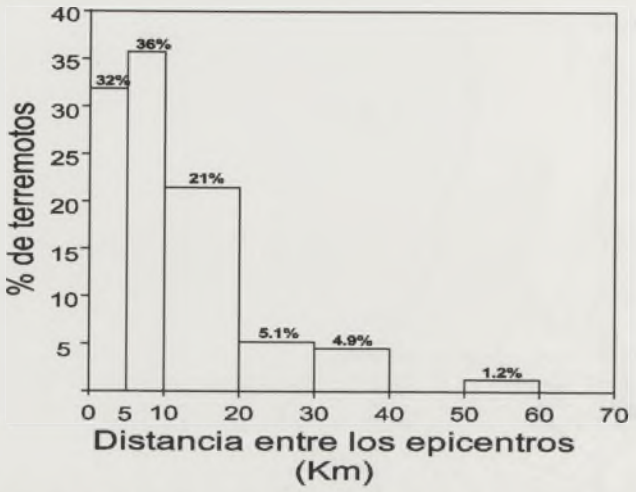


FIGURA 4. *Diferencias en localización epicentral entre los terremotos detectados por URSPA e IGN.*

En la figura 3 hemos representado la zona elegida para la comparación de eventos registrados y en ella se muestra la distribución de las estaciones sísmicas, los terremotos registrados por la red sísmica de la provincia de Alicante y los terremotos registrado por la red sísmica nacional.

Del total de 204 terremotos que la URSPA registró en dicha zona, sólo 153 terremotos han sido detectados por la red sísmica nacional, el resto de ellos, 51, no han sido constatados como tales en el catálogo general de la Península Ibérica. Estos terremotos se muestran como puntos negros en el mapa de la figura 3.

La mayoría de los terremotos no detectados por la red sísmica nacional tienen magnitud menor que 3.0 y se hallan agrupados próximos a las estaciones de la URSPA, lo que pone de manifiesto la importancia del uso de redes locales sobre todo para la detección de la microsismicidad, que en muchos casos puede pasar inadvertida a las redes nacionales.

Por otra parte, para cuantificar las diferencias en localización de los terremotos que han sido registrados por las dos redes sísmicas hemos obtenido la distancia entre los epicentros de cada terremoto común detectado por ambas redes. Como se puede ver en el histograma de la figura 4, el 32% de los terremotos presenta diferencias menores de 5 km, el 36% presenta diferencias entre 5 y 10 km, el 21% de los terremotos presenta diferencias entre 10 y 20 km, mientras que el resto 11% presenta diferencias mayores de 20 km.

La distribución espacial de estos errores en localización se presenta en la figura 5, en la que el radio de los círculos es proporcional a la diferencia en la localización propuesta por la URSPA y la correspondiente propuesta por IGN. Como observamos las mayores diferencias se dan para los terremotos ocurridos en el mar y algunos terremotos del sur de la provincia de Alicante, próximos a las estaciones de Pujálvarez (PUJA) y Crevillente (CREV).

En cuanto a las profundidades focales, como observamos en la figura 6, la mayor parte de los terremotos (53%) difieren en menos de 5 km, estando el 31% entre 5 y 10 km y poseyendo el resto (16 %) diferencias mayores de 10 km.

DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE LOS TERREMOTOS

En la figura 7 hemos representado el tamaño del terremoto asignado por URSPA frente al asignado por IGN. Este tipo de representaciones es útil para ver la relación entre ambas variables así como su posible correlación (López Casado *et al.*, 2001). Como podemos observar, aunque existe una gran dispersión en algunos de los datos, la mayoría sigue una tendencia según la cual la magnitud asignada por la URSPA es aproximadamente 0.44 grados menor que la asignada por IGN. Entre las posibles razones de esta diferencia se encuentra el uso por parte de URSPA de un modelo de corteza específico para la provincia de Alicante y que consta de tres capas homogéneas (Jáuregui, 1997). El modelo de regresión entre ambas magnitudes proporciona una relación lineal expresada por:

$$M_L \text{ (URSPA)} = -0.44 + 1.04 * M_L \text{ (IGN)}$$

con un coeficiente de correlación R = 0.82.

En la figura 8 hemos representado la distribución de terremotos registrado por cada red sísmica y su ajuste a una distribución normal N (μ, σ) donde μ es la media y σ es la desviación estándar. Observamos como en ambos casos, la campana de la distribución aparece centrada en valores próximos y muestra una dispersión relativamente baja (0.5-0.6).

Finalmente en la Figura 9 presentamos la representación del número acumulativo de terremotos frente a la magnitud, y los resultados del ajuste a la ley de Gutenberg-Richter. El parámetro b obtenido para los terremotos registrados por URSPA es de 1.25, bastante más próximo a la unidad (valor típico del parámetro b en regiones de sismicidad moderada caracterizada por un mayor número de terremotos pequeños que grandes) que el valor de 1.44 obtenido para los terremotos registrados por el IGN. En ambos casos los valores están dentro del rango propuesto para el sur y levante peninsular (Buforn *et al.*, 2004).

De ambos gráficos se puede deducir una magnitud de completitud de 2.4 para el catálogo URSPA y de 2.6 para el catálogo IGN. Aunque la variación no es muy grande, recoge el hecho de que el catálogo URSPA posee más terremotos de menor tamaño que no aparecen en el catálogo IGN.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos extraer las siguientes conclusiones:

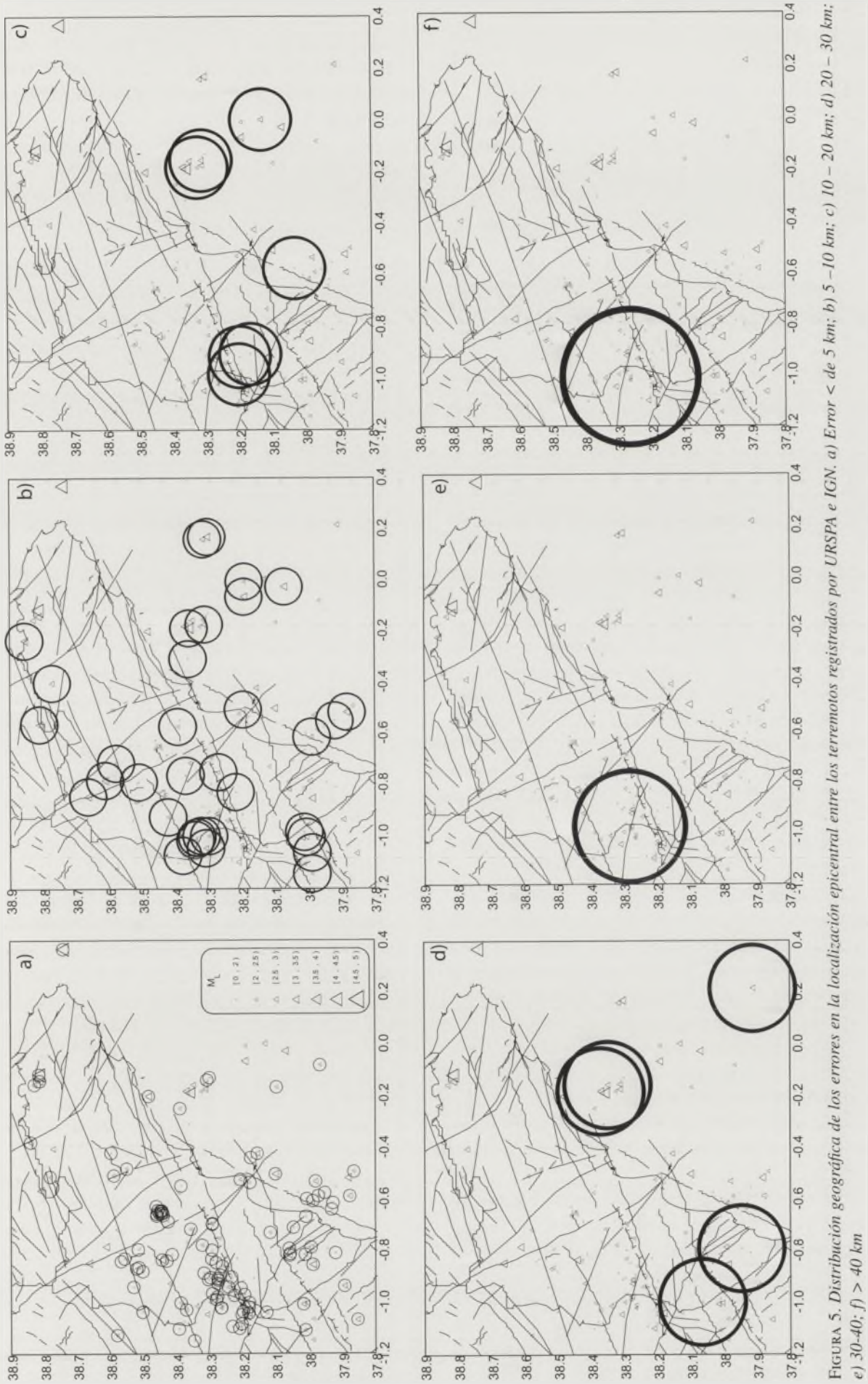


FIGURA 5. *Distribución geográfica de los errores en la localización epicentral entre los terremotos registrados por URSPA e IGN. a) Error < de 5 km; b) 5 –10 km; c) 10 – 20 km; d) 20 – 30 km; e) 30-40; f) > 40 km*

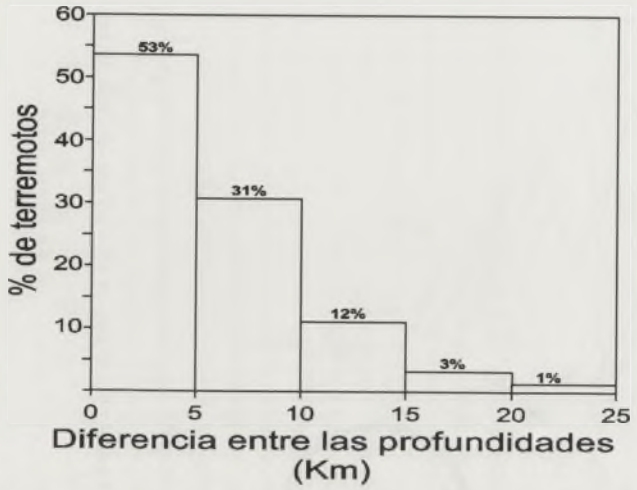


FIGURA 6. *Diferencias en la determinación de la profundidad focal entre los terremotos registrados por URSPA e IGN*

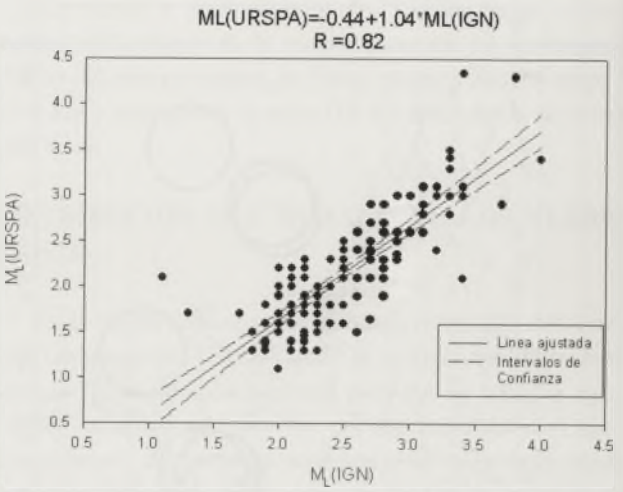


FIGURA 7. *Correlación entre la magnitud asignada por URSPA e IGN.*

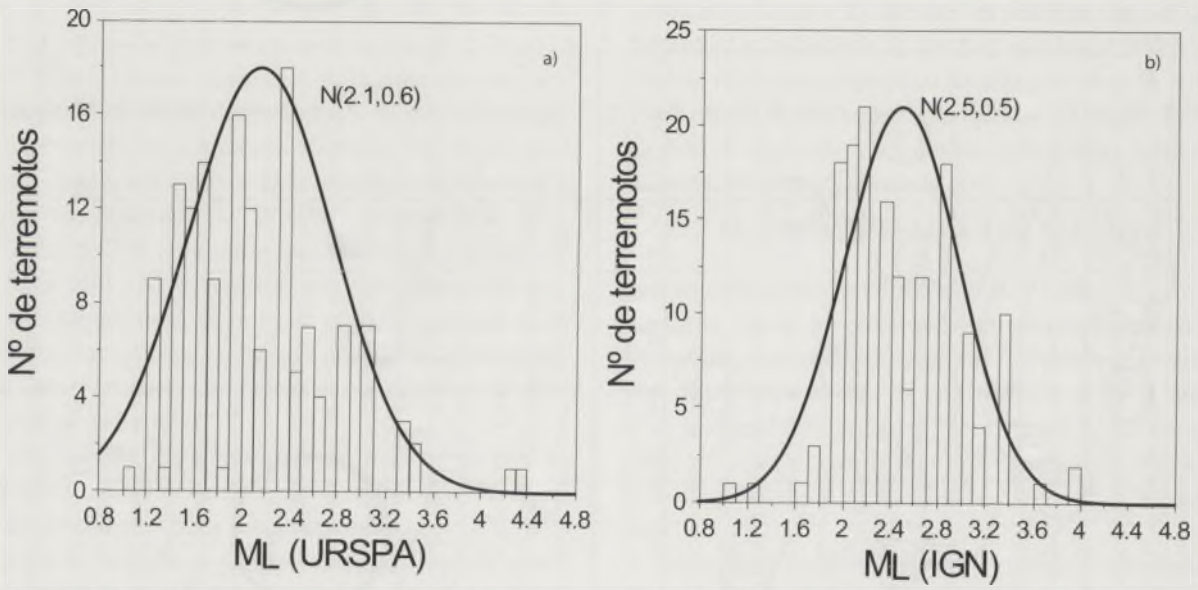


FIGURA 8. *Ajuste de la distribución de magnitudes de a) catálogo URSPA y b) catálogo IGN a una distribución normal N(μ,σ).*

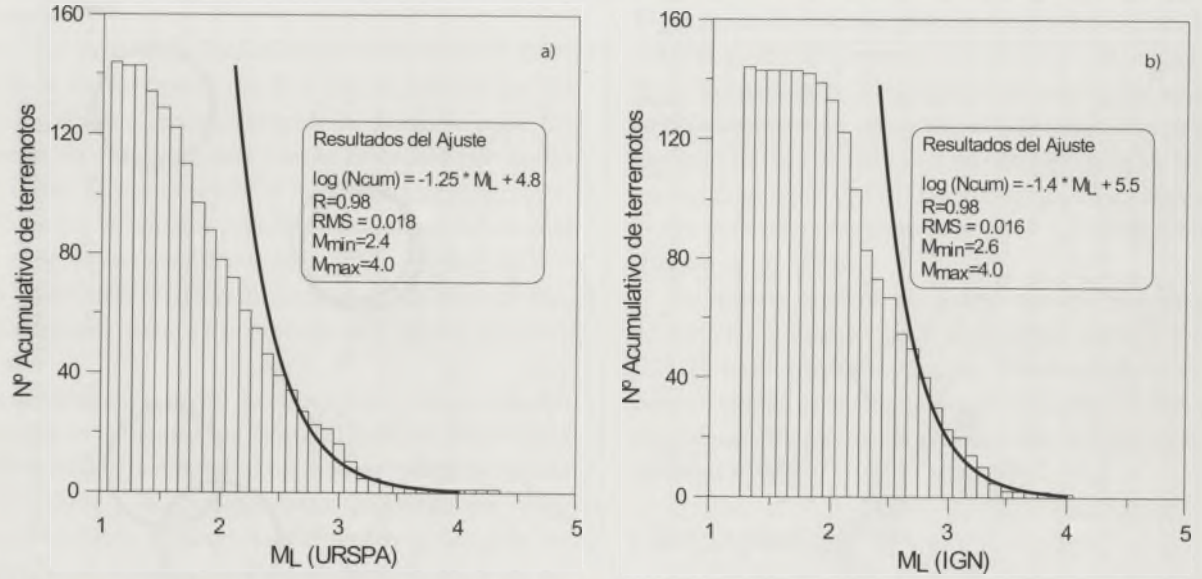


FIGURA 9. *Número acumulativo de terremotos y su ajuste a la relación de Gutenberg-Richter para a) catálogo URSPA y b) catálogo IGN.*

— Aunque ambos catálogos presentan una densidad similar de terremotos en la zona de óptima detección de la URSPA, la monitorización por parte de la red local de la provincia de Alicante ha permitido detectar y localizar 51 terremotos de pequeña magnitud que no han sido detectados por la red sísmica nacional. Aunque este tipo de terremotos no son de interés para evaluaciones de peligrosidad sísmica, si que lo son para aumentar el conocimiento del comportamiento sísmico y de las zonas activas en la provincia de Alicante.
— La mayor cantidad de terremotos pequeños detectada por la URSPA permite disminuir la magnitud de completitud del catálogo a 2.4, evidentemente se necesitan muchos más años de registro para conformar un catálogo que sea completo para magnitudes elevadas (aún no ocurridas y por tanto no detectadas) y terremotos aun más pequeños.
— El comportamiento tectónico del sur de la provincia de Alicante corresponde, en función de los registros actuales, a una zona de sismicidad moderada-baja y con un valor del parámetro b superior a la unidad, indicativo de que la liberación energética se está produciendo por medio de un mayor número de terremotos pequeños que grandes.
— El uso de un modelo de corteza de tres capas lleva a diferencias de magnitud del orden de 0.44 grados en relación a la propuesta por el IGN, mientras que las diferencias en localización son en su mayoría no superiores a 10 km para el epicentro y 5 km para la profundidad focal del terremoto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha beneficiado de la financiación obtenida por el grupo de investigación de la Universidad de Alicante "Sismología y Procesado de la señal en fenómenos naturales" y del apoyo y financiación proporcionado por la Excma. Diputación Provincial de Alicante y REN2003-08159-C02-01/RIES.

REFERENCIAS

Alfaro, P., Andreu, J. M., Delgado, J., Estévez, A., Soria, J. M., and Teixido, T. (2002): Quaternary deformation of the Bajo Segura blind fault (eastern Betic Cordillera, Spain) revealed by high-resolution reflection profiling. *Geol. Mag.* 139, (3): 331-341.

Buforn, E., Bezzeghoud, M., Udías A. and Pro, C. (2004): Seismic sources on the Iberia-African Plate Boundary and their tectonic implications. *PAGEOPH*, 161: 623-646.

Jáuregui, P. (1997): *Estudio de la operatividad de redes sísmicas locales aplicado a la optimización de los recursos de la Red Sísmica Local de la Universidad de Alicante.* Tesis Doctoral, Universidad de Alicante. 229 p.

López Casado, C., Molina Palacios, S., Giner, J. J., and Delgado, J. (2000): Magnitude-Intensity Relationships in the Ibero-Maghrebian Region. *Nat. Hazards*, 22: 271-297.

Mézcua, J. y Martínez Solares, J. M. (1983): Sismicidad del área Ibero-Mogrebí, Publicación del Instituto Geográfico Nacional (http://www.geo.ign.es). Madrid.

La ruptura de la plataforma carbonatada del Lías Inferior en el Subbético Oriental (Provincias de Murcia y Alicante): Distribución de facies y valores isotópicos del $^{87}Sr/^{86}Sr$, C y O

L. M. Nieto[1], P. A. Ruiz-Ortiz[1], J. Rey[2], y M. I. Benito[3]

1 Dpto. de Geología, Universidad de Jaén. 23071 Jaén. lmnieto@ujaen.es paruiz@ujaen.es
2 Dpto. de Geología, E.U.P. de Linares, Universidad de Jaén. 23700 Linares. jrey@ujaen.es
3 Dpto. de Estratigrafía, Fac. CC. Geológicas. Univ. Complutense. 28040 Madrid. maribel@geo.ucm.es

ABSTRACT

The carbonate rocks of the upper part of the Gavilán Fm from the Eastern Subbetic are studied. They have been dated as Early Pliensbachian (carixian) in age and they were deposited in a carbonate platform. The stratigraphic and facies analysis show that the general scheme proposed by Ruiz-Ortiz et al. (2004) for the middle and upper member of the formation, each of them interpreted as a depositional sequence, can be easily applied. Moreover, a third sequence can be differentiated from the unusual record of upper Carixian sediments in some of the studied sections. The evolution of the content in $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$ and $^{87}Sr/^{86}Sr$, is also analyzed from belemnites rostra. The values of these isotope ratios range between their characteristic values for the Pliensbachian according to different authors. Some critical variations can be correlated with those proposed for equivalent ages by other authors.

Key words: *Subbetic, Early Liassic, Chemostratigraphy, Sr, C and O isotopes, Platform drowning.*

INTRODUCCIÓN

La Formación Gavilán del Lías inferior, definida por Van Veen (1969) en la Sierra del Gavilán, cercana a Caravaca de la Cruz (Murcia), constituye uno de los términos litológicos carbonáticos de más amplio afloramiento en todo el ámbito de las Zonas Externas Béticas. Van Veen (*op. cit.*) reconoció en ella tres miembros, subdivisión, muy útil en la práctica, usada por autores posteriores que han trabajado en el Subbético del sector oriental de las Zonas Externas (*e.g.* Rey, 1993; Nieto, 1997). Recientemente, Ruiz-Ortiz *et al.* (2004) han definido dos secuencias deposicionales que coinciden en su extensión vertical con los miembros medio y superior de la formación en sus afloramientos del sur de la provincia de Murcia y norte de la de Almería. Los límites de estas secuencias deposicionales, discontinuidades notadas en el trabajo citado como R1, R2 y R3 respectivamente, se generaron en relación con eventos tectónicos que supusieron la fracturación y, finalmente, el abandono por inundación (*drowning*) de la plataforma carbonatada que constituyó el ámbito de depósito de la Fm Gavilán.

En esta contribución se presenta la distribución de facies de la parte alta y del techo de la Fm Gavilán en diversos afloramientos del Subbético oriental (Fig. 1). En concreto se han estudiado diez columnas estratigráficas, nueve situadas en los afloramientos subbéticos de las provincias de Murcia y Alicante y una localizada en la provincia de Granada, cerca del límite con la de Murcia. Además, se presentan los primeros datos sobre Estratigrafía de isótopos de C, O y Sr, obtenidos a partir del análisis de muestras de belemnites tomados en algunas de estas secciones. Todos estos datos forman parte del registro de la evolución que siguió la plataforma carbonatada del Lías inferior hasta su desaparición como tal del ámbito paleogeográfico del Subbético.

ESTRATIGRAFÍA Y ANÁLISIS DE FACIES

En la figura 2 se recoge la bioestratigrafía y cronostratigrafía de los materiales estudiados, que son de edad Pliensbachiense. Se utilizan las divisiones bioestratigráficas que Rivas (1979) y Braga (1983) hicieron para el carixiense y domeriense de la Zona Subbética. Los ammonites del carixiense son muy escasos, y los del domeriense inferior, más abundantes, aparecen en niveles condensados. Las rocas estudiadas se disponen sobre calizas y dolomías, con facies de laminitas algales que se generaron en contextos mareales durante el Sinemuriense (Fig. 2). En el techo de ellos, Ruiz-Ortiz *et al.* (2004) han reconocido una ruptura estratigráfica (R1) que, utilizando los isótopos del Sr (valor de la relación $^{87}Sr/^{86}Sr$), dataron como parte baja de la biozona de *jamesoni* (Carixiense inferior). En la columna 6, sobre la facies mareales del Sinemuriense existe una superficie

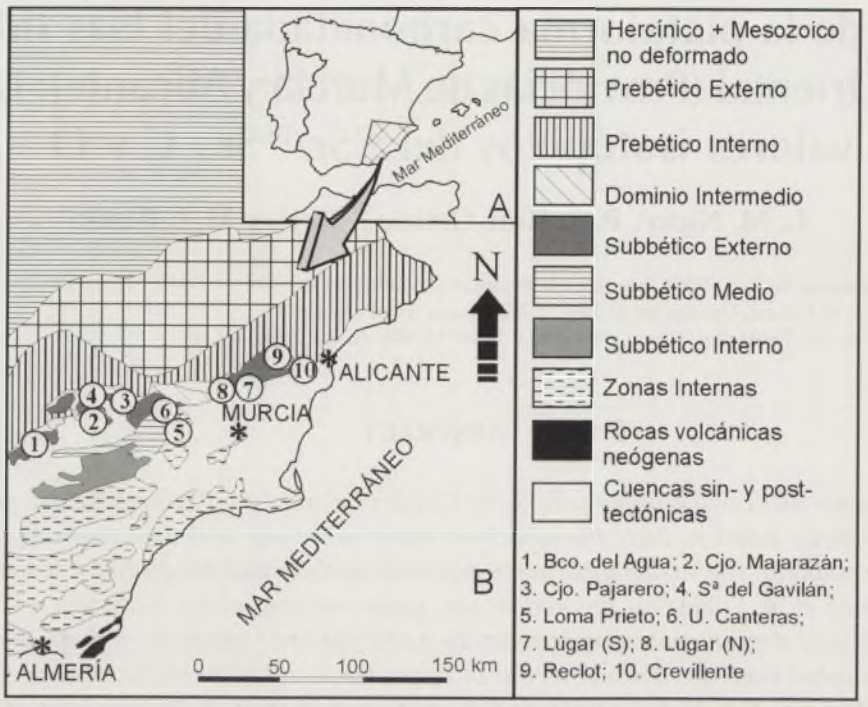


FIGURA 1. *Localización geográfica y geológica de las columnas estratigráficas estudiadas.*

controlada por paleofallas normales que está tapizada por una fina costra de óxidos de Fe. Esta superficie, techo del miembro inferior de la Fm Gavilán (R1, Ruiz-Ortiz *et al.*, 2004), lleva asociado un hiato que abarca buena parte del carixiense inferior y medio.

Los materiales que se disponen sobre esta ruptura presentan facies variadas. En las secciones 1 y 2 (Fig. 2), se encuentran unas calizas con sílex, típicas de medios hemipelágicos, que cambian lateralmente a otras de plataforma interna, entre las que resaltan las calizas de *Lithiotis*, término de facies que en adelante usaremos para referirnos a ellas (Fig. 2). Estas últimas facies se observan en las demás secciones. El techo de las calizas de *Lithiotis*, paso a las calizas de crinoides que se le superponen, ha sido correlacionado por Ruiz-Ortiz *et al.* (2004) con el límite de secuencia R2 el cual datan, mediante isótopos de Sr obtenidos del análisis de conchas de braquiópodos, como parte media-alta de la biozona de *ibex*.

Tanto sobre las calizas con sílex como sobre las calizas de *Lithiotis*, aparecen facies de plataforma externa, esencialmente calizas de crinoides que, a menudo, muestran laminaciones o estratificaciones cruzadas, localmente de gran escala (Ruiz-Ortiz, *et al.*, 2004). En la sección 1 es posible que esté representado el carixiense medio y superior (biozonas de *ibex* y *davoei* respectivamente) (Braga, 1983). Se trataría de la única sección, junto con parte de la 2, en la que estaría representado el carixiense superior. En las columnas 4 y 6 a 10 (Fig. 2), en el techo de estos materiales se observa una superficie irregular que ha sido interpretada como un paleokarst, controlado por tectónica de fractura. Esta superficie corresponde a la discontinuidad R3 de Ruiz-Ortiz *et al.* (2004), techo de la Fm Gavilán en las secciones estudiadas por estos autores y en las secciones 3 a 10 de las incluidas en este trabajo. En todas estas secciones (3 a 10, Fig. 2) la discontinuidad R3 lleva asociado un hiato que abarcaría la biozona de *davoei* (carixiense superior).

Los materiales del domeriense inferior y medio (Fig. 2) están representados por *hardgrounds* y/o niveles condensados que han aportado ammonites que permiten caracterizar las subzonas de *portisi* (secciones 5, 7 y 10), *portisi* + *cornacaldense* (columnas 4 y 9), *ragazzoni* (sección 1), *ragazzoni* + *bertrandi* (columna 10) y *bertrandi* (columna 8).

A partir de la variación lateral y vertical de las facies que caracterizan el carixiense, se detecta una evolución desde contextos someros, de plataforma interna, hacia medios algo más profundos, de plataforma externa. Esta profundización fue interrumpida al final del carixiense medio (parte alta de la biozona de *ibex*), por un proceso de emersión que determinó la formación en diversas áreas de un paleokarst. En las áreas representadas por las secciones 1 y 2 (Fig. 2) se detecta por el contrario una tendencia opuesta con el paso de las calizas con sílex, lateralmente equivalentes de las calizas de *Lithiotis*, a calizas de crinoides, lo que representa un cambio energético probablemente relacionado con una somerización. Otra área con una evolución particular es la representada por la sección 6 que permaneció emergida durante el carixiense inferior y parte del carixiense medio (biozonas de *jamesoni* e *ibex p.p.*).

En conjunto, esta distribución y evolución de las facies encaja bastante bien en el esquema trazado por Ruiz-Ortiz *et al.* (2004), de modo que se pueden diferenciar dos secuencias deposicionales separadas por las discontinuidades R1, R2 y

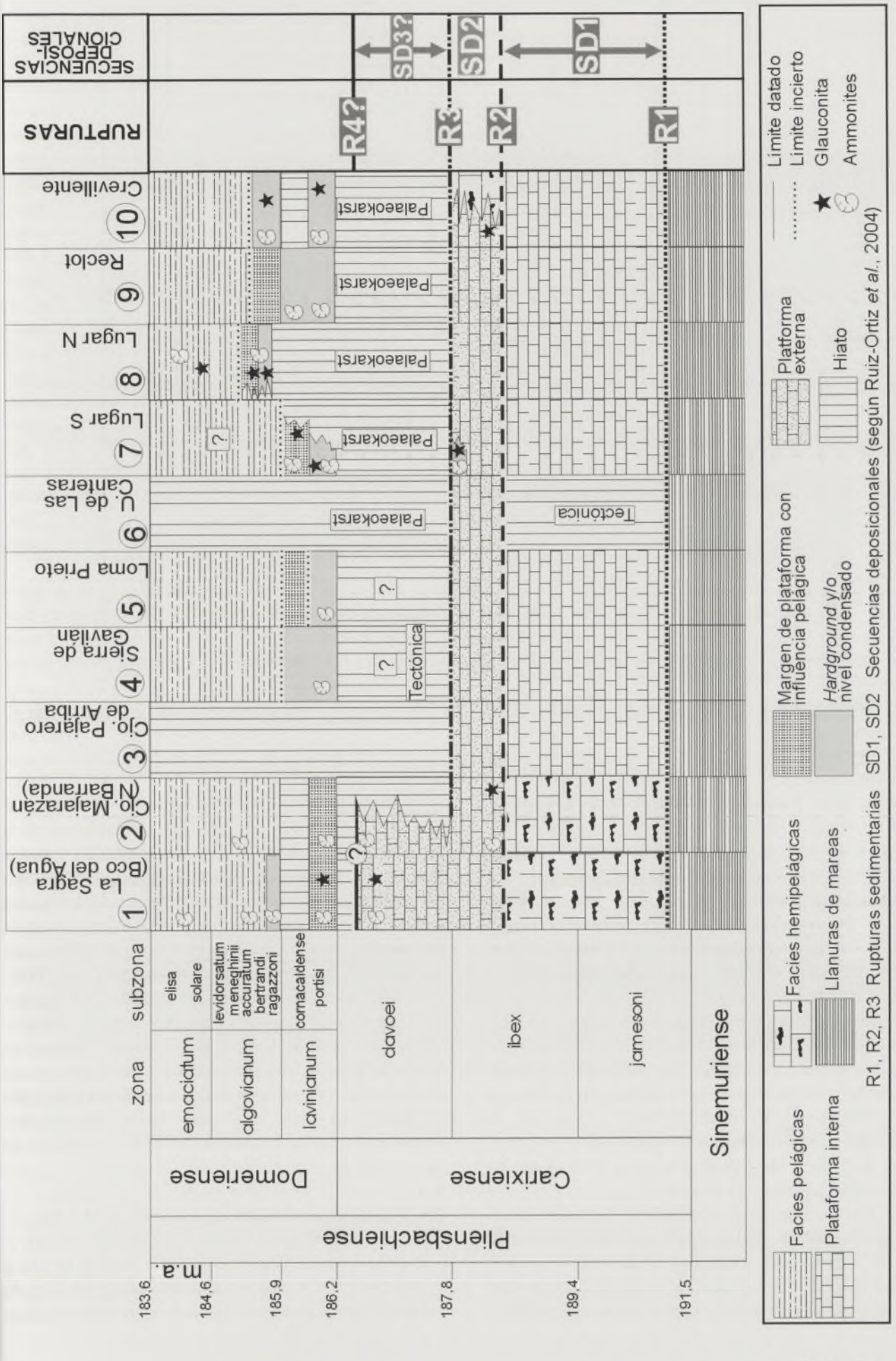


FIGURA 2. *Cuadro bio-crono-estratigráfico para los materiales del Carixiense y Domeriense estudiados.*

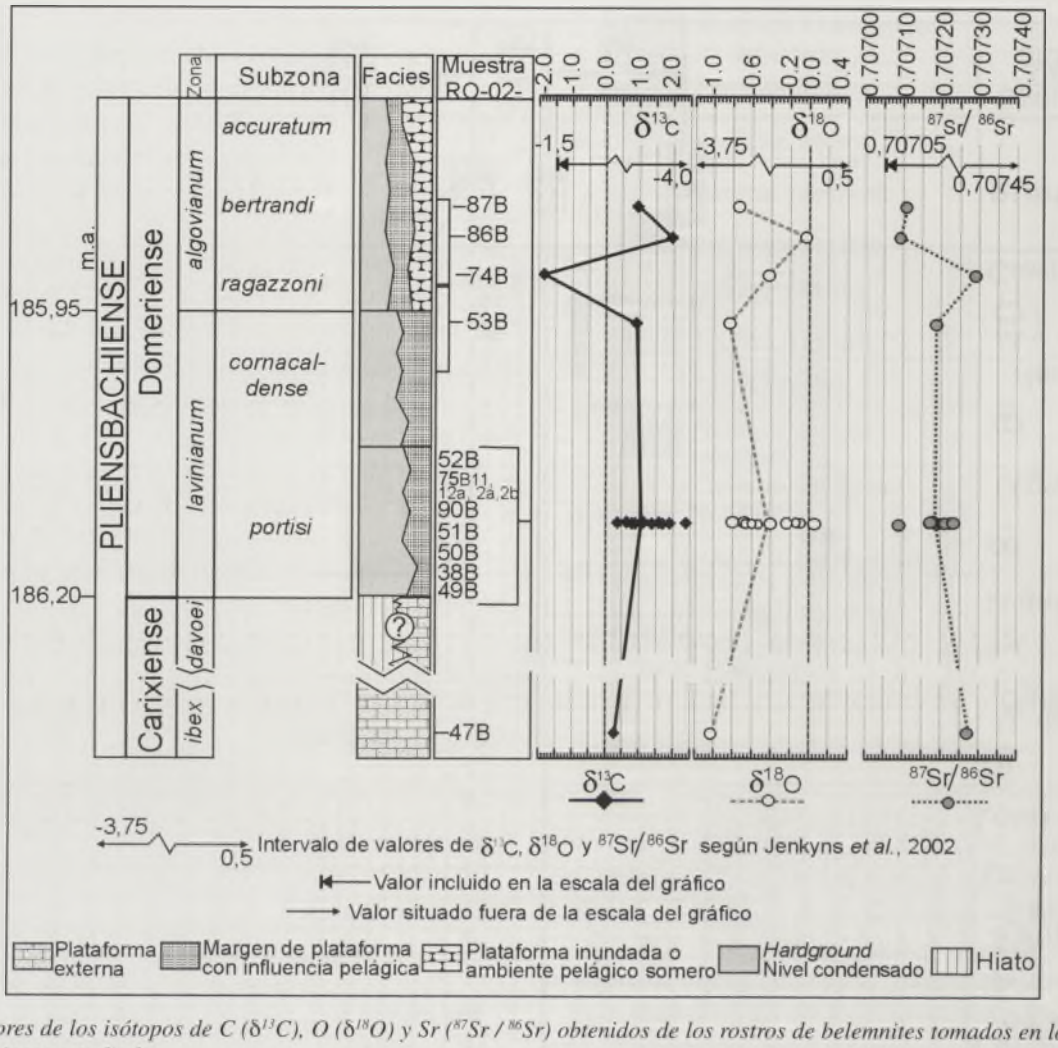


FIGURA 3. *Valores de los isótopos de C ($\delta^{13}C$), O ($\delta^{18}O$) y Sr ($^{87}Sr/^{86}Sr$) obtenidos de los rostros de belemnites tomados en los materiales del Pliensbachiense estudiados.*

R3 (Fig. 2), las cuales son a su vez límites de secuencias. Además, la presencia de registro durante el carixiense superior en la sección 1, y en parte en la 2, permite diferenciar una nueva secuencia deposicional cuyo límite inferior sería posiblemente en estas áreas una superficie de conformidad correlativa, correlacionable con la ruptura R3 de Ruiz-Ortiz *et al.* (2004). El límite superior de esta secuencia (R4, Fig. 2), coincidiría con el techo de las calizas de crinoides en la sección 1 y en parte en la 2, donde Braga (1983) llega a datar el carixiense superior (*Radstockiceras sp.* y *Protogrammoceras dilectum*). En el resto de la secciones donde la secuencia SD3 no está representada, el posible hiato asociado a su límite superior, R4, se superpondría al asociado a R3, restituyéndose la sedimentación con la inundación de los bloques emergidos coincidiendo con la transgresión que originaría el *drowning* (inundación) de las plataformas, ya durante el domeriense.

El comienzo de la sedimentación pelágica fue heterocrónico (Fig. 2). Se generalizaría a partir de la biozona de *algovianum* (domeriense medio), excepto en las secciones 3 y 6, donde los primeros sedimentos pelágicos son de edad Toarciense Medio y Jurásico Superior, respectivamente. La gran variabilidad lateral en la edad de los niveles condensados, de los *hardgrounds*, de los hiatos y de comienzo de la sedimentación pelágica, así como las tendencias opuestas en la evolución secuencial, denotan un contexto sometido a una importante actividad tectónica. Esta actividad tectónica sinsedimentaria compartimentaría la plataforma carbonatada en pequeños surcos y umbrales generados en relación con semigrábenes (Nieto *et al.*, 2002; Ruiz-Ortiz *et al.*, 2004), en general muy someros, en los que han quedado registrados cambios relativos del nivel del mar de signo contrario. Si bien, en conjunto, existen ciertos rasgos comunes en la evolución de las secuencias deposicionales que marcan una tendencia general a la profundización a lo largo del Pliensbachiense, se detectan diferencias de detalle de unas secciones a otras que reflejarían la evolución particular de cada bloque de falla.

ESTRATIGRAFÍA DE ISÓTOPOS DE C, O Y Sr

Se han analizado las relaciones isotópicas de C y O, y la relación $^{87}Sr/^{86}Sr$ en rostros de belemnites tomados de niveles pertenecientes a las biozonas de *lavinianum* a *algo-*

vianum. En todos los casos, la extracción de las muestras para la realización de los análisis se ha hecho sobre láminas delgadas de 200 a 500 micras de espesor mediante un torno de dentista acoplado a una lupa binocular. Previamente a su extracción, se llevó a cabo el estudio petrográfico de las láminas mediante microscopía de luz transmitida y catodoluminiscencia, y se realizó una microcartografía de cada uno de los belemnites con el fin de discriminar las zonas alteradas diagenéticamente y extraer las muestras exclusivamente de las zonas no alteradas (no luminiscentes). Los análisis isotópicos de C y O se han llevado a cabo en el Laboratorio de Isótopos Estables de la Universidad de Michigan y los isótopos de Sr en el Laboratorio de Geoquímica Isotópica y Geocronología de la Universidad Complutense de Madrid. Los datos isotópicos de C y O se han calibrado con el estándar NBS-19 y los de Sr con el estándar NBS-987. Asimismo, sobre las mismas láminas delgadas se ha llevado a cabo el análisis del contenido en Ca, Mg, Sr, Na, Fe y Mn de cada uno de los belemnites que también han sido utilizados para comprobar la ausencia de alteración diagenética de las muestras analizadas. Los análisis de geoquímica elemental se han llevado a cabo en el ICP-masas de la Universidad de Michigan.

En la figura 3 se representan los valores obtenidos en función de la posición cronoestratigráfica de las muestras. Las muestras procedentes de niveles con idéntica datación pero de diversos afloramientos, no es posible ordenarlas en el tiempo por lo que se representan en una misma isocrona. Este es el caso, por ejemplo, de las muestras de la subzona de *portisi* (Fig. 3). Igualmente si una muestra procede de un nivel que haya proporcionado ammonites de dos biozonas o subzonas, el valor correspondiente se sitúa en una posición central con respecto a dichas unidades biocronoestratigráficas.

Los valores de $\delta^{13}C$ obtenidos quedan comprendidos entre -1,78 ‰ (muestra RO-02-74B; subzona de ammonites de *ragazzoni*) y 2,35 ‰ (muestra RO-02-52B; subzona de ammonites de *portisi*). A excepción del dato mínimo expresado, todos los demás datos obtenidos se encuentran dentro del rango indicado por Jenkyns *et al.* (2002) para el Pliensbachiense. La curva dibujada en la Fig. 3 se ha hecho pasar por el punto que representa la media aritmética (1,19 ‰) de todos los valores de $\delta^{13}C$ correspondientes a la subzona de ammonites de *portisi*. Dicha curva muestra una excursión negativa del C en la subzona de *ragazzoni*, seguida por otra positiva en las biozonas *ragazzoni* + *bertrandi*, que podría correlacionarse con la que Jenkyns *et al.* (2002) detectaron en la subzona de *subnodosus* (domeriense medio).

Los valores obtenidos para el $\delta^{18}O$ se sitúan entre -1,03 ‰ (muestra RO-02-47B; zona de ammonites de *ibex*) y 0,03 ‰ (muestra RO-02-90B; subzona de ammonites de *portisi*). Todos los valores obtenidos quedan dentro del rango (-3,75 ‰ y 0,5 ‰) que según Jenkyns *et al.* (2002) caracteriza al Pliensbachiense. La curva dibujada en la Fig. 3 se ha hecho pasar por el valor que representa la media aritmética (-0,45 ‰) de todos los valores de $\delta^{18}O$ obtenidos de las muestras de la subzona de *portisi*. Se puede destacar la existencia de una posible excursión positiva en las biozonas de *ragazzoni* + *bertrandi*, correlacionable con la observada en la base de la zona de *margaritatus* (domeriense inferior-medio) por Rosales *et al.* (2001).

Los valores de $^{87}Sr/^{86}Sr$ se encuentran en un intervalo comprendido entre 0,707088 y 0,707290 (RO-02-86B y RO-02-74B), dentro del rango que han dado para el Pliensbachiense diferentes autores (e.g. 0,70705 a 0,70745, Jenkyns *et al.*, 2002). La curva que une estos datos (Fig. 3), sujeta a las limitaciones ya indicadas, se ha hecho pasar por la media aritmética (0,707185) de los valores correspondientes a la subzona de ammonites de *portisi*. Cabe destacar que excepto el dato de la muestra RO-02-90B (0,707094) los demás resultados (9 datos) tienen muy poca dispersión y se encuentran dentro del intervalo 0,707177 (RO-02-50B) - 0,707229 (RO-02-38B). En conjunto, la curva de $^{87}Sr/^{86}Sr$ de la Fig. 3 muestra una tendencia al decrecimiento de los valores de esta relación a lo largo del Pliensbachiense, como han puesto de manifiesto diferentes autores (Gröcke, 2001; Jenkyns *et al.*, 2002) si bien con una posible excursión hacia valores más positivos en la subzona de ammonites de *ragazzoni* (domeriense medio; muestra RO-02-74B).

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado en el seno del Grupo de Investigación RNM-200 (Junta de Andalucía) y del Proyecto de Investigación BTE2000-1151 financiado por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

REFERENCIAS

Braga, J. C. (1983): *Ammonites del Domerense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, S de España)*. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 410 p.

Gröcke, D. R. (2001): *Isotope stratigraphy and ocean-atmosphere interactions in the Jurassic and Early Cretaceous*. Tesis doctoral, Universidad de Oxford.

Jenkyns, H. C., Jones, C. E., Gröcke, D. R., Hesselbo, S. P. y Parkinson, D. N. (2002): Chemostratigraphy of the Jurassic System: applications, limitations and implications for palaeoceanography. *Journal of the Geological Society, London*, 159: 351-378.

Nieto, L. M. (1997): *La cuenca subbética mesozoica en el sector oriental de las Cordilleras Béticas*. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 562 p.

Nieto, L. M, Ruiz-Ortiz, P. A. y Rey, J. (2002): La ruptura de la plataforma carbonatada liásica en la unidad del Jabalcuz (Dominio Intermedio, prov. de Jaén). *Geogaceta*, 32: 279-281.

Rey, J. (1993): *Análisis de la cuenca Subbética durante el Jurásico y el Cretácico en la transversal de Caravaca*

Vélez-Rubio. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 460 p.

Rivas, P. (1979): Zonación del Carixiense en la Zona Subbética. *Cuadernos de Geología*, 10: 383-388.

Rosales, I., Quesada, S. y Robles, S. (2001): Primary and diagenetic isotopic signal in fossils and hemipelagic carbonates: the Lower Jurassic of northern Spain. *Sedimentology*, 48: 1149-1169.

Ruiz-Ortiz, P. A., Bosence, D. W. J., Rey, J., Nieto, L. M., Castro, J. M. y Molina, J. M. (2004): Tectonic control of facies architecture, sequence stratigraphy and drowning of a Liassic carbonate platform (Betic Cordillera, Southern Spain). *Basin Research*, 16: 235-257.

Van Veen, G. W. (1969): *Geological investigations in the region of Caravaca South Eastern Spain*. Tesis doctoral, Universidad de Amsterdam, 143 p.

Arquitectura de una secuencia deposicional de edad Tortoniense final/Messiniese inferior en la cuenca de Poniente (Almería)

F. Sola[1] y M. C. Vargas-Romera[2]

1 C/ Ramón y Cajal, nº 27- 3º A, Albox (Almería), e-mail: fersolageo@yahoo.es
2 C/ Francisco de Goya, nº 30, La Mojonera (Almería), e-mail: cvargas@fedro.ugr.es

ABSTRACT

In order to study a latest Tortonian/early Messinian marine depositional sequence at the northern margin of the Poniente Basin (Almería), several stratigraphic columns were drawn and correlated by using a photo-mosaic composition. This depositional sequence is composed by three systems tracts, which show a sea level rise. From bottom to top, these are: Lowstand systems tract, which is represented by conglomerate with calcareus matrix; Transgressive systems tract, bioclastic calcarenites composed by red algae; and Highstand systems tract, bioclastic calcarenites with abundant fossil fauna and reef limestone. This depositional sequence can be correlated with cycle TB 3.3 of the global sea-level curve (Haq et al., 1987).

Key words: *Depositional sequence, Systems tract, Poniente Basin, Late Miocene.*

INTRODUCCIÓN

La Estratigrafía secuencial se pudo desarrollar a partir del registro facilitado por los perfiles sísmicos. Gracias a ella, se ha reconocido la organización de volúmenes de roca en cortejos sedimentarios, cuya geometría, para las cuencas marinas, está en gran medida gobernada por la posición del nivel del mar. Las variaciones relativas del nivel del mar han condicionado el espacio de acomodación y éste, la geometría de los cuerpos que se depositan. Sin necesidad de perfiles sísmicos, la Estratigrafía secuencial se puede aplicar en registros de superficie, si bien, para poder reconocer la geometría de las secuencias deposicionales se necesita una buena correlación de columnas estratigráficas o buenos afloramientos de gran continuidad lateral, que permitan visualizar las relaciones horizontales y verticales de los cuerpos sedimentarios.

En el Campo de Dalías aflora una unidad carbonatada de edad Tortoniense final/Messiniense inferior que se depositó en el borde norte de la Cuenca del Poniente (Fig. 1). Las buenas condiciones de afloramiento permiten seguir lateralmente los cuerpos sedimentarios y reconocer la arquitectura de una secuencia deposicional.

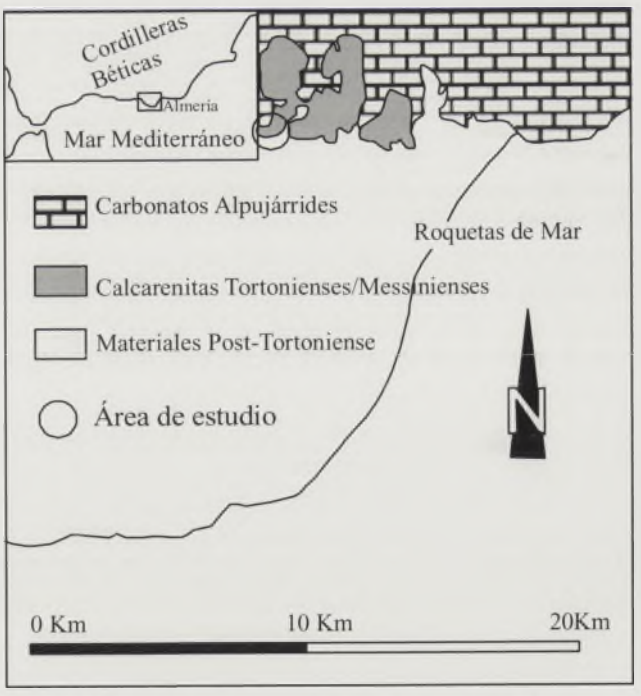


FIGURA 1. *Localización geográfica del área de estudio.*

SECUENCIA ESTRATIGRÁFICA

Para la realización de este trabajo se han levantado tres columnas estratigráficas que se han correlacionado sobre un fotomontaje (Figs. 2 y 3). Con ello pretendemos reconocer las relaciones geométricas existentes entre los distintos cuerpos sedimentarios. Así se han diferenciado tres cortejos sedimentarios, que de base a techo son:

1. Cortejo sedimentario de nivel del mar bajo (lowstand systems tract, LST): el contacto de éste con los materiales infrayacentes no aflora en las zonas distales, pero sí, en discordancia, sobre el basamento alpujárride de Sierra de Gádor en las zonas proximales. Este volumen de material puede a su vez ser subdividido en tres cuerpos de roca bien

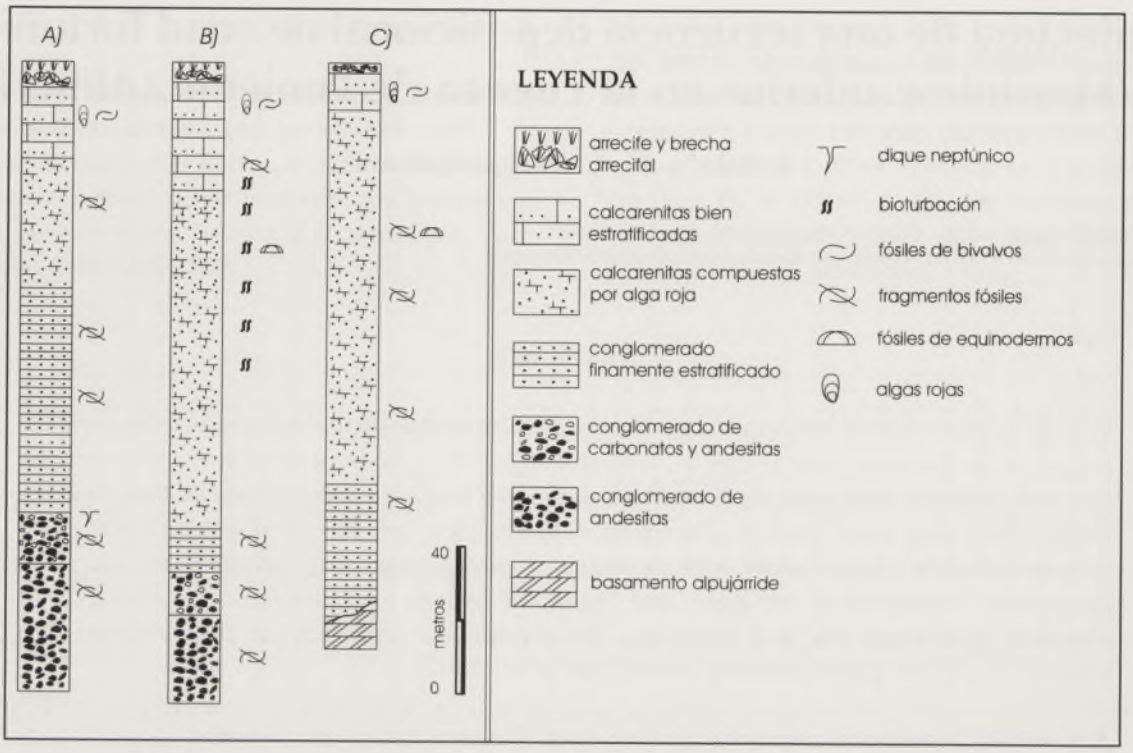


FIGURA 2. *Columnas estratigráficas levantadas desde zonas distales (A) a proximales (C).*

diferenciados. En la base aparecen unos conglomerados de naturaleza volcánica (andesitas) con fragmentos fósiles intercalados (pectínidos y ostreídos), y cuya matriz se hace cada vez más calcárea según subimos en la serie. De forma gradual se pasa a un conglomerado con clastos carbonatados del complejo alpujárride y volcánicos de menor tamaño. Por último y separado por una superficie neta aparece un conglomerado finamente estratificado de clastos centimétricos de carbonatos. En la superficie de contacto entre estos dos últimos cuerpos es posible observar la presencia de diques neptúnicos, diaclasas abiertas unos 3 ó 4 cm y rellenas por el conglomerado suprayacente. Estos diques implican que el conglomerado de cantos volcánicos estaría litificado antes de su fracturación y del depósito del conglomerado carbonatado. En la columna levantada más al borde de la cuenca (Fig. 2C), aparece el conglomerado bien estratificado directamente sobre el basamento y dando una geometría de solapamiento expansivo costero (onlap).

2. Cortejo sedimentario transgresivo (transgressive systems tract, TST): éste se superpone al anterior mediante un contacto neto en las partes más distales, y gradual en las proximales. Este contacto corresponde a una superficie de transgresión a partir de la cual los cuerpos sedimentarios presentan una sucesión de carácter transgresivo, dando una geometría de onlap hacia el borde de la cuenca, sobre el basamento alpujárride, y con tendencia a acuñarse hacia zonas más distales. Sus sedimentos están compuestos por calcarenitas con abundantes fragmentos de algas rojas y restos de bivalvos. Hacia techo la secuencia pasa de colores blancos a más rojizos, y a estar fuertemente bioturbada.

3. Cortejo sedimentario de nivel del mar alto (highstand systems tract, HST): presenta un marcado carácter regresivo, donde los cuerpos sedimentarios muestran una geometría sigmoidal progradante con biselamiento basal (downlap). Dichos cuerpos están compuestos por calcarenitas con abundante fauna fósil (algas rojas, serpúlidos, bivalvos, gasterópodos). El techo de estos sigmoides forma una plataforma horizontal donde aparecen calizas arrecifales de *Porites*, a modo de brecha arrecifal y armazón *in situ*.

DISCUSIÓN

El análisis de las geometrías de depósito, junto con el estudio de columnas estratigráficas nos ha permitido reconocer la existencia de una secuencia deposicional completa. Ésta se puede subdividir en tres cortejos sedimentarios que muestran una evolución de ascenso de nivel del mar. Sola *et al.* (2003), en otros afloramientos de la zona, estudian el cortejo inferior que corresponde al de nivel del mar bajo (LST) y lo correlacionan con el Miembro Azagador, que aflora ampliamente en otras cuencas del sureste peninsular y que se depositó durante el límite Tortoniense/Messiniense. En él reconocen la existencia de tres cortejos sedimentarios de orden mayor (LST, TST y HST respectivamente) y que podrían equivaler a los niveles diferenciados de: conglomerado de clastos volcánicos, conglomerado con clastos volcánicos y carbonatados y conglomerado carbonatado bien estratificado.

El conjunto de la secuencia deposicional sería correlacionable con la secuencia que agrupa a los miembros:

Azagador, Abad y Cantera, en cuencas como las de Sorbas, Agua Amarga o Níjar, y datada como Tortoniense final/Messiniense inferior (Martín y Braga, 1994; Brachert *et al.*, 1996), la cual se ha relacionado con el ciclo TB 3.3 de la curva eustática de Haq *et al.* (1987).

CONCLUSIONES

La buena exposición que presentan los carbonatos del Mioceno Superior en el borde norte de la Cuenca del Poniente (Almería), ha permitido reconocer la superposición de tres cortejos sedimentarios que registran un estadio de ascenso del nivel del mar y que, en conjunto, forman una secuencia deposicional. Ésta se ha correlacionado con el ciclo eustático TB 3.3 de la curva de Haq *et al.* (1987) de edad Tortoniense final/Messiniense inferior.

REFERENCIAS

Brachert, T. C., Betzler, C., Braga, J. C. y Martín, J. M. (1996): Record of climatic change in neritic carbonates: Turnover in biogenic associations and depositional modes (Late Miocene, Southern Spain). *Geol. Rundsch.*, 85: 327-337.

Haq, B. U., Hardenbol, J. y Vail, P. R. (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235: 1156-1167.

Martín, J. M. y Braga, J. C. (1994): Messinian events in the Sorbas basin in southeastern Spain and their implications in the recent history of the Mediterranean. *Sedimentary Geology*, 90: 257-268.

Sola, F., Fernández-Portal, J. M. y Vargas-Romera, M. C. (2003): Carbonatos templados del límite Tortoniense/Messiniense en el Campo de Dalías (Almería, SE España). *Geotemas*, 5: 213-217.

Variación del curso bajo del Río Vinalopó: comparación entre la hipótesis de Vilanova y Piera y la de Jiménez de Cisneros

J. E. Tent-Manclús, A. Estévez y A. Yébenes

Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Univ. de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. je.tent@ua.es; Alfonso.Yebenes@ua.es; antonio.estevez@ua.es

ABSTRACT

The Vinalopó River enters the Bajo Segura Basin by the el Pantano de Elche narrow pass where in 1632 was used to build a damp. Jiménez de Cisneros visited this place in 1910 mentioned that many years before Vilanova y Piera has proposed the Vinalopó River has other river bed hundreds of meter east of the actual one. Jiménez de Cisneros using archaeological data demostrate that the river has maintained its actual position since the neolitic (4500 years ago using the actual scales). To test the Vilanova y Piera hypotesis a Digital Elevation Model has been made which has allowed to suspect that his ideas maybe are not wrong. Before 4500 years ago the Vinalopó River could enter the Bajo Segura Basin following the river bed of the Grifo Creek.

Key words: *Río Vinalopó, D. Jiménez de Cisneros, J. Vilanova y Piera, Tabaià, Tectónica activa.*

INTRODUCCIÓN

En las excursiones que realizaba Daniel Jiménez de Cisneros no sólo se ocupaba de aspectos geológicos y paleontológicos sino que, como buen observador que era, también describía los yacimientos arqueológicos que encontraba. Así, aprovechando sus conocimiento de geología de la región, intentaba integrar los datos arqueológicos en un marco temporal y, a su vez, los utilizaba para refinar sus interpretaciones respecto al cuaternario.

Merece destacarse su trabajo de 1908, donde menciona el levantamiento que tiene lugar desde la época romana del Portus Ilicitanus en Santa Pola. Además, en un trabajo posterior (Jiménez de Cisneros, 1935a) interpreta las antiguas líneas de costa del litoral alicantino.

En este trabajo se va a analizar uno de los intentos realizados por Jiménez de Cisneros de integración de datos arqueológicos y geológicos para explicar un hecho relacionado con la evolución cuaternaria de las tierras alicantinas. Se trata de explicar la angostura del Río Vinalopó a su paso por el Pantano de Elche, antes de alcanzar la llanura del Campo de Elche.

LA ANGOSTURA DEL VINALOPÓ EN EL PANTANO DE ELCHE

En 1910, Jiménez de Cisneros, tras visitar el Pantano de Elche, se pregunta acerca del origen de la estrecha angostura por la que se precipita el Vinalopó y que había sido aprovechada, en 1632, para la construcción de la presa del Pantano de Elche. El vaso de dicha presa se sitúa sobre materiales triásicos diapíricos del keuper y del muschelkalk. En la cabecera del embalse las capas del mioceno buzan al norte mientras que en su cerrada, en el Castellar, las capas buzan hacia el sur. A la vista de ello, Jiménez de Cisneros (1910b) escribe: "A primera vista estas capas miocénicas, (...), parecen ser los últimos depósitos del mar, que se percibe á unos cuantos kilómetros (...); pero bien mirado, se observa que si bien corresponden á un levantamiento moderno, forman parte de un anticlinal que se levanta entre el campo de Elche y el de Aspe. Roto en su vértice, por él asoman otros terrenos más antiguos, ocupando el Triásico la parte central. Perpendicularmente á la dirección de esta línea de montañas se abre un surco por el que corren las aguas del Vinalopó. La entrada y salida de este paso son bastante estrechas por la resistencia de las rocas que las forman, encontrándose al S. el estrecho del Pantano ó del Castellar (...) y al N. El estrecho de Tabeyán o Tabayá".

En la figura 1 se muestra la imagen satélite del margen norte de la cuenca del Bajo Segura donde se aprecia la ciudad de Elche dispuesta sobre el abanico aluvial que forma el Río Vinalopó tras pasar por la Angostura del Pantano de Elche.

En el mismo trabajo (Jiménez de Cisneros, 1910e) se plantea el problema de la edad de inicio en la formación del anticlinal, que debía de ser reciente, por la estrechez de la angostura: "La estrecha angostura por la que se precipita el Vinalopó no parece muy antigua". A lo que añade: "y así debió parecerle á (...) D. Juan Vilanova, porque diferentes personas de la localidad (Elche) me aseguran haberle oído decir á la vista de este estrecho paso, que en otros tiempos el río se debió dirigir por otro estrecho situado á unos cen-

tenares de metros más al N para salir al sitio llamado de las Vallongas, al NE de Elche".

Más adelante, Jiménez de Cisneros utiliza datos arqueológicos para intentar conocer la edad en que se produce el posicionamiento actual del río, añadiendo: "... si realmente el Vinalopó siguió en otro tiempo la dirección de las Vallonga, debió ser con anterioridad á la época neolítica, pues sin el Vinalopó, la creación de la fortaleza del Castellar no tiene razón de ser". Además, al norte, en el estrecho del Tabaià, aparece otra "fortaleza" donde encuentra restos prehistóricos.

Los asentamientos del Tabaià y del Castellar funcionaron activamente desde la edad del Bronce (Jover Maestre y López Padilla, 1997), entre 2100 y 1200 BC (Jover Maestre y López Padilla, 2004). Aunque, el primero, debió estar ya ocupado en el Campaniforme, del 2500 al 2100 BC (Jover Maestre y López Padilla, 2004).

De acuerdo con estos datos, todo parece indicar que las angosturas por las que pasa el Río Vinalopó a su paso por el Pantano de Elche son más antiguas de lo que suponía Vilanova y Piera, tal como demostró Jiménez de Cisneros (1910e) utilizando los datos arqueológicos obtenidos en sus excursiones al área.

Llama la atención el que Vilanova y Piera mencionase la posible variación del cauce del Vinalopó, si todo apunta a que este río permanece en la misma posición, al menos, durante los últimos 4500 años.

Hemos realizado un modelo digital del terreno de la zona comprendida entre el Tabaià y la Sierra de Colmenar (Fig. 2). Se observa como la zona este, situada entre La Cañada y las Vallongas, parece levantada por fallas, tal como también se señala en el mapa MAGNA (Leret Verdu *et al.*, 1978). Si dichas fallas no hubiera actuado, el río bien pudiera haber discurrido hacia el este, atravesando la Sierra del Colmenar por la zona del Barranco del Grifo, ya que, tal como se observa en el modelo, aparece un cauce bien marcado y la cuesta, formada por las calcarenitas amarillentas del P2 de Montenat (1977), se encuentra erosionada por el curso del Barranco del Grifo. El grado de erosión de esta cuesta es comparable al observado en el Río Vinalopó a su salida del Pantano de Elche. Sin embargo, ambos cursos fluviales no son comparables. Así, el Río Vinalopó, antes de la fuerte explotación de sus recursos hídricos, debería transportar suficiente agua y sedimento como para formar el abanico aluvial de Elche (Fig. 1), mientras que la pequeña cuenca de recepción del Barranco del Grifo no le permite originar acumulaciones importantes de sedimento.

Antes del levantamiento, por la acción de fallas, de la porción oriental de La Cañada, el Río Vinalopó podría haber atravesado la Sierra del Colmenar por el actual cauce del Barranco del Grifo. Pero, tras la actuación de dichas fallas, el río tuvo que buscar un nuevo punto por el que atravesar la lineación Tabaià-Colmenar. Este punto correspondería a su cauce actual.

CONCLUSIONES

El levantamiento del anticlinal del Pantano de Elche, atravesado por el cauce actual del Río Vinalopó, fue datado por Jiménez de Cisneros (1910e) como previo a la instauración de los asentamientos del Tabaià y del Castellar. Los datos arqueológicos actuales apuntan al inicio del asentamiento

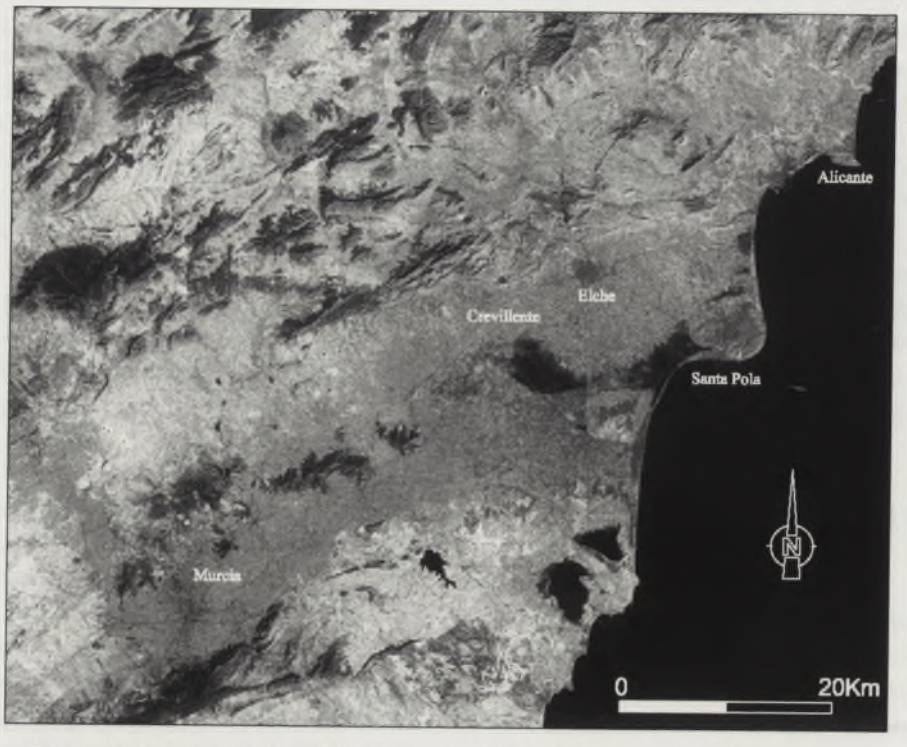


FIGURA 1. *Ortoimagen de satélite (imagen LANDSAT) de la Cuenca del Bajo Segura.*

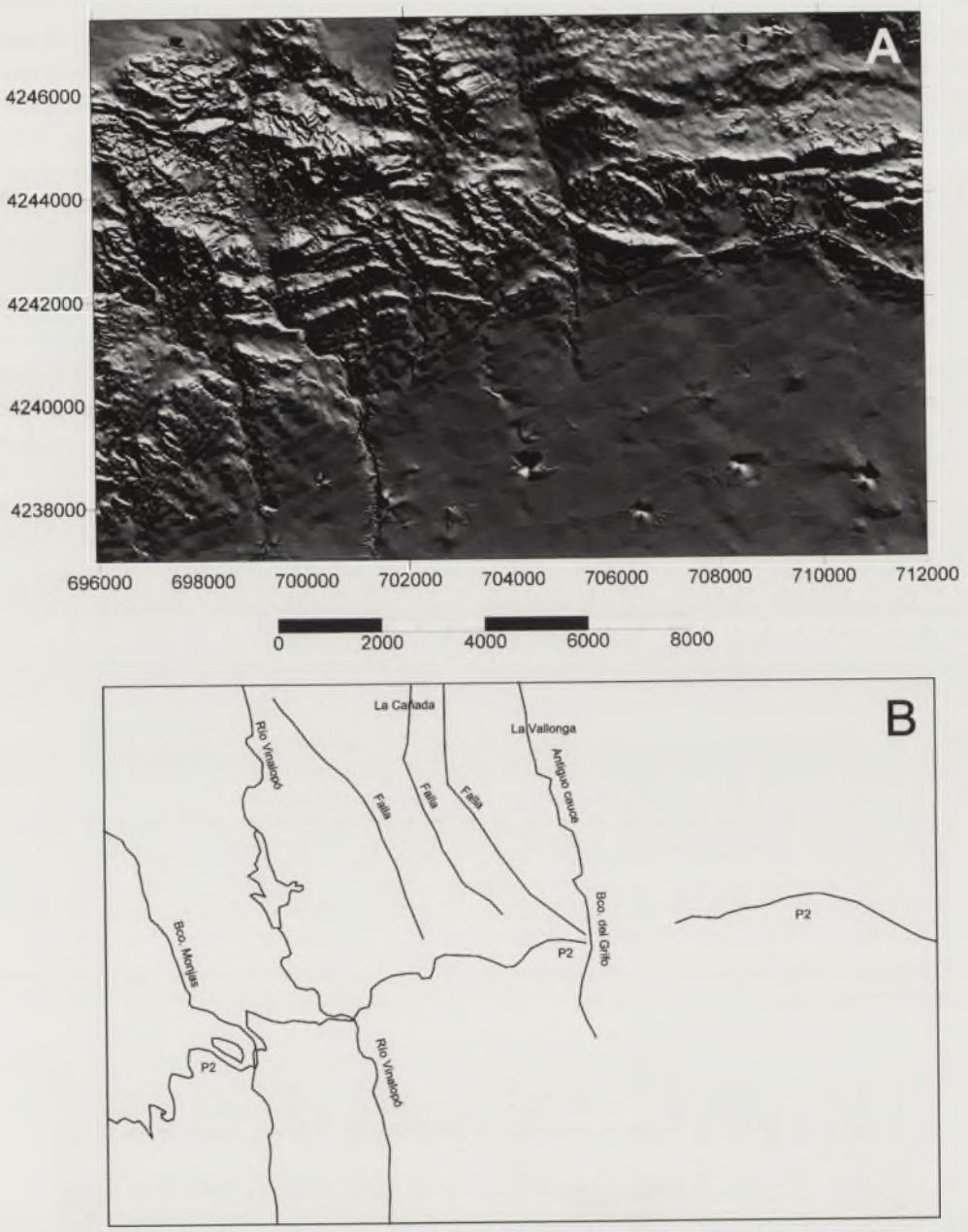


FIGURA 2. *A: Modelo digital del terreno de la lineación del Tabayal-Colmenar, donde se aprecia que el Río Vinalopó podría haber atravesado la lineación al este de su cauce actual. B: Interpretación del modelo. P2 corresponde a la unidad litológica de calcarenitas amarillentas.*

del Tabaià en el periodo Campaniforme, aproximadamente hace 4500 años. Según Jiménez de Cisneros (*op. cit.*), Vilanova y Piera había propuesto que "en otros tiempos" el cauce discurriría por la zona de las Vallongas atravesando la lineación del Tabaià-Colmenar por el Barranco del Grifo.

Para comprobar si efectivamente el cauce del Vinalopó pudo atravesar anteriormente la lineación del Tabaià-Colmenar por otro punto, situado más al este, se ha realizado un modelo digital del terreno de dicha lineación. Se observa que el curso del Río Vinalopó pudo cambiar su recorrido, que inicialmente discurriría por el actual Barranco del Grifo, hasta su posición actual, como consecuencia de un levantamiento provocado por la actuación de fallas situadas entre La Cañada y las Vallongas. El grado de erosión que muestran las calcarenitas amarillentas de la unidad P2 (Montenat, 1977) al ser atravesadas por ambos cauces, Río Vinalopó actual y Barranco del Grifo, es similar, lo que apunta a una descarga mayor en el pasado del Barranco del Grifo. Este mayor caudal podría explicarse si se acepta la posibilidad de que, antes del levantamiento del sector situado entre La Cañada y las Vallongas, el Vinalopó utilizara dicho barranco para atravesar la lineación del Tabaià-Colmenar.

Este cambio en la posición del cauce debió tener lugar hace más de 4500 años ya que la instalación del asentamiento del Tabaià, como propuso Jiménez de Cisneros (1910), debió ser posterior al desvío del cauce.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto BTE2003-01113 y del grupo de investigación GRUPOS03/085 (Generalitat Valenciana).

REFERENCIAS

Jover Maestre, F. J. y López Padilla, J. A. (1997): *Arqueología de la muerte. Prácticas funerarias en los límites de El Argar*. Universidad de Alicante, Secretariado de Publicaciones, 164 p.

Jover Maestre, F. J. y López Padilla, J. A. (2004): 2.100-1.200 BC. Aportaciones al proceso histórico en la cuenca del Río Vinalopó. In: *La Edad del Bronce en tierras valencianas y zonas limítrofes* (Hernández Alcaraz, L. y Hernández Pérez, M. S. Eds). 285-302.

Leret Verdu, G., Núñez Galiano, A., Colodrón Gómez, I., Martínez del Olmo, W. (1978): Mapa y memoria explicativa de la hoja de 871 (Elda) del Mapa geológico Nacional a escala 1:50.000, I.G.M.E.

Montenat, Ch. (1977): *Les bassins néogènes et quaternaires du Levant d'Alicante à Murcie (Cordillères Bétiques orientales, Espagne). Stratigraphie, paléontologie et évolution dynamique*. Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon. 69: 345 p.

Estratigrafía del Mioceno Medio y Superior al NW de Crevillente (Alicante)

J. E. Tent-Manclús, C. Lancis, A. Yébenes y A. Estévez

Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Univ. de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. je.tent@ua.es; Carlos.Lancis@ua.es; Alfonso.Yebenes@ua.es; antonio.estevez@ua.es

ABSTRACT

The stratigraphy and nanofossil assemblages of the southern border of the Crevillente Sierra, Els Pontets section, is studied. The Miocene succession can be divided in several lithologic units: El Castellà limestones (early-middle Serravallian), Les Moreres Marls Fm (middle-late Serravallian), Raya del Búho Conglomerates and Calcarenites Fm (Serravallian ?- early Tortonian), Galería de los Suizos marls (middle-late Tortonian), and the Ventanas limestones (latest Tortonian). The lower marly interval, Les Moreres Marls Fm, can be correlated with the lower "tap marls"; the upper interval, Galería de los Suizos marls, with the upper "tap marls".

***Key words**: nanofossils, Serravallian, Tortonian, Crevillente Sierra, Bajo Segura Basin, tap marls facies.*

INTRODUCCIÓN

En el paraje de Els Pontets (Fig. 1), situado al norte de la localidad de Crevillente y en dirección a la sierra del mismo nombre, se reconoce una sucesión muy completa de los materiales neógenos del margen norte de la Cuenca del Bajo Segura, que abarca desde el Serravalliense al Plioceno. La sucesión se dispone sobre las arcillas y yesos del Triásico Superior en facies keuper del diapiro de Els Pontets.

En este trabajo se describen los primeros resultados del estudio estratigráfico y paleontológico (nanoflora) de los depósitos serravallienses y tortonienses de esta sucesión.

ESTRATIGRAFÍA

Sobre los materiales en facies keuper se disponen de abajo a arriba (Fig. 2):

— Calizas de rodolitos blancas a grisáceas que hacia techo presentan una intercalación margosa (tramos 0 a 16). En su interior se observa la presencia de una discordancia angular interna, de carácter local, que podría ser estar relacionada con la actividad del diapiro subyacente de Els Pontets. Estos materiales fueron incluidos por Tent-Manclús (2003) en la unidad litológica de las calizas de El Castellà (Ca en la Fig. 2).

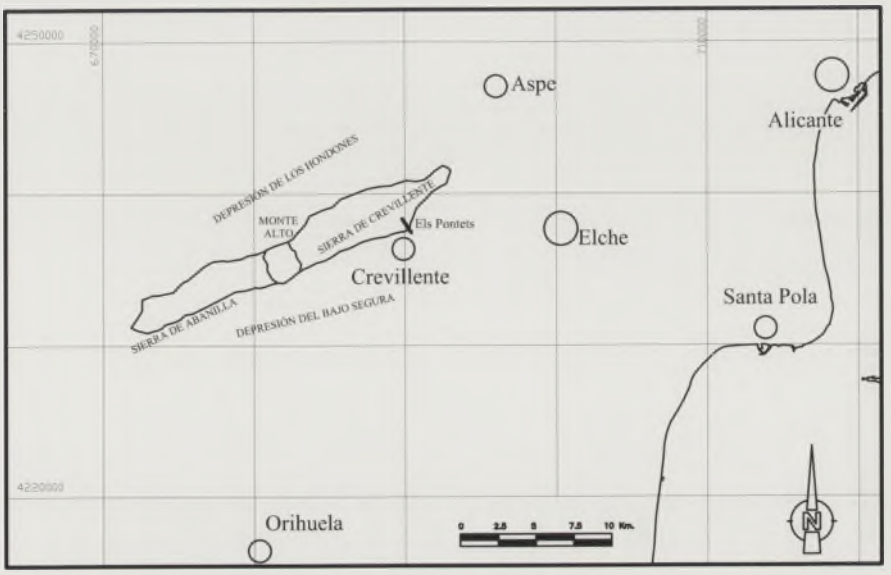


FIGURA 1. *Situación de la sección de Els Pontets al sur de la Sierra de Crevillente. Superpuesta aparece la cuadrícula UTM huso 30.*

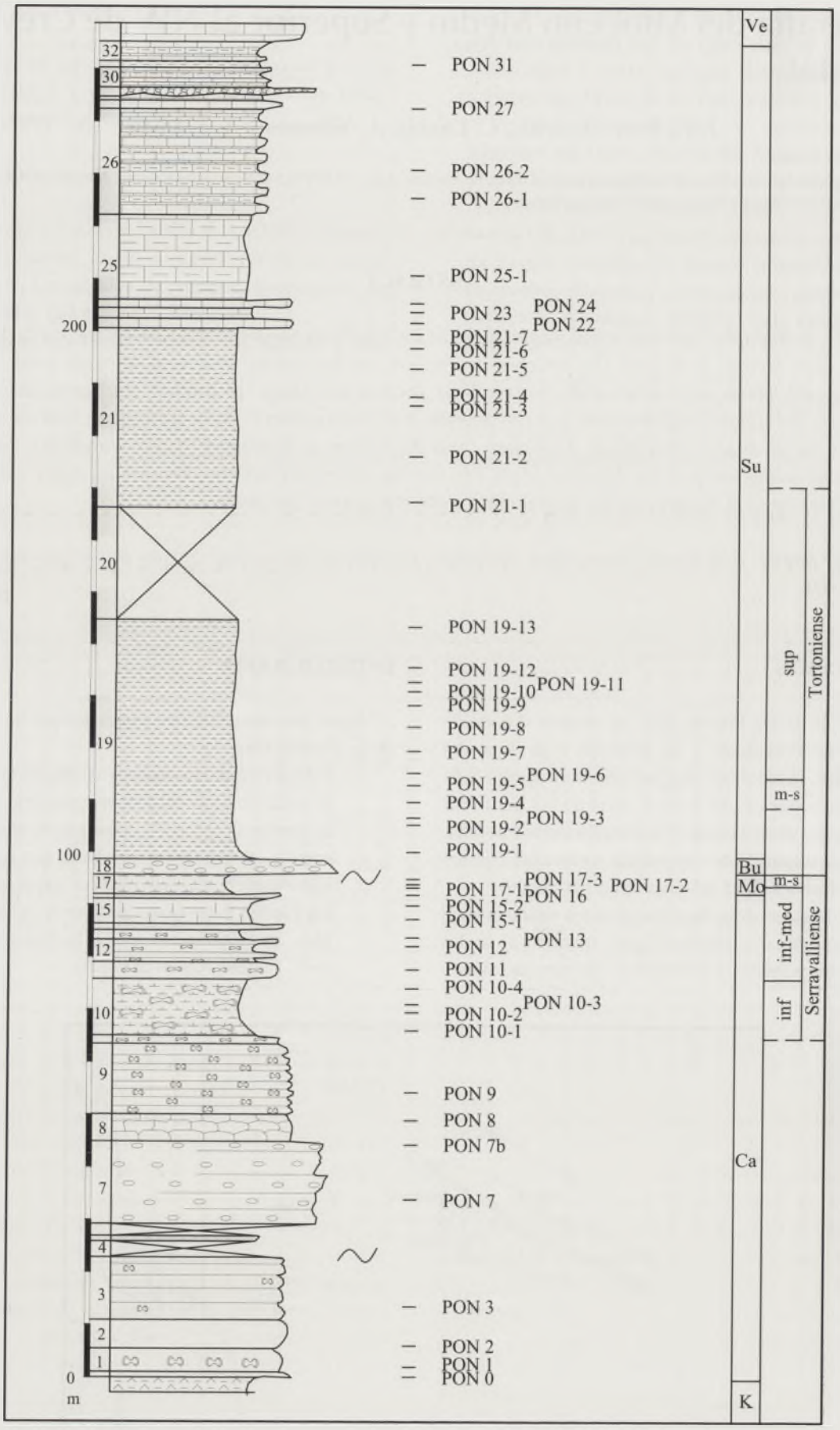


FIGURA 2. *Columna estratigráfica de la sección de Els Pontets con la situación de las muestras estudiadas. K: facies keuper; Ca: unidad litológica de Calizas de El Castellà; Mo: Fm Margas de Les Moreres; Bu: Fm Conglomerados de la Raya del Búho; Su: unidad litológica de margas de la Galería de los Suizos; Ve: unidad litológica de la calizas de las Ventanas.*

- Margas blancas en facies tap algo arenosas (tramo 17). En el flanco sur de la Sierra de Crevillente muestran una potencia muy variable. Corresponden a la Formación Margas de Les Moreres (Mo en la Fig. 2).
- Conglomerado granosoportado de color gris caracterizado por la presencia de materiales metamorficos procedentes de las Zonas Internas Béticas (tramo 18). Algunos cantos aparecen perforados por litófagos y muestran huellas de fijación de cirrípedos. Estos materiales se incluyen dentro de la Formación Conglomerados y Calcarenitas de la Raya del Búho (Tent-Manclús, 2003; Bu en la Fig. 2). Esta unidad se dispone en clara discordancia sobre la Fm Margas de Les Moreres subyacente.
- Margas y margocalizas azuladas y blancas en facies tap que, hacia el techo se hacen más carbonatadas y arenosas (tramos 19 a 32). Estos materales han sido asignados a la unidad litógica de margas de la Galería de los Suizos (Tent-Manclús, 2003; Su en la Fig. 2).
- Finalmente, la parte estudiada de la sucesión termina con un tramo mucho más resistente de biocalcarenitas amarillentas con pasadas conglomeráticas (tramo 33) asignadas a la unidad litológica de las calizas de las Ventanas (Tent-Manclús, 2003; Ve en la Fig. 2) de la que sólo se ha estudiado su base.

ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DE LA NANOFLORA

Bioestratigrafía

Para el establecimiento de la bioestratigrafía de esta sucesión se han seguido los esquemas zonales de Martini (1971) y Okada y Bukry (1980), además de otros bioeventos definidos por Theodoridis (1984), Raffi y Rio (1979), Raffi y Flores (1995), Fornaciari y Rio (1996), Martín Pérez (1997) y Lancis Sáez (1998) que se discuten posteriormente.

Se ha procedido a determinar las asociaciones de nanoflora de muestras tomadas en los intervalos margosos de algunas de estas unidades. Los resultados obtenidos permiten precisar la edad de dichas unidades.

En la parte superior de las calizas de El Castellà (muestras PON 10-1/ PON 10 -4) se han encontrado asociaciones de nanoflora caracterizadas por la presencia de: *Sphenolithus heteromorphus, Cyclicargolithus floridanus, Cyclicargolithus abisectus, Coccolithus pelagicus* (Fig. 3 N), *Coccolithus miopelagicus, Reticulofenestra haqii, Dictyococcites antarcticus, Dictyococcites productus, Reticulofenestra minuta, Reticulofenestra gelida, Reticulofenestra pseudoumbilicus* >7µm, *Discoaster deflandrei, Discoaster exilis, Calcidiscus macintyrei, Calcidiscus premacintyrei, Pyrocyclus hermosus, Coronociclus nitescens, Helicosphaera carteri*. La presencia de *Sphenolithus heteromorphus*, aunque poco abundante, de *Cyclicargolithus floridanus* (Fig. 3 D), de *Cyclicargolithus abisectus* y de *Reticulofenestra pseudoumbilicus* >7µm (Fig. 3 C) (Rio *et al.*, 1990; Fornaciari *et al.*, 1990), así como la aparición de los primeros *Sphenolithus abies* y de *Reticulofenestra gelida* (Martín Pérez, 1997), unida a la ausencia de *Calcidiscus leptoporus*, permiten ubicar estas muestras en la parte alta de la Biozona NN5 de *Sphenolithus heteromorphus* (Martini, 1971) CN4 (Okada y Bukry, 1980), es decir, al Serravalliense inferior. En su parte terminal (muestra PON 12-1), aunque la asociación de nanoflora sigue siendo similar a las anteriores, se observa la aparición de *Calcidiscus leptoporus* y aunque todavía es posible observar algunos especímenes de *Sphenolithus heteromorphus* (Fig. 3 A y B), estos son muy escasos, como también lo son los de *Cyclicargolithus floridanus* y *Cyclicargolithus abisectus*; estos datos, unidos a la presencia frecuente de *Sphenolithus abies* (Fig. 3 F), permiten adscribir esta muestra a la Biozona NN6 de *Discoaster exilis* (Martini, 1971) CN5a de *Coccolithus miopelagicus* (Okada y Bukry, 1980) del Serravalliense inferior-medio.

En la Formación Margas de Les Moreres, con un espesor muy bajo en este corte (3,50 m), aparecen los primeros *Discoaster kugleri* (muestra PON 17-2, Fig. 3 G). La presencia de dicho marcador en las muestras PON17-2 y PON17-3 permitiría su asignación a la biozona NN7 de *Discoaster kugleri* (Martini, 1971), CN5b de *Discoaster kugleri* (Okada y Bukry, 1980), lo que indicaría una edad Serravalliense medio-superior.

La naturaleza detrítica gruesa de la Formación Conglomerados y Calcarenitas de la Raya del Búho impide su datación directa. Sin embargo, su edad debe estar comprendida entre el Serravalliense medio-superior (edad de la parte alta de la unidad subyacente) y el Tortoniense medio-superior (edad de la base de la unidad suprayacente).

En los primeros niveles margosos (muestra PON19-4) de la unidad litológica de las margas de la Galería de los Suizos, se ha encontrado una asociación con *Discoaster neorectus* y *Discoaster loeblichi*, lo que nos permiten ubicar en este punto la base de la subzona CN8b de *Discoaster neorectus* (Okada y Bukry, 1980), equivalente a la parte media alta de la zona NN10 de *Discoaster calcaris* (Martini, 1971), que correpondería al Tortoniense medio-superior. La asociación de nanoflora encontrada en esta muestra incluye, además, *Coccolithus pelagicus, Reticulofenestra haqii, Dictyococcites antarcticus, Dictyococcites productus, Reticulofenestra minuta, Reticulofenestra gelida, Reticulofenestra pseudoumbilicus* >7µm, *Calcidiscus macintyrei, Calcidiscus premacintyrei, Pyrocyclus hermosus, Helicosphaera carteri, Helicosphaera sellii, Geminilithella rotula, Geminilithella jafarii* (Fig. 3 O), *Discoaster brouweri, Discoaster intercalaris* (Fig. 3 J), *Discoaster adamanteus, Discoaster neohamatus, Discoaster neorectus* (Fig. 3 K), *Discoaster bollii* (Fig. 3 H), *Pontosphaera multipora, Calcidiscus macintyrei* (Fig. 3 I), *Calcidiscus leptoporus, Sphenolithus moriformis, Sphenolithus abies* y *Scyphosphaera turris*.

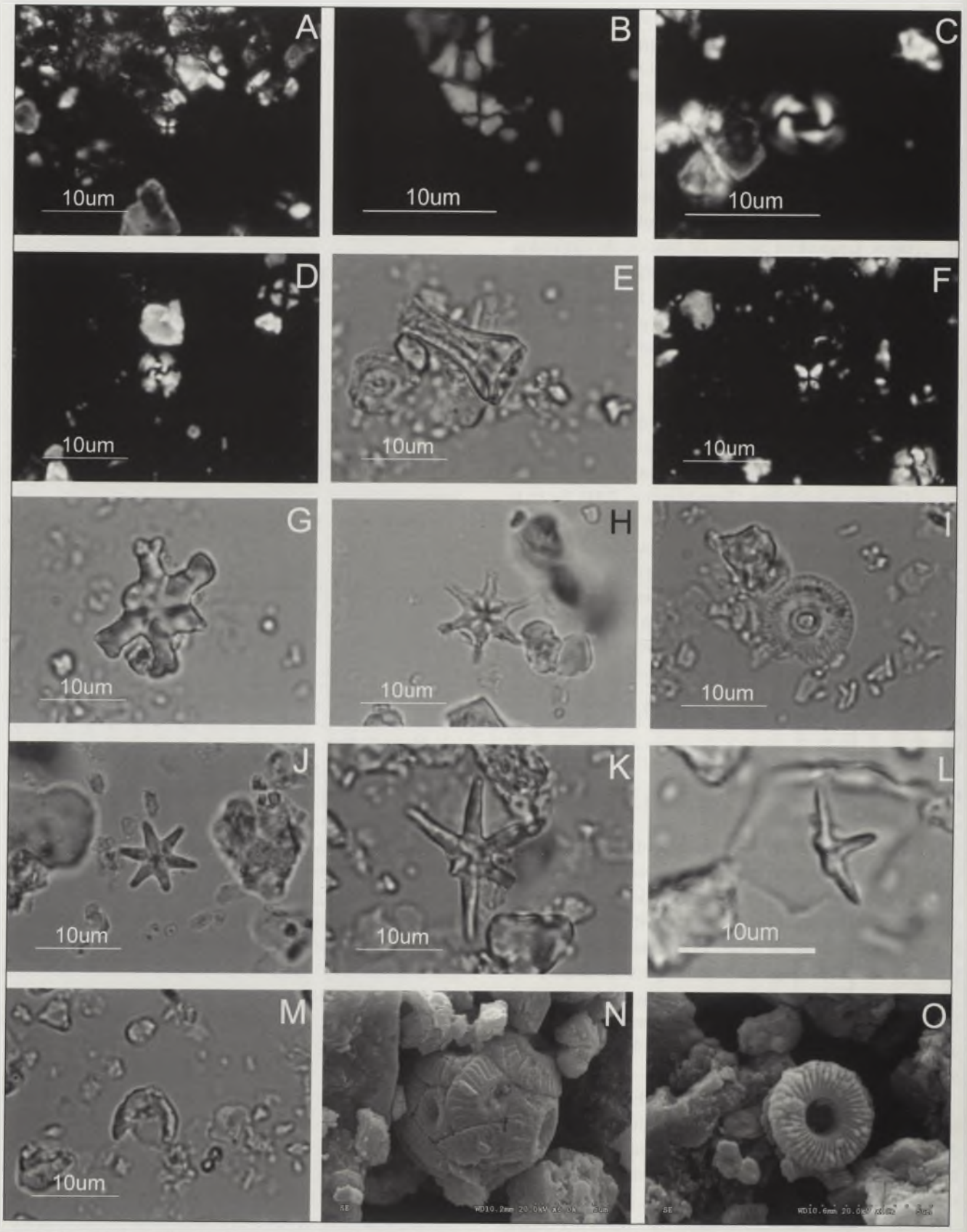


FIGURA 3. *A: Sphenolithus heteromorphus, nicoles cruzados, muestra PON 13-1; B: Sphenolithus heteromorphus, nicoles cruzados, muestra PON 17-1; C: Reticulofenestra pseudoumbilicus, nicoles cruzados PON12-1; D: Cyclicargolithus floridanus, nicoles cruzados, PON 15-2; E: Scyphosphera intermedia, nicoles paralelos, PON15-2; F: Sphenolithus abies, nicoles cruzados, PON 17-1; G: Discoaster kugleri, nicoles paralelos PON 17-2; H: Discoaster bollii, nicoles paralelos, PON 19-2; I: Calcidiscus macintyrei, nicoles paralelos, PON 19-3; J: Discoaster intercalaris, nicoles paralelos PON 19-8; K: Discoaster neorectus, nicoles parelelos, PON 19-8; L: Discoaster berggreni, nicoles paralelos, PON-19-13; M: Amaurolitus primus, nicoles paralelos, PON 19-8; N: Cocosfera de Coccolithus pelagicus, microscopio electrónico de barrido, PON 13-9; O: Geminilithella jafarii, microscopio electrónico de barrido, PON 19-9.*

En posición algo más elevada (PON19-6) en la sucesión de las margas de la Galería de los Suizos se observan los primeros *Discoaster berggreni* (Fig. 3 L) que corresponden a la base de la zona NN11 de *Discoaster quinqueramus* (Martini, 1971), base de la subzona CN9a de *Discoaster berggrenii* (Okada y Bukry, 1980) y subzona MBNN11a de *Discoaster berggrenii* (Lancis Sáez, 1998) de edad Tortoniense superior. A partir de la muestra PON19-8 aparecen, junto a las especies anteriores, los primeros *Amaurolithus primus* (Fig. 3 M) junto a los primeros *Discoaster surculus* y *Discoaster quinqueramus*. En esta muestra se sitúa pues la base de la subzona CN9b de *Ceratolithus primus* (Okada y Bukry, 1980) y de la MBNN11b de *Amaurolithus primus* (Lancis Sáez, 1998) del Tortoniense superior.

A partir de la muestra PON21-1 y hasta el final de la sucesión estudiada no es posible establecer nuevos eventos por la pobre conservación de las muestras.

Conservación

La conservación de los especímenes es en general muy mala, siendo frecuentes los ejemplares rotos y/o con recrecimientos, lo que apoyaría su depósito en ambientes sedimentarios de cierta energía. La conservación es mucho mejor a partir de la parte media de las margas de la Galería de los Suizos y hasta la muestra PON21-1. Aparecen especímenes reelaborados tanto del Cretácico como del Eoceno-Oligoceno.

Paleoecología

La escasez de asterolitos hasta la mitad de las margas de la Galería de los Suizos y la abundancia en algunas muestras de *Coccolithus pelagicus* y *Helicosphaera carteri*, hace pensar en medios no muy profundos. En relación con los nutrientes, alternarían intervalos de riqueza y pobreza, caracterizados estos últimos por la abundancia de *Calcidiscus* spp. La presencia de *R. gelida* junto a *C. pelagicus* indica que en algunos momentos el ambiente era más frío.

A partir de la muestra PON19-8 se observa una mayor abundancia de asterolitos lo que indicaría condiciones de mar abierto que desaparecerían a partir de la muestra PON21-1.

CONCLUSIONES

El estudio de las asociaciones de nanofósiles de la sección de Els Pontets permite datar los primeros materiales superpuestos discordantemente sobre el apilamiento de unidades tectónicas de la Sierra de Crevillente. Dichos materiales, agrupados en la unidad litológica de calizas de El Castellà, han sido datados como Serravalliense inferior-medio. El intervalo margoso superpuesto, correspondiente a las Margas de Les Moreres (correlacionables con las facies tap inferiores), se ha datado como Serravalliense medio-superior. Tras una importante discordancia, cuya edad debe estar situada en las proximidades del límite Serravalliense-Tortoniense, se produjo la entrada en la cuenca de materiales procedentes de las Zonas Internas Béticas que constituyen la Formación Conglomerados y Calcarenitas de la Raya del Búho. Sobre ella, se disponen las margas de la Galería de los Suizos (correlacionable con las facies tap superiores), de edad Tortoniense medio a superior. Finalmente, las calizas de las Ventanas no han podido ser datadas, pero, al ser una unidad correlacionable con la formación Chicamo de la Cuenca de Fortuna que ha sido datada por Krijgsman *et al.* (2000), puede ser asignada como ésta al Tortoniense terminal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos BTE2003-01113 y BTE2003-05047 y del grupo de investigación GRUPOS03/085 (Generalitat Valenciana). Agradecemos a Yolanda López la preparación de las muestras.

REFERENCIAS

Fornaciari, E. y Rio, D., (1996): Latest Oligocene to early middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region. *Micropaleontology*, 42, 1: 1-19.

Krijgsman, W., Garcés, M., Agustí, J., Raffi, I., Taberner, C., Zachariasse, W. J. (2000): The 'Tortonian salinity crisis' of the eastern Betics (Spain). *Earth Planet. Sci. Letters*, 181: 497-511.

Lancis Sáez, C. (1998): *El Nanoplancton Calcáreo de las cuencas neógenas orientales de la Cordillera Bética.* Tesis Doctoral, Univ. Alicante, 423 p. *(inéd.).*

Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. II Planktonic conference, Roma*, Tecnoscienza, 2: 736-785.

Martín-Pérez, J. A. (1997): *Nanoplancton calcáreo del Mioceno de la Cordillera Bética (Sector Oriental).* Tesis Univ. Granada, 329 p. (inéd.).

Okada, H. y Bukry, D. (1980): Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropaleontol.*, 5: 321-325.

Raffi, I. y Flores, J. A. (1995): Pleistocene through Miocene Calcareous nannofossils from eastern equatorial Pacific Ocean (Leg 138) *Proc. ODP, Scientific. Results.* 138: 233-285.

Raffi, I. y Rio, D., (1979): Calcareous Nannofossils biostratigraphy of DSDP site 132, Leg 13 (Tyrrhenian sea), western Mediterranean. *Riv. Ital. Paleon.*, 85/1: 127-172.

Tent-Manclús, J. E. (2003): *Estructura y estratigrafía de las sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la Falla de Crevillente*. Tesis Univ. Alicante 970 p.

Theodoridis, S. A. (1984): Calcareous nannofossils biozonation of the Miocene and revision of the Helicoliths and Discoasters. *Utrecht Micropal. Bull.*, 31: 1-271.

Comprobación de posibles afloramientos de la Formación Arenisca de la Rasa a partir de los trabajos de Daniel Jiménez de Cisneros

J. E. Tent-Manclús y A. Yébenes

Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Univ. de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. je.tent@ua.es, Alfonso.Yebenes@ua.es

ABSTRACT

We have visited four of the five outcrops where Daniel Jiménez de Cisneros mentioned the presence of quartz sandstone similar to the ones of the "Amoladeras" on the road from Elche to Aspe. The outcrop "2 km away from La Zarza spring" have not been found because of the imprecise location mentioned in the works of Jiménez de Cisneros. Sierra de la Puerta is the outcrop where the Rasa Sandstone was defined. The north slope of the Peña Rubia mountain and the road to Las Virtudes, both nearby Villena, are eolian deposits similar to other ones of the Vinalopó valley like the Arenal de Petrel. Finally, the La Zarza spring shows different facies that can not be related with the Rasa Sandstone.

Key words: *Arenisca de la Rasa, Paleoceno/Eoceno, Jiménez de Cisneros, Dunas eólicas.*

INTRODUCCIÓN

La Formación Arenisca de la Rasa fue definida por Hoedemaeker (1973) en la Cañada de la Rasa, al este de la Sierra de la Puerta, en Caravaca de la Cruz (provincia de Murcia). Se trata de areniscas cuarzosas amarillentas a blancas de grano grueso a medio dispuestas en estratos que suelen estar amalgamados y que muestran secuencias turbidíticas de tipo Ta-c (Fig. 1). Los granos mayores están bien redondeados mientras que los menores son angulosos (Fig 2). Son materiales bastante friables ya que domina la matriz margosa sobre el cemento calcáreo. Por la asociación de foraminíferos planctónicos dicho autor la asigna al Eoceno Inferior-Eoceno Medio bajo. Se encuentra intercalada entre las formaciones Margosa Moro y Caliza de Miñano (ambas también definidas por Hoedemaeker, 1973).

En el trabajo original de Hoedemaeker (1973) sólo se menciona como antecedente el corte del Barranco de la Puerta de Paquet (1969, pág. 108), donde se asigna el intervalo de areniscas blancas o amarillentas, más o menos consolidadas, al Ypresiense.

Previamente, Jiménez de Cisneros (1908e) señala las semejanzas existentes entre las "areniscas amarillentas" nummulíticas de la Sierra de la Puerta y las del camino de Aspe a Elche (Loma de las Amoladeras) que describe como "capas de arenisca amarillenta sobre margas nummulíticas" (Jiménez de Cisneros, 1909d).

La Formación Arenisca de la Rasa se interpreta como un depósito de abanico de aguas profundas rico en material cuarzoso (Tent-Manclús, 2003), sedimentado al pie del talud continental. No se han podido localizar materiales litológicamente análogos y de la misma edad, pero depositados en posiciones paleogeográficas más proximales, de plataforma. En La Mancha existen afloramientos de areniscas de edad y litología similares aunque de origen fluvial. La ausencia de facies arenosas de plataforma de esta edad podría explicarse por el "by-pass" de los materiales arenosos como resultado de un "low-stand" que propició el depósito del abanico submarino. Llama la atención el parecido litológico que muestran las areniscas de la Rasa con la Arenas de Utrillas

FIGURA 1. *Aspecto de campo de la Formación Arenisca de la Rasa, en el Barranco del Moro, al W de la Sierra de la Puerta.*

FIGURA 2. *Lámina delgada escaneadas de la Formación Arenisca de la Rasa (Ra) del sur de Aspe.*

del Cretácico Inferior, cuyas afloramientos pudieron ser, al menos en parte, el área fuente de la que procedían los sedimentos que constituyen la Arenisca de la Rasa.

En este trabajo se intenta determinar la existencia de nuevos afloramientos de Arenisca de la Rasa, tomando como base las citas de "areniscas amarillentas como las de las Amoladeras" encontradas en los trabajos de Jiménez de Cisneros.

LAS ARENISCAS DE LAS AMOLADERAS

Las areniscas de las Amoladeras, aflorantes en el camino de Aspe a Elche, no sólo llamaron la atención de Jiménez de Cisneros sino que, por su potencia, naturaleza cuarzosa y su posición, intercaladas en una sucesión claramente marina con abundantes nummulites y foraminíferos planctónicos, también han sido citadas por otros autores.

Así, hay que destacar el trabajo de Hillebrandt (1974) que atribuyó las intercalaciones margosas de la parte inferior de las areniscas a la "biozona de *Globorotalia velascoensis*" (Paleoceno Superior), señalando, además, que "probablemente no son marinas".

También, fueron mencionadas por Azéma (1977, p. 240) en el Barranco de las Monjas, al sur de Aspe.

La asignación de las "areniscas amarillentas de las Amoladeras" a la Formación Arenisca de la Rasa se realiza por primera vez en Tent-Manclús (2003), donde además se realiza la cartografía de sus afloramientos en la zona de Aspe y se añade un nuevo afloramiento situado al norte de la Sierra de Horna.

MENCIONES A ARENISCAS NUMMULÍTICAS PRESENTES EN LOS TRABAJOS DE JIMÉNEZ DE CISNEROS

Como se ha mencionado anteriormente, Jiménez de Cisneros (1908e) señala por primera vez la similitud que muestran las facies arenosas con nummulites de la Sierra de la Puerta y las del Camino de Aspe a Elche. En Jiménez de Cisneros (1909d) se describen las areniscas de la Loma de las Amoladeras.

En un trabajo previo (Jiménez de Cisneros, 1907d) ya menciona la existencia de materiales arenosos al norte de la Sierra de la Peña Rubia de Villena, que considera "iguales á los del Alto de las Amoladeras del camino de Crevillente a Aspe, que son también nummulíticos".

Además, advierte en Jiménez de Cisneros (1909e) la existencia de un nummulítico entre Carboneras y el Santuario de las Virtudes (Villena) "que recuerda al que existe en la falda NW. de la Peña Rubia, inmediato al Nummulítico".

Años más tarde vuelve a publicar sobre las Amoladeras (Jiménez de Cisneros, 1915a) mencionando la "arenisca floja amarillenta que se presenta á uno y otro lado del camino".

Finalmente, menciona que la Fuente de la Zarza, brota al pie de una colina de arenisca cuarcífera con algunos nummulites (Jiménez de Cisneros, 1924f). Además señala que le avisan de la existencia de un campo con numerosos cantos de cuarzo.

Al año siguiente (Jiménez de Cisneros, 1925a) se refiere a las arenas síliceas del Eoceno como el material de procedencia de muchos de los cantos de amoladeras que se encuentran en los yacimientos prehistóricos. Compara las arenas silíceas de la Fuente de la Zarza con otras encontradas en Umbría de Torreblanca (Villena), y en el Camino de las Virtudes, junto a la vía estrecha de Agres a Jumilla (también en Villena). La primera correspondería a la ladera norte de la Peña Rubia, mientras que la segunda corresponde al camino entre Carboneras y el Santuario de las Virtudes. De esta última observación llama la atención el que no afirme su parecido con las areniscas de las Amoladeras. Advierte, además, que el campo con numerosos cantos de cuarzo, que menciona en su articulo anterior, se encuentra a dos km de la Fuente de la Zarza.

COMPROBACIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

De acuerdo con el análisis de la bibliografía de Jiménez de Cisneros, realizado en el apartado anterior, hay cuatro posibles citas, aparte de las correspondientes a las Amoladeras y a la Sierra de la Puerta, que podrían referirse a afloramientos de la Formación Arenisca de la Rasa (Fig. 3):

— Ladera norte de la Peña Rubia
— Camino de las Virtudes
— Fuente de la Zarza
— A 2 kilómetros de la Fuente de la Zarza

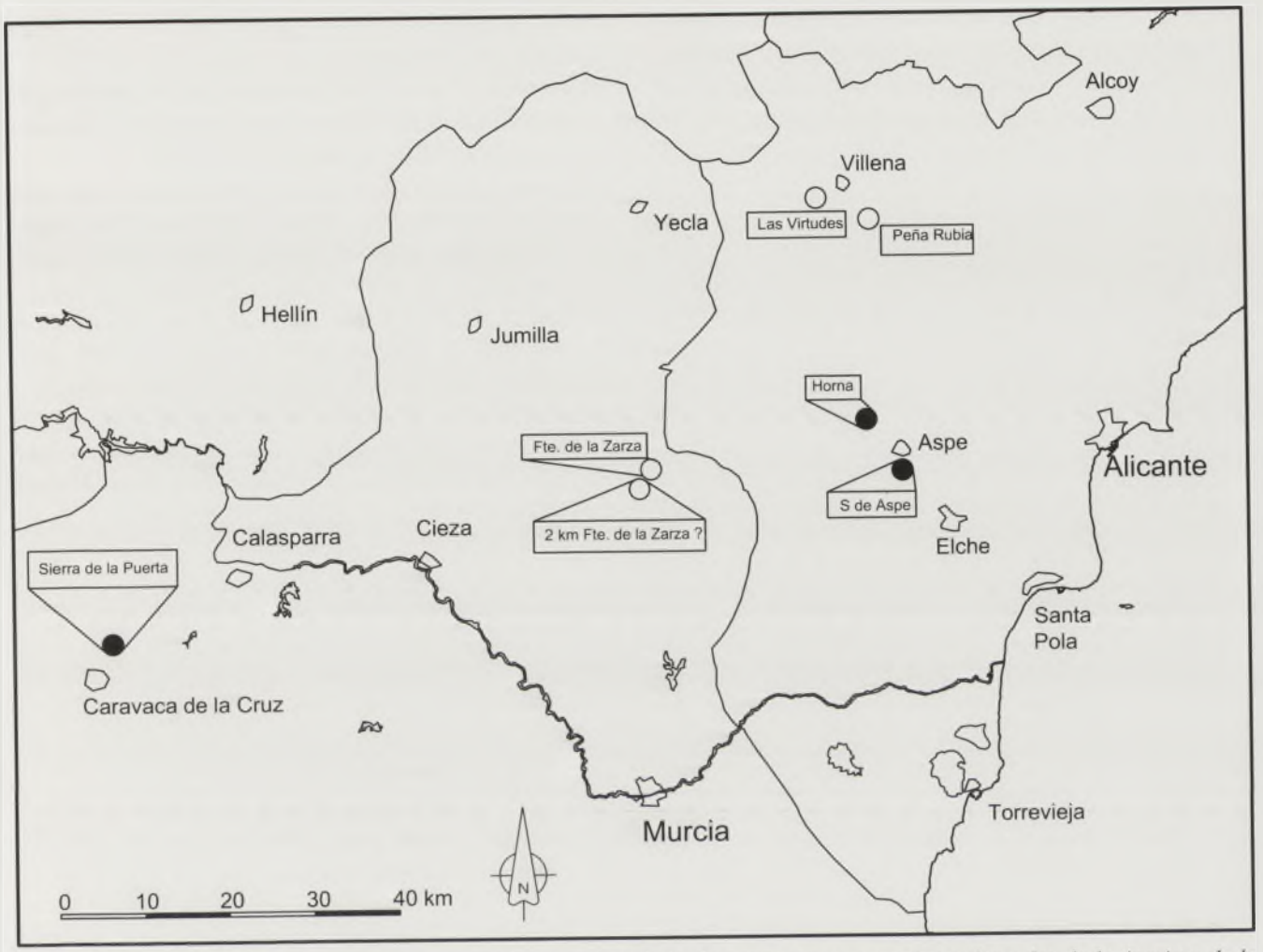


FIGURA 3. *Situación de los afloramientos mencionados en este trabajo. Los puntos negros corresponden a los de la Arenisca de la Rasa.*

De estos cuatro afloramientos se han podido localizar tres de ellos, siendo imposible localizar la cita "a 2 kilómetros de la Fuente de la Zarza" debido a que Jiménez de Cisneros (1924f y 1925a) no da una localización exacta, comentando tan sólo que le advierten de la existencia de un "campo con tierra blanca".

Los dos afloramientos de los alrededores de Villena, Ladera norte de la Peña Rubia y Camino de las Virtudes, corresponden a dos depósitos de arenas eólicas. El del Camino de las Virtudes, muestra un relativo parecido con el Arenal de Petrel, pero con la particularidad de que los depósitos eólicos se encuentran estabilizados por lo cual estimamos que deben ser dunas eólicas cuaternarias más antiguas. Más difícil resulta la asignación estratigráfica del afloramiento de la Ladera norte de la Peña Rubia, ya que, aunque podría ser equivalente al mismo depósito cuaternario del otro afloramiento, su espesor mucho mayor indica que tal vez se trate de un depósito eólico más antiguo. En cualquier caso, estos afloramientos serían la fuente de sedimentos de los "arenales" del valle del Vinalopó (Arenal de Petrel y Arenal de Cabezo Rullo).

Finalmente, el manantial de la Fuente de la Zarza nace de unas calcarenitas con nummulites y con abundantes granos de cuarzo, pero sus facies son muy diferentes a las de la Arenisca de la Rasa, mucho más cuarzosa, menos cementada y sin nummulites. Este afloramiento muestra facies similares a la unidad litológica de calizas y margas con nummulites (Tent-Manclús, 2003), que aflora en la Ventana de la Canalosa donde ha sido datada como Eoceno Inferior a base del Eoceno Superior.

CONCLUSIONES

De las cinco citas (Fig. 3) de areniscas "como las de las Amoladeras" que aparecen en la bibliografía de Jiménez de Cisneros (incluyendo la Sierra de la Puerta) se han localizado cuatro de ellas. El único afloramiento que puede asignarse a la Formación Arenisca de la Rasa es el de la Sierra de la Puerta, donde precisamente fue definida dicha formación. Por otra parte, el afloramiento "a 2 km de la Fuente de la Zarza", que no ha podido localizarse es el que, de acuerdo con la descripción de Jiménez de Cisneros (1924f y 1925a), tendría más posibilidades de poder asignarse a dicha formación. De los tres restantes, Ladera norte de la Peña Rubia, Camino de las Virtudes y Fuente de la Zarza, los dos primeros corresponden a depósitos eólicos y, por tanto,

son muy diferentes a unas areniscas de origen turbidítico, mientras que el tercero, que corresponde a facies marinas, por su fauna y facies parece corresponder a depósitos algo más modernos, del Eoceno Inferior al Medio, de una plataforma distal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto BTE2003-01113 y del grupo de investigación GRUPOS03/085 (Generalitat Valenciana).

REFERENCIAS

Azéma, J. (1977): *Étude géologique des zones externes des Cordillères Bétiques aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne).* Tesis Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 393 p.

Hillebrandt, A. von (1974): Bioestratigrafía del paleógeno en el suroeste de España (Provincia de Murcia y Alicante). *Cuad. Geol. Univ. Granada* 5: 135-153.

Hoedemaeker, Ph. J. (1973): Olisthostromes and other delapsional deposits and their ocurrence in the region of Moratalla (prov. of Murcia, Spain). *Scripta Geol.*, 19, 207 p.

Paquet, J. (1969): Étude géologique de l'Ouest de la Province de Murcie. *Mem. Soc. Geol. France,* 111: 270 p.

Tent-Manclús, J. E. (2003): *Estructura y estratigrafía de las sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la Falla de Crevillente*. Tesis Univ. Alicante 970 p.

Discontinuidades y eventos tectónicos en el Jurásico Inferior de la Sierra de Crevillente

J. E. Tent-Manclús, A. Yébenes y A. Estévez

Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Univ. de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. je.tent@ua.es, Alfonso.Yebenes@ua.es, antonio.estevez@ua.es

ABSTRACT

The onset of listric faulting during the Early Jurasic led to the breaking of the lower liassic carbonate platform and create new basins on top of the hanging walls. In the Sierra de Crevillente two discontinuities can be identified. The lower one (in the Upper Sinemurian) was developed after the onset of the listric faulting. The upper one (in the Early-Late Pliensbachian limit) marks the end of the basins infilling and the sealing of the faults. The carbonate rocks below the firstdiscontinuity, corresponding to lower liassic shallow marine platform deposits, are included in the Gavilán Group. All the limestones and marls deposited above that first discontinuity and previously to the next episode of listric faulting (during the transit Early-Middle Jurassic), are included in the Zegrí Group.

Key words: *lower liassic platform breaking, listric faults, Pliensbachian.*

INTRODUCCIÓN

La arquitectura estratigráfica del Jurásico Inferior está condicionada por la ruptura de la plataforma del liásico inferior, y por el consiguiente tránsito a facies de cuenca pelágica, como resultado de una etapa de rifting relacionada con el inicio de la apertura del Atlántico Norte (Winterer y Bosellini, 1981). Este cambio de un medio sedimentario somero a otro más profundo y alejado de la línea de costa es conocido desde antiguo para los dominios del Tethys occidental. En la Cordillera Bética dicha transición ya fue mencionada por García-Hernández *et al.* (1976) y se ha considerado como diacrónica y rápida (Nieto Albert, 1997; Ruiz-Ortiz *et al.*, 2001).

En los primeros estudios sobre este evento se afirmaba que la ruptura de la plataforma tuvo lugar en el Pliensbachiense Inferior (carixiense; García-Hernández *et al.*, 1976) pero, en la actualidad, se plantea la posibilidad de que en unos puntos se rompiera en el Pliensbachiense Inferior alto (carixiense superior) mientras que en otros lo hiciera en el límite Pliensbachiense Inferior-Medio (carixiense-domeriense; Ruiz-Ortiz *et al.*, 2001). En la zona de Vélez Rubio, Rey Arrans (1993) señala la existencia de dos fases en la ruptura de la plataforma. La primera se produciría en el Sinemuriense y, la segunda, quedaría registrada por una discontinuidad de edad intra Pliensbachiense Inferior alto (carixiense superior).

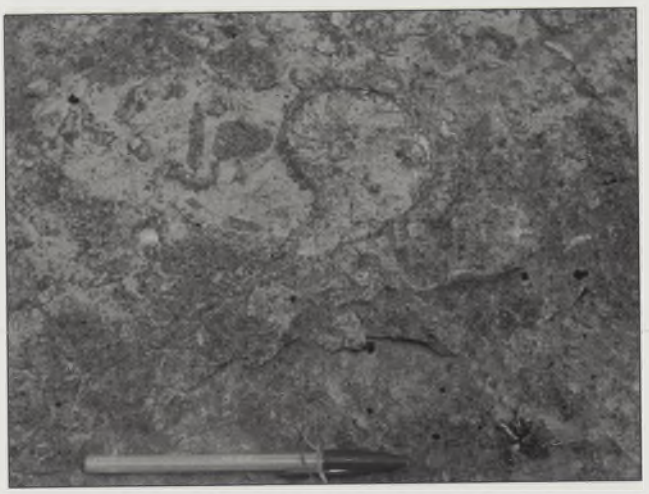


FIGURA 1. *Vista en planta de la discontinuidad inferior.*

LA RUPTURA DE LA PLATAFORMA DEL LIÁSICO INFERIOR

Recientemente, en la zona de las sierras de Crevillente y Algayat (sector oriental de la Cordillera Bética) se han reconocido las dos discontinuidades que indica Rey Arrans (1993): la inferior, de probable edad Sinemuriense y, la superior, situada cerca del límite Pliensbachiense Inferior-Pliensbachiense Superior (carixiense-domeriense, Tent-Manclús, 2003).

FIGURA 2. *Vista en sección de la discontinuidad superior.*

La primera, corresponde a una superficie algo irregular tapizada por granos de glauconia y con desarrollo, en algunos puntos, de costras fosfatadas con restos dispersos de belemnites, ammonites, atractites, braquiópodos y nautiloideos, que no permiten una datación precisa (Fig. 1). Los ammonites encontrados por encima de dicha discontinuidad, *Dubariceras* sp. (Sandoval *com. pers.*, 2001), se asignan a la zona de Desmonense del Pliensbachiense Inferior. A a falta de datos más precisos, se puede considerar que la costra glauconítica debe ser asignada al Pliensbachiense Inferior basal (carixiense inferior), sin descartar la posibilidad de que pueda incluir el Sinemuriense terminal.

La segunda discontinuidad viene precedida por superficies irregulares de los estratos, sobre las que a veces se observan fósiles de belemnites y braquiópodos (Fig. 2). Estas superficies corresponderían a hardgrounds (Seilacher, 1964). En diferentes partes de la Cordillera Bética es muy frecuente observar la presencia, cerca del límite Pliensbachiense Inferior-Superior (carixiense-domeriense), de estas superficies menores de discontinuidad (García-Hernández *et al.*, 1976; Braga Alarcón, 1983). En la Sierra de Crevillente, la última superficie, que corresponde a un pavimento de morfología irregular con frecuentes conchas neomórficas de ammonites (rockground; Seilacher, 1964), es la mejor desarrollada y marca un cambio importante en la sedimentación. En el sector de la ladera noroeste de la Sierra de Crevillente, en un punto situado al sur de las Casas de Galiana, este pavimento fue datado como zona de Lavinianum, subzona de Portisi y horizonte de Lavinianum (Braga Alarcón, 1983). En otros puntos de la zona de estudio también aparece este nivel pero, a falta de un estudio detallado de sus asociaciones registradas, preferimos no asignarles una edad definitiva aunque, a pesar de su probable diacronía, debe estar muy cercana al límite Pliensbachiense Inferior-Superior. Sobre dicho pavimento se disponen lentejones fosilíferos que incorporan conchas neomórficas reelaboradas del pavimento junto con belemnites y ammonites. Pavimento y lentejones se encuentran recubiertos por una fina costra fosfatada sobre la que se disponen las margas y calizas margosas de la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves, de probable edad Toarciense Inferior.

Entre ambas discontinuidades se reconoce un conjunto de calizas glauconíticas con abundantes restos de crinoides y algún nódulo de sílex. Las calizas glauconíticas, de espesor muy variable que oscila entre 0 y 40 m, muestran un aspecto general masivo aunque mejor estratificado hacia el techo. En el campo estos materiales se diferencian fácilmente de las calizas masivas subyacentes por el color de alteración. En efecto, las calizas glauconíticas se alteran a tonos rojos mientras que las calizas masivas infrayacentes lo hacen a colores grises. Esta unidad de calizas glauconíticas se interpreta como un depósito correspondiente al relleno de las cuencas desarrolladas en los bloques hundidos de las fallas lístricas que segmentaron la plataforma.

Por tanto, en la zona de la Sierra de Crevillente, la primera discontinuidad se formó tras el inicio de la ruptura de la plataforma carbonatada del liásico inferior. La ausencia de sedimentación puede atribuirse tanto a un descenso de la productividad de carbonato, debido al aumento de profundidad, como a la instauración de corrientes marinas que impedirían el depósito de materiales finos. Puesto que el inicio de la actividad de las fallas no debió ser sincrónico, tampoco debió serlo la fracturación de la plataforma y, como consecuencia, la base de la discontinuidad mostraría una ligera diacronía.

La segunda discontinuidad corresponde a la colmatación de las cuencas formadas sobre los bloques de techo de las fallas lístricas y, por tanto, muestra una diacronía mayor que la de la primera discontinuidad. La actividad finalde estas fallas, previa a la total colmatación de las cuencas y de mucha menor importancia, quedaría reflejada en el registro estratigráfico por la aparición de las superficies irregulares observables a techo de los estratos.

EL INICIO DE LAS FALLAS LÍSTRICAS

El inicio de la actividad de las fallas lístricas que segmentaron la plataforma es un evento tan importante en la evolución de la cordillera que incluso ha sido utilizado por Azéma *et al.* (1979) para diferenciar el Prebético del Subbético. Sin embargo, hasta ahora, diferentes autores (Rey Arrans, 1993; Nieto Albert, 1997; Ruiz-Ortiz *et al.*, 2001) han considerado que la ruptura de la plataforma coincidía con la aparición de la superficie de discontinuidad superior, que separaría la Formación Gavilán de la Formación Zegrí. Esta discontinuidad suele ser fácilmente identificable debido al contraste entre la naturaleza calcárea de la formación inferior y la margosocalcárea de la superior. Además, en la Sierra de Crevillente, la discontinuidad superior parece mostrar un mayor hiato que la inferior. Es probable que por ambas razones se haya considerado que la discontinuidad superior marca el inicio de la ruptura de la plataforma, mientras que la inferior no sería más que un episodio previo de menor importancia.

Sin embargo, nuestras observaciones muestran que en la Sierra de Crevillente la geometría de los depósitos si-

tuados entre ambas discontinuidades, con sus importantes variaciones de espesor, está fuertemente condicionada por la presencia de las fallas que segmentaron la plataforma. Por el contrario, tan sólo en la parte inferior de los materiales superpuestos a la segunda discontinuidad se observan algunas evidencias que demuestran una actividad de dichas fallas mucho menor, de carácter residual, que se traduce en la aparición de pequeñas variaciones de espesor que indicarían un relleno de suaves irregularidades del fondo.

La asignación de los materiales de la Formación Gavilán a la plataforma liásica inferior está fuertemente arraigada en la literatura de la Cordillera Bética. Sin embargo, en su definición se incluyen tanto los materiales depositados con anterioridad a la ruptura de la plataforma, como los primeros que se depositaron tras ella. Para evitar esta situación poco deseable, presencia de una discontinuidad de gran importancia en el interior de una formación, consideramos conveniente una redefinición de las unidades litoestratigráficas.

Así, se propone utilizar el término Grupo Gavilán para incluir los dos miembros inferiores de la antigua Formación Gavilán, dolomítico y de calizas pseudo-oolíticas (Van Veen, 1969), depositados previamente a la ruptura de la plataforma. El antiguo miembro de calizas de crinoides (*op. cit.*), depositado tras la ruptura inicial de la plataforma, queda excluido del Grupo Gavilán.

Por otra parte, en la bibliografía de la Cordillera Bética, los materiales comprendidos entre las discontinuidades de la ruptura de la plataforma liásica y del tránsito liásico-dogger han sido asignados a la Formación Zegrí y/o Formación Baños, según que los afloramientos se incluyan en el Subbético o en el Dominio Intermedio (Ruiz-Ortiz *et al.*, 2001). Sin embargo, como se acaba de analizar, la ruptura de la plataforma no se manifiesta a techo de la antigua Formación Gavilán sino en la base del antiguo miembro de calizas de crinoides de dicha formación. Por ello, consideramos necesario incluir los materiales situados entre el evento de ruptura de la plataforma del liásico inferior y el tránsito liásico-dogger en una misma unidad a la que denominaremos Grupo Zegrí.

Así, se incluyen en el Grupo Zegrí todos los materiales calcáreos y calco-margosos depositados tras la ruptura de la plataforma liásica y previamente al intervalo de sedimentación discontinua que caracteriza el tránsito liásico-dogger. Su límite superior se sitúa justo bajo la primera capa que muestra evidencias del comienzo de una fase de sedimentación condensada y/o discontinua (nodulización, ferruginización, etc.) que indicaría el comienzo de una nueva etapa en la actividad de fallas lístricas que coincidiría con el tránsito liásico-dogger.

CONCLUSIONES

El estudio de las dos discontinuidades mayores presentes en el liásico de la Sierra de Crevillente permite obtener la siguiente sucesión de eventos:

- Fracturación de la plataforma del liásico inferior, con hundimiento de los bloques de techo de las fallas lístricas que queda evidenciado por el desarrollo de la primera discontinuidad.
- Fase de relleno de las cuencas formadas en los bloques de techo de las fallas lístricas.
- Final de la secuencia de somerización resultante de la colmatación de las cuencas, que queda marcada por la presencia de la segunda discontinuidad. Tras su depósito se produjo un fuerte descenso en la tasa de sedimentación como lo demuestra la presencia de niveles discontinuos de calizas con abundantes fósiles frecuentemente reelaborados.
- Una nueva fase de sedimentación en la que inicialmente se suavizan las pequeñas irregularidades existentes en el fondo. Esta fase termina cuando se inicia un nuevo evento de fracturación en el tránsito Jurásico Inferior-Medio.

Para los materiales correspondientes a la plataforma carbonatada del liásico inferior, previos al inicio de la actividad de las fallas lístricas, se propone el nombre de Grupo Gavilán. Para los materiales situados por encima de dicha discontinuidad y por debajo de la discontinuidad del tránsito Jurásico Inferior-Medio se propone el término de Formación Zegrí.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto BTE2003-01113 y del grupo de investigación GRUPOS03/085 (Generalitat Valenciana). Los autores agradecen la identificación de ammonites al Dr. Sandoval y los comentarios sobre tafonomía de ammonites al Dr. Fernández López.

REFERENCIAS

Azéma, J., Foucault, A., Fourcade, E., García-Hernández, M., González-Donoso, J. M., Linares, A., Linares, D., López-Garrido, A. C., Rivas, P. y Vera, J. A. (1979): *Las microfacies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas*. Secr. Publ. Univ. Granada, 83 p.

Braga Alarcón, J. C. (1983): *Ammonites del Domerense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, S de España).* Tesis Univ. Granada. 410 p.

García-Hernández, M., González-Donoso, J. M., Linares, A., Rivas, P. y Vera, J. A. (1976): Caracteristicas ambientales del Lías Inferior y Medio en la zona Subbética y su significado en la interpretación general de la Cordillera. *Reun.Geod. de la Cordillera Bética y Mar de Alboran,* 125-157.

Nieto Albert, L. M. (1997): *La Cuenca Subbética Mesozoica en el Sector Oriental de las Cordilleras Béticas.* Tesis Univ. Murcia 562 p.

Rey Arrans, J. (1993): *Análisis de la cuenca Subbética durante el Jurásico y el Cretácico en la transversal Caravava Velez-Rubio.* Tesis Univ. Granada, 460 p.

Ruiz-Ortiz, P. A., Molina, J. M., Nieto, L. M., Castro, J. M. y de Gea, G. A. (2001): 1. Introducción al Mesozoico de la parte externa del paleomargen sudibérico. Cordilleras Béticas. En: *Itinerarios geológicos por el Mesozoico de la provincia de Jaén* (Ruiz-Ortiz, P. A., Molina, J. M., Nieto, L. M., Castro, J. M. y de Gea, G. A. Eds.), Universidad de Jaen. 11-23.

Seilacher, A. (1964): Sedimentological classification and nomenclature of trace fossils. *Sedimentology*, 3: 253-256.

Tent-Manclús, J. E. (2003): *Estructura y estratigrafía de las sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la Falla de Crevillente*. Tesis Univ. Alicante 970 p.

Van Veen, G. W. (1969): *Geological investigations in the region West of Caravaca.* Tesis Univ. Amsterdam, 143 p.

Winterer, E. L. y Bosselini, A. (1981): Subsidence and Sedimentation on Jurassic Passive Continental Margin, Southern Alps, Italy. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 65, 3: 394-421.

La Formación Calizas glauconíticas de Crevillente

J. E. Tent-Manclús[1], A. Yébenes[1] y A. Estévez[1]

1 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. je.tent@ua.es, Alfonso.Yebenes@ua.es, antonio.estevez@ua.es

ABSTRACT

The Crevillente glauconitic limestone Formation is a mottled intraclastic crinoidal limestones with abundant glaucony grains that when altered has a reddish colour, Early - lowest Upper Pliensbachian in age. It is divided, from the bottom to the top, in three members: a) Pas del Soldat glauconitic limestones, b) Campanar cherty glauconitic limestones, and c) Algüeda glauconitic calcarenites. This unit is bounded by two discontinuities, the lowest one is interpreted as produced by the onset of listric faults and the upper one marks the end of the basins formed on top of the hanging walls of these.

Key words: *Crevillente glauconitic limestone Formation, Pliensbachian, Crevillente Sierra.*

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se describe la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente, definida por Tent-Manclús (2003). Esta unidad, aflorante en la Sierra de Crevillente, corresponde a los primeros depósitos sedimentados sobre la discontinuidad que marca la ruptura de la plataforma del Liásico inferior. Previamente, estos materiales se incluían en el miembro superior de la Formación Gavilán. Sin embargo, consideramos que, de acuerdo con las recomendaciones de la International Comission on Stratigraphy, no es conveniente incluir discontinuidades importantes en el interior de una formación. Por esta razón se ha separado una parte de los materiales incluidos en el antiguo miembro superior de la Formación Gavilán redefiniéndolos como una nueva formación.

La primera mención sobre la presencia de materiales del Jurásico Inferior en la Sierra de Crevillente se debe a Jiménez de Cisneros (1912e) quien, a partir de entonces, siguió publicando diferentes trabajos en los que describe yacimientos paleontológicos, principalmente de braquiópodos liásicos, que iba localizando en sus numerosas excursiones (1914c, 1915b, 1915c y 1922c).

Azéma (1977) es el primer autor que hace referencia a la importante ruptura del liásico medio que, en su opinión, provocaría la individualización de los dominios Prebético y Subbético. Para él, en la Sierra de Crevillente, la sucesión del Jurásico Inferior se compone de dolomías y calizas dolomíticas de aspecto brechoide del liásico inferior, de calizas masivas claras, parcialmente dolomitizadas en su base y localmente con horizontes glauconíticos y niveles con sílex, de edad Pliensbachiense Inferior a Superior, y, por último, de margas, margocalizas y calizas con sílex del Toarciense.

En las sierras de Crevillente y Algayat, Nieto Albert (1997) reconoce una sucesión estratigráfica compuesta por dolomías y calizas de edad liásico inferior, correspondientes a la Formación Gavilán, y una ritmita de calizas margosas y margas del Liásico superior que adscribe a la Formación Zegrí, aunque esta unidad puede faltar en algunos puntos.

LA FORMACIÓN CALIZAS GLAUCONÍTICAS DE CREVILLENTE

La Formación Calizas glauconíticas de Crevillente está formada por calizas de tipo "grainstone" con abundantes granos de glauconia, moteadas en corte fresco y rojizas por alteración. Su nombre procede de la Sierra de Crevillente y es en el término municipal del mismo nombre donde se localizan los mejores afloramientos.

Los mejores cortes dentro de la Sierra de Crevillente se encuentran al sur de el Pico de Crevillente (La Vella), en el barranco entre el Campanar y La Vella y al noroeste de dicha sierra, justo al sur de Hondón de los Frailes. El estratotipo de esta formación es la sección del barranco del Pas del Soldat (Fig. 1; situación en la figura 2 muro UTM: 689090, 4238960 y techo UTM: 689060, 4239000). Además, se establecen como paraestratotipos las secciones del Collado entre el Campanar y La Vella (Fig. 1; situación en la figura 2 muro UTM: 687590, 4238720 y techo UTM: 687590, 4238690) y el barranco al oeste de la Cuerda de Sant Caietà (corte en la figura 1 y situación en la figura 2 muro UTM: 683170, 4237010 y techo UTM: 683210, 4237000).

El color rojizo que muestra la formación se debe a la oxidación superficial de los granos de glauconia. Las calizas contienen, además de glauconia, bioclastos (fundamentalmente crinoides y foraminíferos bentónicos), intraclastos y peloides. La estratificación es poco marcada en la parte

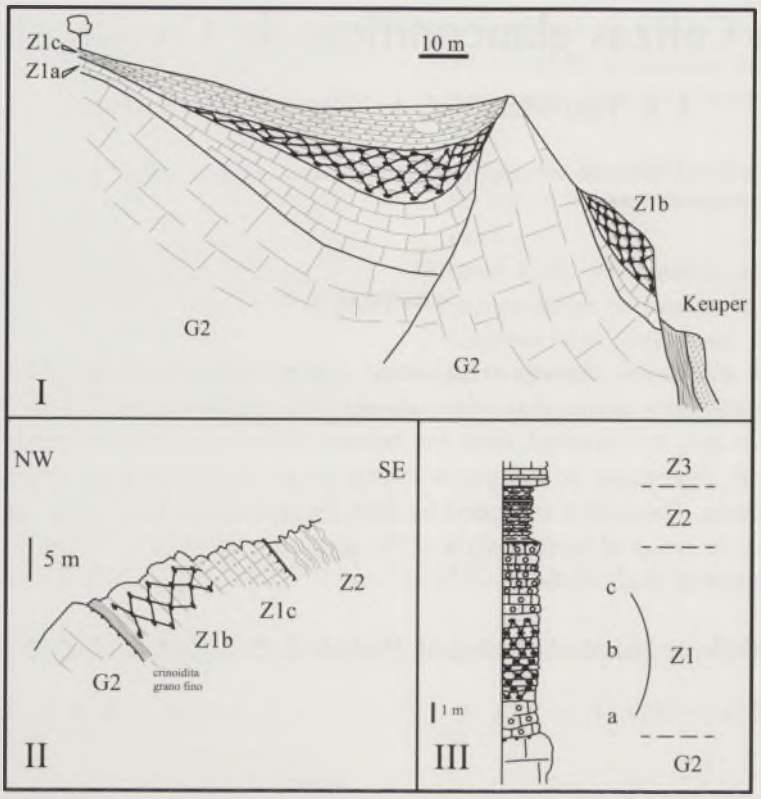


FIGURA 1. *I: Corte geológico del estratotipo de la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente en el Barranco del Pas del Soldat (situación en la Figura 2). El estratotipo muestra una excelente exposición del relleno de una cuenca desarrollada sobre el bloque hundido de una falla lístrica con un olistostroma de calizas masivas blancas englobado en el Miembro superior. G2: unidad litológica de calizas masivas blancas; Z1a: Miembro de calizas glauconíticas del Pas del Soldat; Z1b: Miembro de calizas glauconíticas con sílex del Campanar; y Z1c: Miembro de calcarenitas glauconíticas de la Algüeda. II: Sección estratigráfica del Barranco al oeste de la cuerda de Sant Caietà (situación en la Figura 2). Paraestratotipo de la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente. Z2: Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves. III: Sección estratigráfica del collado entre el Campanar y La Vella (situación en la Figura 2). Paraestratotipo de la formación Calizas glauconíticas de Crevillente. Z3: unidad litológica de calizas micríticas tableadas.*

inferior mientras que hacia la parte superior se hace más marcada y desarrolla una tendencia estratodecreciente. Hacia la parte media de la formación aparecen nódulos de sílex de color crema, rojizos por alteración, que se disponen formando una red tridimensional. En la parte superior, los estratos presentan techos irregulares, cuyo aspecto recuerda a estilolitos paralelos a la estratificación, que corresponden a hardgrounds. En algunos puntos, las rocas de la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente desprenden olor fétido en corte fresco debido a la presencia de materia orgánica.

En esta formación se pueden diferenciar, de abajo a arriba, tres miembros:

a) Miembro de calizas glauconíticas del Pas del Soldat, constituido por calizas glauconíticas en grandes bancos de estratificación poco marcada. Designamos como estratotipo de este miembro el corte del Pas del Soldat.

b) Miembro de calizas glauconíticas con sílex del Campanar, formado por bancos de calizas glauconíticas bien delimitados cuyo espesor varía de 20 a 60 cm. Los nódulos de sílex, de colores crema que se alteran a colores rojizos a anaranjados, se disponen en una red tridimensional. La sección en la que mejor se pueden observar estos materiales es la del collado situado entre el Campanar y La Vella y a la que designamos como estratotipo.

c) Miembro de calcarenitas glauconíticas de la Algüeda, con calizas de aspecto arenoso bien estratificadas en capas de 20 a 40 cm. Las calizas muestran textura "grainstone" con abundantes bioclastos de crinoides. El techo de algunos estratos corresponde a superficies irregulares que se interpretan como hardgrounds. Los mejores cortes de este miembro se encuentran al este del Collado de la Algüeda, en la Sierra de Crevillente.

En las zonas menos subsidentes, suele faltar el miembro medio, quedando constituida la sucesión por los miembros de calizas glauconíticas del Pas del Soldat y de calcarenitas glauconíticas de la Algüeda.

La presencia de glauconia abundante en las facies de calizas de crinoides del Pliensbachiense ya fue puesta de manifiesto por García-Hernández *et al.* (1976). Más tarde, García-Hernández *et al.* (1979) distinguen seis tipos de facies; el primero de ellos corresponde precisamente a las calizas de crinoides (encrinitas) caracterizadas por la presencia de glauconia. La existencia de calizas de crinoides con glauconia es mencionada posteriormente por la mayor parte de los autores que estudian estos materiales (Ruiz Ortiz, 1980; Molina Cámara, 1987; Rey Arrans, 1993;

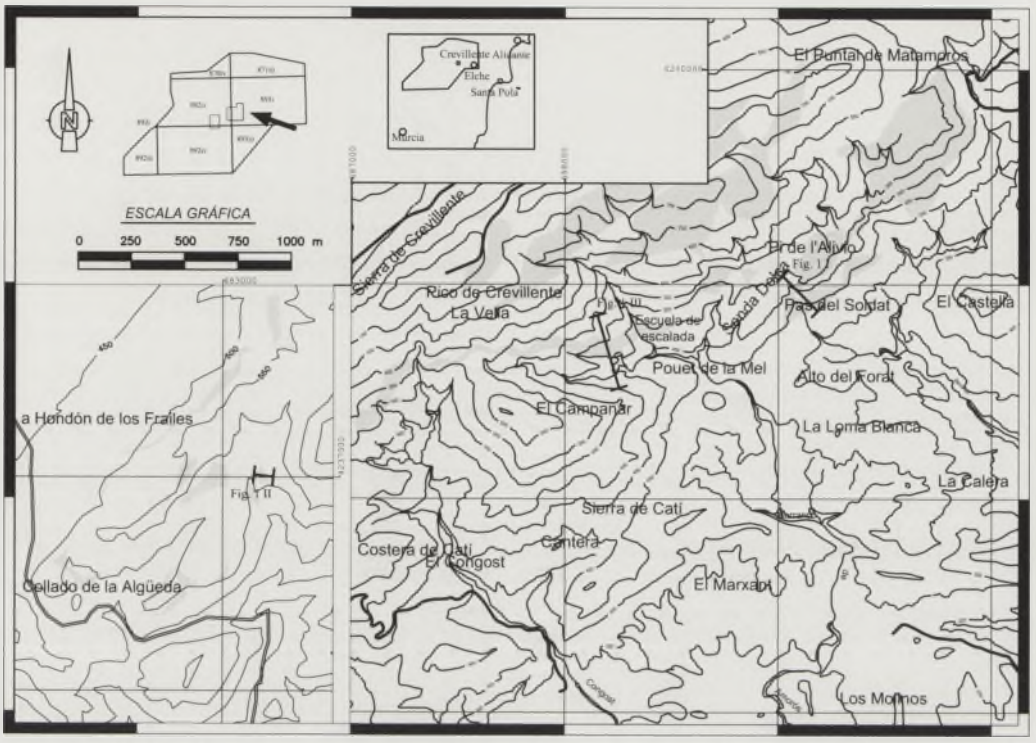


FIGURA 2. *Extensión de la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente en la Sierra de Crevillente. 1: estratotipo de Pas del Soldat; 2: paraestratotipo del collado entre el Campanar y La Vella; 3 paraestratotipo del Barranco al oeste de la cuerda de Sant Caietà.*

Nieto Albert, 1997). Sin embargo, en todos estos trabajos se incluyen estas facies en la Formación Gavilán y, por tanto, los consideran anteriores a la ruptura de la plataforma desarrollada durante el lásico inferior. Tal como se ha discutido anteriormente, dicha ruptura tuvo lugar previamente al depósito de estos materiales por lo que no deben ser incluidos dentro del Grupo Gavilán y sí dentro del Grupo Zegrí (Tent-Manclús, 2003).

El límite inferior de la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente es una superficie de discontinuidad que la separa de las calizas masivas blancas o de las calizas oolíticas del techo del Grupo Gavilán (de color de alteración gris). En las zonas paleogeográficamente más altas, de menor subsidencia, el límite inferior queda bien marcado por una superficie con abundantes granos de glauconia donde además aparecen restos de ammonites, belemnites e incluso nautiloideos. Esta superficie correspondería a un sustrato de tipo rockground. En algunos puntos donde se conserva mejor, la superficie muestra una costra fosfática.

El límite superior de la formación coincide con otro importante nivel de discontinuidad que, en la mayor parte de los casos, está marcado por un pavimento de ammonites, con concha neomórfica, gasterópodos y belemnites. El interior de las conchas muestra rellenos diferentes a la matriz que los envuelve lo que indica el carácter reelaborado de estos fósiles. En los puntos donde el pavimento se encuentra menos alterado se observa un recubrimiento fosfático de color anaranjado. A veces, entre este recubrimiento y el pavimento de ammonites aparecen niveles decimétricos discontinuos de forma lenticular con fósiles de belemnites, braquiópodos y ammonites que "flotan" en una matriz gris oscura también algo glauconítica. El límite superior de esta formación se sitúa sobre el pavimento de ammonites y sobre el que se disponen los niveles lenticulares y el recubrimiento fosfático, encima del cual, afloran las margas amarillentas de la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves.

Fuera de la zona de estudio, García-Hernández *et al.* (1976), Molina Cámara (1987), Dabrio y Polo (1985) y Nieto Albert (1997) han descrito facies de calizas glauconíticas con abundantes crinoides, aunque su sedimentología tan solo ha sido estudiada por Dabrio y Polo (1985). Sin embargo, las facies estudiadas por estos últimos autores, encrinitas en grandes bancos con estratificación cruzada, no son comparables a las de la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente. Esta formación muestra características peculiares como, por ejemplo, la abundancia de glauconia y los nódulos de sílex en red tridimensional, que no han sido descritas anteriormente en las facies de calizas crinoidíticas del Liásico en la Cordillera Bética. Esto se debe, posiblemente, a las especiales condiciones de sedimentación que existían en la Sierra de Crevillente y otras zonas adyacentes.

En esta formación aparecen restos dispersos de ammonites desarticulados, belemnites y braquiópodos. El Dr. Sandoval (*com. pers.*, 2002) encontró en estos niveles, en los alrededores de La Vella, *Dubariceras* sp., lo que permite datar la Biozona Demonense del Pliensbachiense Inferior parte media (Dommergues *et al.*, 1984). En los niveles más altos de esta formación se ha encontrado el braquiópodo *Prionorhynchia gignouxi* que indicaría una edad Pliensbachiense. La fauna del pavimento de ammonites del techo de la unidad

en el sur de Hondón de los Frailes fue estudiada por Braga Alarcón (1983), que le asignó una edad domeriense basal (Pliensbachense Superior basal, zona de Lavinianum, subzona de Portisi y horizonte de Lavinianum). Sin embargo, conviene recordar que estos ammonites son reelaborados, por lo que la edad del pavimento debe ser posterior. Por su posición estratigráfica y su contenido fosilífero la edad de esta formación puede abarcar desde el Pliensbachiense basal hasta el Pliensbachiense Superior.

INTERPRETACIÓN Y CONCLUSIONES

La Formación Calizas glauconíticas de Crevillente corresponde a los rellenos de pequeñas cuencas o surcos, que se desarrollaron en los bloques de techo (hundidos) de las fallas lístricas responsables de la segmentación y rotura de la plataforma del liásico inferior. La glauconia aparece in situ en las partes más altas, donde la discontinuidad inferior presenta un mejor desarrollo, mientras que en el interior de la formación los granos de glauconia serían redepositados. Por tanto, la "fábrica" de la glauconia correspondería a las partes elevadas, bloques de muro o levantados, desde donde sería transportada a las zonas más profundas de las cuencas.

En el fondo de los surcos se produciría una estratificación de las aguas, que favorecería el desarrollo de condiciones reductoras en la interfase agua-sedimento, lo que explicaría tanto el olor fétido de las calizas como la ausencia de fósiles autóctonos de organismos bentónicos de los depósitos más profundos. Las condiciones de basicidad existentes, por debajo de la interfase deposicional, favorecerían la migración de geles silíceos en el sedimento y la formación, durante la diagénesis temprana, de la red de nódulos de sílice que caracteriza al Miembro de calizas glauconíticas con sílex del Campanar. Los hardgrounds desarrollados a techo de algunos estratos del miembro superior estarían relacionados con la colmatación de los surcos y la consiguiente ralentización de la sedimentación en un ambiente reductor y sometido a corrientes ocasionales. Su aspecto de falsos "estilolitos" puede ser debido a procesos de erosión y/o corrosión submarina del fondo. Por otra parte, hemos observado que los ammonites conservan los septos, lo que indicaría profundidades no muy altas ya que los septos son la parte de la concha que se disuelve antes.

Como ya se ha indicado anteriormente esta nueva formación incluye materiales que previamente eran asignados al miembro de calizas de crinoides de la antigua Formación Gavilán. En la zona de estudio cambia lateralmente a calizas oscuras con sílex, depositadas en zonas donde las fallas lístricas crearon cuencas más anchas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto BTE2003-01113 y del grupo de investigación GRUPOS03/085 (Generalitat Valenciana).

REFERENCIAS

Azéma, J. (1977): Étude géologique des zones externes des Cordillères Bétiques aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne). *Tesis Univ. Pierre et Marie Curie*, Paris VI, 393 p.

Braga Alarcón, J. C. (1983): Ammonites del Domerense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, S de España). *Tesis Univ. Granada*. 410 p.

Dabrio, C. J. y Polo, D. (1985): Interpretación sedimentaria de las calizas de crinoides del Carixiense Subbético. *Mediterranea*, 4: 55-77.

García-Hernández, M., González-Donoso, J. M., Linares, A., Rivas, P. y Vera, J. A. (1976): Características ambientales del Lías Inferior y Medio en la zona Subbética y su significado en la interpretación general de la Cordillera. *Reun.Geod. de la Cordillera Bética y Mar de Alboran*, 125-157.

García-Hernández, M., Rivas, P. y Vera, J. A. (1979): El Lías infracarixiense en la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 10: 367-374.

Jiménez de Cisneros, D. (1912e): Noticia acerca del hallazgo del sistema Liásico en la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12: 451-456.

Jiménez de Cisneros, D. (1914c): Excursión de Novelda á Abanilla. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 14: 199-203.

Jiménez de Cisneros, D. (1915b): Noticia acerca de la existencia de la *Spiriferina Möschi* Haas y de la *S. alpina* Oppel en los depósitos del Lías español. *R. Soc. Hist. Nat.*, 15: 435-437.

Jiménez de Cisneros, D. (1915c): Noticia acerca del encuentro de varios yacimientos liásicos y oolíticos en la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 15: 437-442.

Jiménez de Cisneros, D. (1922c): Dos ascensiones a la Sierra de Algayat. *R. Soc. Hist. Nat.*, 22: 392-396.

Molina Cámara, J. M. (1987): Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo. (Provincias de Cordoba y Sur de Jaén). *Tesis Doctoral*, Univ. Granada, 518 p.

Nieto Albert, L. M. (1997): La Cuenca Subbética Mesozoica en el Sector Oriental de las Cordilleras Béticas. *Tesis Univ. Murcia* 562 p.

Rey Arrans, J. (1993): Análisis de la cuenca Subbética durante el Jurásico y el Cretácico en la transversal Caravava Velez-Rubio. *Tesis Univ. Granada*, 460 p.

Ruiz Ortiz, P. A. (1980): Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias. (Entre Castril - Prov. de Granada y Jaén). *Tesis Doctoral, Univ. Granada*, 272 p.

Tent-Manclús, J. E. (2003): *Estructura y estratigrafía de las sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la Falla de Crevillente*. Tesis Univ. Alicante 970.

Dommergues, J. L., Mouterde, R. y Rivas, P. (1984): Un faux polymorphitiné: Dubariceras, nouveau genre d'ammonitina du Carixien Mésogéen. *Geobios*, 17, 6: 831-839.

La Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves

J. E. Tent-Manclús, A. Yébenes y A. Estévez

Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Univ. de Alicante. Apto. 99. 03080-San Vicente del Raspeig. Alicante. je.tent@ua.es; Alfonso.Yebenes@ua.es; antonio.estevez@ua.es

ABSTRACT

The Hondón de las Nieves Marls and Limestones Formation are yellow marls with intercalation of yellow irregular bedded limestones, Early Toarcian in age. This formation is defined in the Crevillente Sierra where outcrops at the top of the Crevillente glauconitic Limestone Formation, Pliensbachian in age, and below well-bedded micritic limestones of the Middle and Late Toarcian. This yellowish marly facies was deposited after a period of condensed sedimentation, and was lightly affected by listric faults (just its lowest portion). It can be interpreted as the result of the Early Toarcian anoxic event.

Key words: *Hondón de las Nieves Marls and Limestones, Pliensbachian, Crevillente Sierra.*

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se da a conocer la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves, margas y calizas amarillentas de superficies irregulares, definida en Tent-Manclús (2003), que deben corresponder al intervalo anóxico del Toarciense Inferior.

Azéma (1977), en la Sierra de Crevillente, ya asignó estos materiales a la parte baja del Toarciense, por la presencia al sur de la sierra de *Hildoceras* sp. y *Harpoceras* sp. y las calizas con sílex a su parte alta. Por su parte, Nieto Albert (1997) no separa estos materiales de las calizas con sílex suprayacentes incluyendo a ambos conjuntos dentro de la Formación Zegrí y asignándole una edad Pliensbachiense-Aaleniense.

FIGURA 1. *Fotografía de las margas y calizas amarillentas (Z2) en la ladera sur de la Sierra de Hondón de las Nieves.*

LA FORMACIÓN MARGAS Y CALIZAS DE HONDÓN DE LAS NIEVES

En la mayor parte de sus afloramientos la Formación de Margas y Calizas de Hondón de las Nieves está constituida por una alternancia de margas y calizas amarillentas en estratos de varios centímetros, con superficies de techo y muro irregulares (Fig. 1). Sin embargo, en el frente de explotación de la cantera del Ventorrillo, la unidad muestra un aspecto más homogéneo con calizas margosas verdes sin que se observe la alternancia de niveles calcáreos y margosos. Probablemente la diferencia composicional en los ciclos sea tan pequeña que tan sólo se pone de manifiesto en los afloramientos meteorizados. Su nombre procede de la localidad de Hondón de las Nieves, en cuyos alrededores se encuentran los mejores afloramientos de esta formación.

En superficie, las margas son de color amarillento con algunas manchas rojizas de oxidación. Las capas de caliza, de textura mudstone, muestran una ligera laminación paralela y su techo y muro son muy irregulares, lo que favorece su rotura en bloques de aspecto arriñonado (Fig. 1). En la parte alta de la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves aparecen capas de calizas fuertemente bioturbadas, con un mayor contenido de óxidos de hierro que les proporcionan un color rojizo. Apenas se ha encontrado macrofauna ya que, tras una intensa búsqueda, tan sólo se han podido recolectar dos braquiópodos de tipo "*Terebratula*". La naturaleza margosa de esta formación, sobre la que se desarrollan suelos y vegetación de tipo espartal, y su color amarillento la convierte en un buen nivel guía dentro de la serie predominantemente calcárea del Jurásico.

Las facies de margas con intercalaciones calizas suelen aparecen a lo largo de toda la Cordillera Bética. Van Veen (1969) fue el primero en separar estos materiales incluyéndolos en el Miembro "A" de su formación Tollo. En los alrededores de Jaén, Ruiz Ortiz (1980) diferencia en la

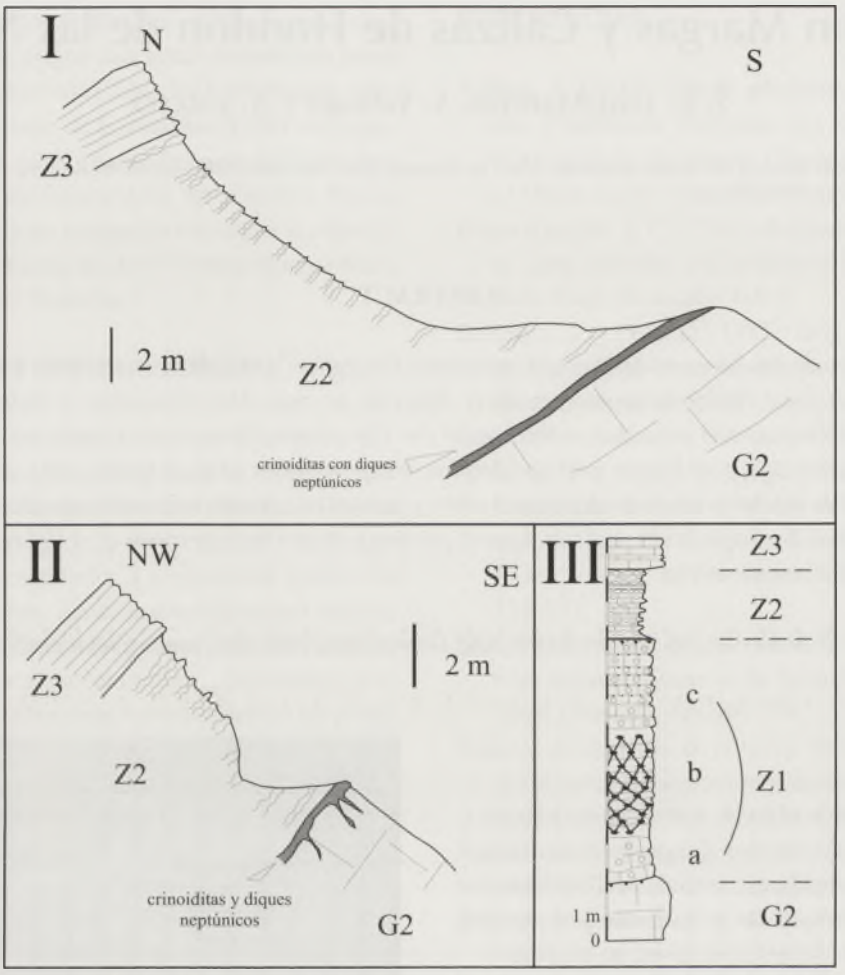


FIGURA 2. *I: Sección de las afueras (al norte) de Hondón de las Nieves (Fig. 3). Estratotipo de la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves. G2: unidad litológica de calizas masivas blancas; Z2: Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves; y Z3: unidad litológica de calizas micríticas tableadas. II: Sección de la Sierra de Hondón de las Nieves, paraestratotipo. III: Sección del collado entre el Campanar y La Vella, paraestratotipo. Z1: Formación calizas glauconíticas de Crevillente; a: Miembro de calizas glauconíticas del Pas del Soldat; b: Miembro de calizas glauconíticas con sílex del Campanar; y c: Miembro de calcarenitas glauconíticas de la Algüeda.*

Formación Calizas tableadas de los Baños un tramo inferior más margoso, aunque no lo separa como miembro por su reducido espesor. Años más tarde, Nieto Albert (1997) se refiere a dos miembros informales en la Formación Calizas tableadas de los Baños en La Mola de Novelda, de los cuales el inferior corresponde a margas y calizas margosas similares a los aquí tratados, con la salvedad de presentar allí una mayor potencia (40 a 50 m). En otros sectores de la cordillera, sobre las calizas masivas o en grandes bancos del liásico, aflora una alternancia de calizas margosas y margas de colores amarillentos y bastante rica en ammonoideos que recibe el nombre de Formación Zegrí (Molina Cámara, 1987). La Formación Zegrí se subdividía en dos miembros: uno inferior, formado por una ritmita de margocalizas y margas grises en corte fresco y amarillenta por alteración, y otro, superior, de calizas margosas nodulosas rojas que informalmente ha recibido el nombre de ammonítico rosso inferior (Molina Cámara, 1987). En las cercanías de Cehegín, Rey Arrans (1993) divide la formación en un miembro inferior de margocalizas, y otro superior de calizas rojas. En la zona de la Sierra de Crevillente, Nieto Albert (1997) diferencia los mismos miembros que en el área tipo de la Formación Zegrí, mencionando que en la base del nivel inferior existen niveles crinoidíticos de aspecto arenoso, con abundante glauconia, que rellenan las partes más deprimidas. Estos últimos niveles han sido incluidos en la nueva formación, Calizas glauconíticas de Crevillente (Tent-Manclús, 2003).

Las mejores secciones de la unidad se encuentran en los alrededores de Hondón de las Nieves. Designámos como estratotipo el corte situado en las afueras de la localidad de Hondón de las Nieves, en un pequeño collado que atraviesa la sierra del mismo nombre (corte Fig. 2; situación en la Fig. 3; muro UTM: 687890, 4242810 y techo UTM: 687860, 4242840). La proximidad de la población a este corte puede suponer que en un futuro sea destruido por el crecimiento de la localidad, por lo que proponemos el corte de la Sierra de Hondón de las Nieves, al E de la localidad del mismo nombre, como paraestratotipo que, en caso de destrucción del estratotipo, pasaría a ser el neoestratotipo (Fig. 2, situación Fig. 3; muro UTM: 688770, 4243040 y techo UTM: 688770, 4243070). Además, designamos como otro paraestratotipo,

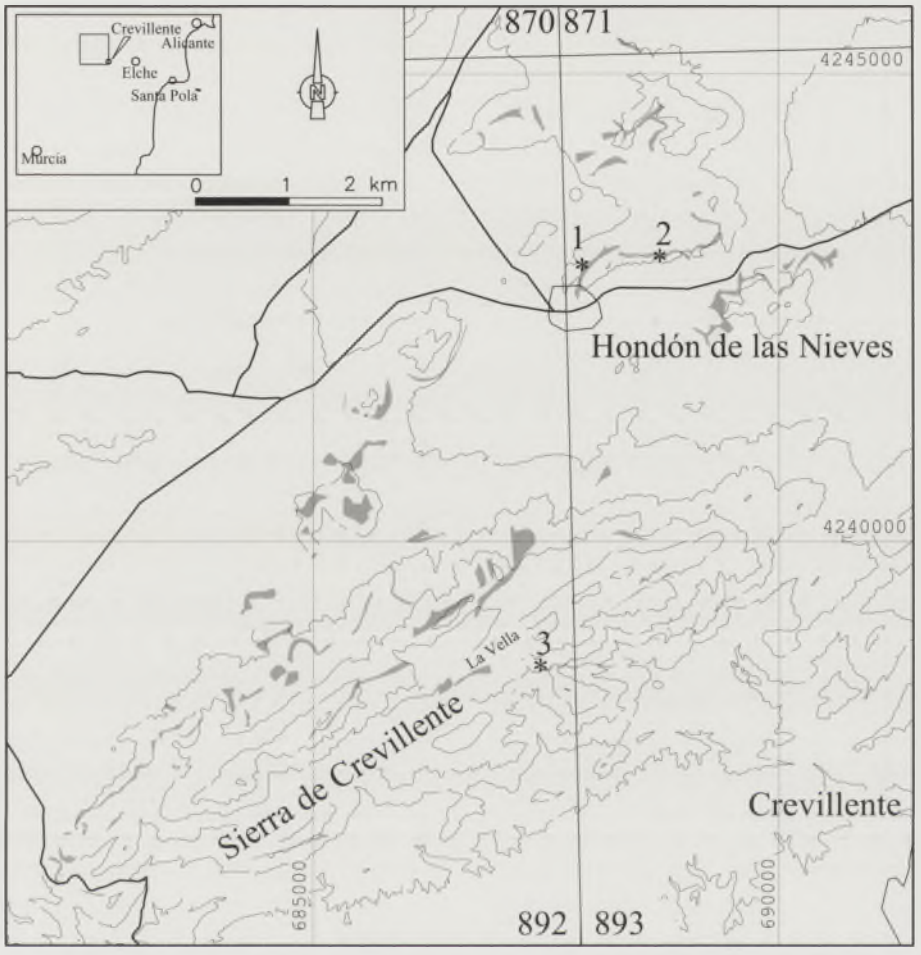


FIGURA 3. *Extensión de la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves en la zona de estudio. El 1 marca la situación del estratotipo de las afueras de Hondón de las Nieves; el 2 la del paraestratotipo de la Sierra de Hondón de las Nieves; y el 3 la del paraestratotipo del collado entre el Campanar y La Vella. Curvas de nivel cada 100 m. Cuadricula UTM huso 30.*

la sección del collado entre el Campanar y La Vella que es donde mejor se observan los límites inferior y superior (Fig. 2; situación Fig. 3; muro UTM: 688210, 4238650 y techo UTM: 688210, 4238660). Por último, señalar que la mejor exposición del contacto inferior con la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente puede observarse en diferentes barrancos situados al norte del Barranco entre el Campanar y La Vella.

La figura 3 muestra la extensión de esta formación en la zona de estudio a la que hay que añadir La Mola de Novelda.

El límite inferior viene marcado por la costra fosfática, superpuesta al pavimento de ammonites y/o a los lentejones de calcarenita glauconítica con fósiles, que constituyen el techo de la Formación Calizas glauconíticas de Crevillente. El límite superior coincide con un cambio brusco de litología, ya que sobre las facies margosas amarillentas de la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves se superponen las calizas tableadas grises de la unidad litológica de calizas micríticas tableadas.

Las facies margosas con calizas del Jurásico Inferior de la Cordillera Bética siempre han sido asignadas a la Formación Zegrí y, recientemente, a la Formación Baños (Nieto Albert, 1997). En el sector central de la cordillera, la Formación Zegrí suele corresponder a una alternancia de calizas margosas y margas, con predominio de las primeras, que hacia la parte superior pasa a facies ammonítico rosso carbonatado. A su vez, la Formación Baños corresponde a calizas tableadas. La Formación Zegrí incluye materiales cuya edad varía desde el Pliensbachiense Superior bajo (domeriense inferior) hasta el Bajociense Inferior (Ruiz Ortiz *et al.*, 2001), mientras que la Formación Baños es de edad Pliensbachiense Superior alto (domeriense superior)-Bajociense Inferior (*op. cit.*). En La Mola de Novelda, a techo del miembro inferior de la Formación Baños (Nieto Albert, 1997), se observa una superficie ferruginizada sobre la que se superponen las calizas tableadas de textura mudstone del miembro superior de la Formación Baños. Esta discontinuidad es la misma que aparece a techo de la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves.

Si se compara las descripciones de las formaciones Zegrí y Margas y Calizas de Hondón de las Nieves se aprecia que la formación aquí descrita muestra facies mucho más constantes, es más pobre en macrofósiles (la Formación Zegrí es

rica en ammonoideos) y la diferencia composicional en las dos litologías que constituyen los ritmos es mucho menor. Todo ello, unido al distinto intervalo temporal que abarcan ambas formaciones, permite su diferenciación. Fuera de la zona de las Sierras de Crevillente y Algayat, es posible asignar las facies que Nieto Albert (1997) incluyó en el miembro inferior de la Formación Baños, en La Mola de Novelda, a la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves.

En esta formación no se han encontrado fósiles de valor bioestratigráfico. En facies parecidas en las proximidades del cementerio del Cantón (provincia de Murcia en su límite con la de Alicante), la alternancia de calizas y margas de colores amarillentos que ocupan la misma posición estratigráfica que la Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves, pero que no se incluyen en dicha formación, ha aportado restos de *Hildaites* sp. (determinación Dr. A. Goy, 2001), género que permite datar el Toarciense Inferior. Azéma (1977) cita (por *com. pers.* del Prof. O. F. Geyer) la presencia en la cara sur de la Sierra de Crevillente, de *Hildoceras* sp. y *Harpoceras* sp. que indicarían una edad Toarciense. Los ammonites del pavimento situado a techo de las Calizas glauconíticas de Crevillente, fueron asignados por Braga Alarcón (1983) al Pliensbachiense Superior bajo (domeriense inferior), pero al tratarse de ammonites reelaborados, la edad del pavimento debe ser más joven, aunque suponemos que aún dentro del Pliensbachiense. Los materiales suprayacentes de calizas tableadas con filamentos tampoco han aportado fósiles de interés bioestratigráfico. Así pues, hasta el momento no resulta posible precisar la edad de esta formación, aunque probablemente esté comprendida entre el Pliensbachiense Superior alto (domeriense superior) y el Toarciense Medio.

La Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves se depositó tras un intervalo sin sedimentación o con sedimentación muy condensada representada por la costra fosfatada del techo de la formación infrayacente. La amplia extensión de esta formación, sus variaciones de espesor y el hecho de que su parte inferior esté ligeramente afectada por fallas sinsedimentarias, permite suponer que estos materiales fosilizaron y suavizaron los relieves del fondo que existían previamente. Su amplia extensión superficial y su carácter de depósitos de decantación apuntan a un medio sedimentario marino pelágico alejado del litoral.

El color verde, que muestran las margas en corte fresco, y su escaso contenido en fósiles de organismos bentónicos, sobre todo de endobiontes, indicaría condiciones algo reductoras en la interfase agua-sedimento, lo que estaría en consonancia con el periodo de depósito de *black shales* que se produjo durante el Toarciense Inferior en amplios sectores de la Cordillera Bética (Jiménez *et al.*, 1996), de Europa y del norte de África. La Formación Margas y Calizas de Hondón de las Nieves se correlaciona aproximadamente con la parte baja del miembro inferior de la Formación Zegrí (Molina Cámara, 1987) y con la parte más baja y margosa de la Formación Baños (Ruiz Ortiz, 1980). En la Cordillera Ibérica esta formación correspondería a la parte inferior de la Formación Margas de Turmiel. Pese a la diferente evolución de la zona de estudio, respecto a otros sectores de la Cordillera Bética, la Cordillera Ibérica y otros puntos del Tethys, en todos ellos se manifiesta el evento anóxico del Toarciense Inferior.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto BTE2003-01113 y del grupo de investigación GRUPOS03/085 (Generalitat Valenciana).

REFERENCIAS

Azéma, J. (1977): *Étude géologique des zones externes des Cordillères Bétiques aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne).* Tesis Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 393 p.

Braga Alarcón, J. C. (1983): *Ammonites del Domerense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, S de España).* Tesis Univ. Granada. 410 p.

Jiménez, A. P., Jiménez de Cisneros, C., Rivas, P. y Vera, J. A. (1996): The Early Toarcian Anoxic Event in the Westernmost Tethys (Subbetic): Paleogeographic and Paleobiogeographic Significance. *Jour. Geol.*, 104, 399-416.

Molina Cámara, J. M. (1987): *Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo. (Provincias de Cordoba y Sur de Jaén).* Tesis Doctoral, Univ. Granada, 518 p.

Nieto Albert, L. M. (1997): *La Cuenca Subbética Mesozoica en el Sector Oriental de las Cordilleras Béticas.* Tesis Univ. Murcia 562 p.

Rey Arrans, J. (1993): *Análisis de la cuenca Subbética durante el Jurásico y el Cretácico en la transversal Caravava Velez-Rubio.* Tesis Univ. Granada, 460 p.

Ruiz Ortiz, P. A. (1980): *Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias. (Entre Castril - Prov. de Granada y Jaén).* Tesis Doctoral, Univ. Granada, 272 p.

Ruiz-Ortiz, P. A., Molina, J. M., Nieto, L. M., Castro, J. M. y de Gea, G. A. (2001): 1. Introducción al Mesozoico de la parte externa del paleomargen sudibérico. Cordilleras Béticas. In: *Itinerarios geológicos por el Mesozoico de la provincia de Jaén* (Ruiz-Ortiz, P. A., Molina, J. M., Nieto, L. M., Castro, J. M. y de Gea, G. A. Eds.), Universidad de Jaen. 11-23.

Tent-Manclús, J. E. (2003): *Estructura y estratigrafía de las sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la Falla de Crevillente*. Tesis Univ. Alicante 970 p.

Van Veen, G. W. (1969): *Geological investigations in the region West of Caravaca.* Tesis Univ. Amsterdam, 143 p.

PALEONTOLOGÍA

Revisión de la fauna de braquiópodos del Jurásico Inferior en el Cerro de La Cruz (La Romana, Alicante). Resultados preliminares

J. F. Baeza-Carratalá

Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. jf.baeza@ua.es

ABSTRACT

The revision of the Early Jurassic brachiopods of the Daniel Jiménez de Cisneros colletion have allowed us to analyze several stratigraphic sections in the Eastern Subbetic of the Betic Range. The new samples collected in the Cerro de la Cruz outcrop, in La Romana (Alicante), shows us the importance of this section. A fundamental part of the Jiménez de Cisneros collection comes from Cerro de la Cruz section (Ex situ or unknown levels). This new material, collected in situ, has remarkably increased the previous diversity of genus and species, has allowed to make taxonomic precisions and paleoecologic and bioestratigraphic analyses of the registered associations, because we can place brachiopods of the Jiménez de Cisneros collection in their original levels.

Key words: *Brachiopods, Early Jurassic, Cerro de la Cruz, Alicante.*

INTRODUCCIÓN

Para afrontar la revisión de los braquiópodos del Jurásico Inferior de la colección de fósiles de D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás, labor que se está desarrollando conjuntamente desde la Universidad de Alicante y el I.E.S. Jorge Juan (Alicante), era imprescindible ubicar los ejemplares en su correspondiente nivel estratigráfico de procedencia, ya que Jiménez de Cisneros legó poca información al respecto. Sobre la base del material bibliográfico publicado por Jiménez de Cisneros y algunos datos inéditos se han podido identificar los yacimientos de procedencia de sus fósiles, pero no sus niveles estratigráficos precisos.

La relevancia de esta ubicación estratigráfica de las asociaciones fósiles contenidas en la colección se pone de manifiesto sobre todo a la hora de realizar precisiones taxonómicas, tanto a nivel genérico como específico. El enorme homeomorfismo que caracteriza a los distintos grupos de braquiópodos en diversos periodos de tiempo dificultaba su atribución taxonómica. Al mismo tiempo, el estudio de lotes o poblaciones de individuos con caracteres morfológicos más o menos similares nos llevaba a agrupar varias especies que Jiménez de Cisneros había separado anteriormente como distintos taxones. Por eso, era importante conocer la posición espacial y temporal de las poblaciones y caracterizar su variabilidad intraespecífica por lotes homogéneos, extraídos de un nivel estratigráfico determinado.

Con este proceder se evalúa si los criterios que Jiménez de Cisneros aplicaba para separar especies son actualmente válidos o simplemente se trataba de una variabilidad intraespecífica de sus morfologías, con formas extremas de sus caracteres. Del mismo modo, se precisan los criterios para separar en dos especies distintas los extremos de los antiguos *transients* de especies o series evolutivas que definiera Jiménez de Cisneros.

Por todo ello, se han realizado una serie de campañas de estudio y recolección en varios yacimientos clásicos de braquiópodos del Jurásico Inferior estudiados por Jiménez de Cisneros en la provincia de Alicante y Norte de la provincia de Murcia. El Cerro de La Cruz de La Romana ha resultado uno de los más significativos en cuanto a número y diversidad de especies reconocidas.

LA SECCIÓN ESTUDIADA

Criterios de elección del perfil del Cerro de La Cruz como sección de referencia

El Cerro de La Cruz se localiza a unos 2 km de la localidad de La Romana, tomando la carretera CV-840 que enlaza esta última población con La Algueña (Fig. 1). Las razones anteriormente expuestas justifican que el afloramiento de Cerro de la Cruz haya servido de serie tipo de cara a la ubicación contextualizada de las asociaciones de braquiópodos pliensbachienses de la colección Jiménez de Cisneros. La elección del Cerro de La Cruz como serie de referencia para el estudio de los braquiópodos del Jurásico Inferior se ha realizado favorecida por los siguientes criterios:

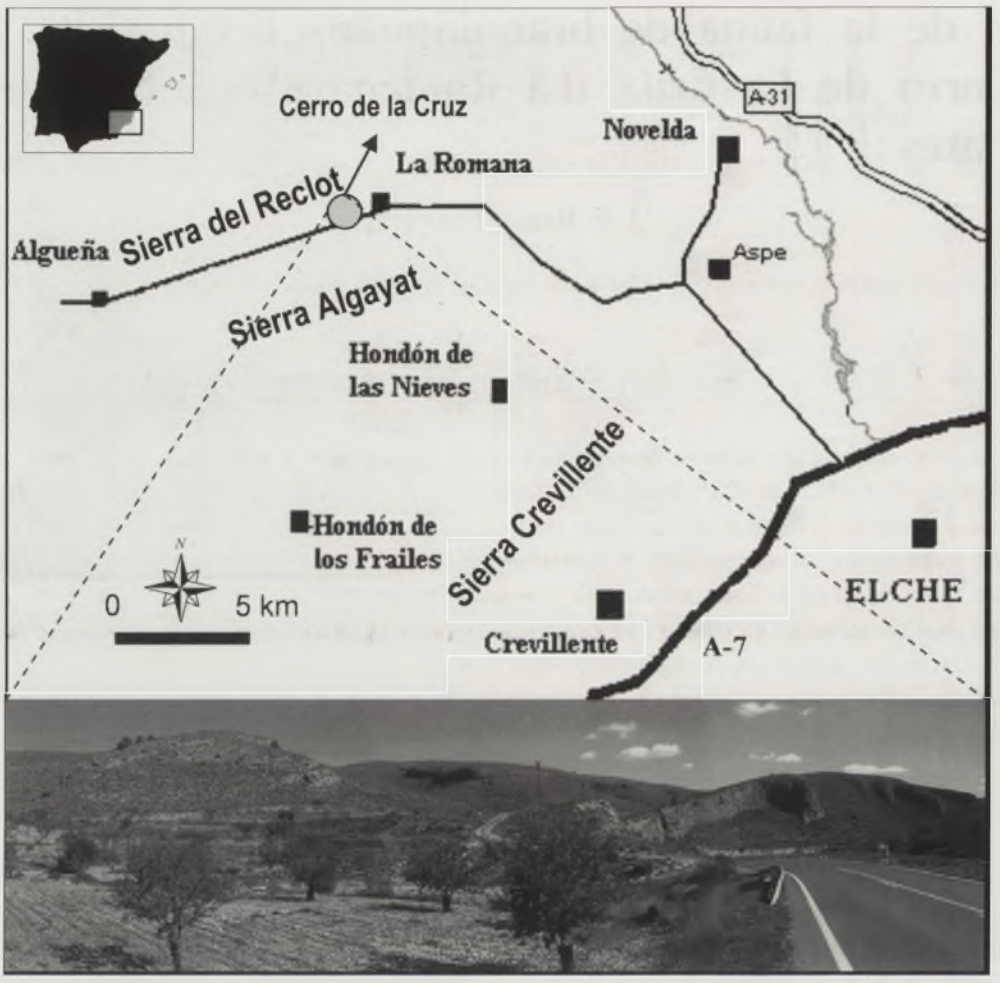


FIGURA 1. *Mapa de Situación del Cerro de la Cruz.*

1. Pérdida por erosión natural o inducida antrópicamente de un gran números de afloramientos clásicos considerados por Jiménez de Cisneros.

2. Dificultad de encontrar otras secciones con braquiópodos jurásicos en continuidad estratigráfica, dadas las peculiaridades de estos yacimientos en la región (bolsadas irregulares desarrolladas a techo de algunas discontinuidades o rellenando diques neptúnicos y fracturas sinsedimentarias). Este hecho determina que muchos afloramientos se presenten aislados, o bien que su extensión sea muy reducida y difícilmente correlacionables.

3. Gran cantidad de ejemplares y diversidad de especies reconocidas en el Cerro de la Cruz.

4. Alto número de estudios previos de este yacimiento por parte de autores contemporáneos (Iñesta, 1988), además del propio Jiménez de Cisneros (1906a, 1907c, 1910b, 1912b, 1912e, 1918a, 1919d, 1920a, 1927a, 1933a).

5. Presencia de ammonites que favorecen el control biocronoestratigráfico de la sucesión.

Sin embargo, esta sección presenta ciertos problemas que dificultan su estudio:

1. Tectónicos: Moderada tectónica (pequeñas fallas y repliegues) que a veces dificulta el seguimiento de la sucesión. Además se presentan fallas sinsedimentarias, que juegan un papel importante en el control de la sedimentación, desarrollando paleorelieves pronunciados que dificultan aun más esta labor.
2. Bioestratigráficos: Aunque se registran ammonites, éstos son muy escasos y limitados a ciertas superficies condensadas, donde los braquiópodos no abundan.
3. Tafonómicos: Las condiciones de fosilización de los braquiópodos, en muchos de los tramos de la serie, con un rápido enterramiento de los organismos, hace que muchos ejemplares estén internamente huecos o recristalizados, lo que hace imposible la observación de los caracteres internos de los mismos a través de secciones seriadas.

Descripción litoestratigráfica de la sucesión:

Recientemente, Caracuel *et al.* (2004) precisan la descripción litoestratigráfica y de facies para la sucesión del Cerro de la Cruz que incluye materiales desde el Sinemuniense hasta el Bathoniense. Los principales niveles en los que se ha muestreado fauna de braquiópodos en el Cerro de la Cruz corresponden al techo de unas calizas masivas blancas, hacia la base de la sucesión (atribuidas al Sine-

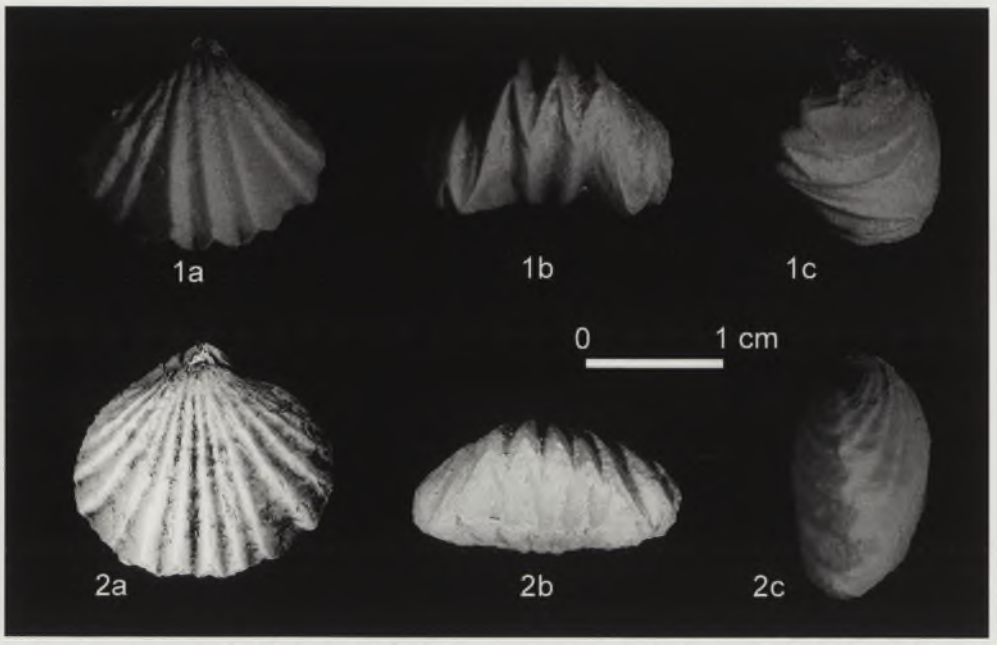


FIGURA 2. *Braquiópodos recolectados en el Cerro de la Cruz: 1 a-c: Cirpa briseis (Gemmellaro, 1874) y 2 a-c: Cirpa latifrons (Stur in Geyer, 1879).*

muriense), en las que aparecen bolsadas irregulares con concentraciones de crinoides y braquiópodos que pueden ser interpretados como diques neptúnicos. Por encima se desarrollan unas calizas ricas en braquiópodos, de color gris oscuro o rojizo cuando están alteradas, en las que en el techo de algunos bancos se aparecen encostramientos ferruginosos con concentración de fauna. Estos materiales atribuidos al Plienbachiense Superior (Iñesta, 1988) se presentan en niveles cuya potencia oscila entre los 20 cm y 1 m. Las tonalidades de estas calizas son más claras cuanto más nos acercamos al contacto con el término inferior, rellenando en dicho contacto las irregularidades existentes en el techo de las calizas blancas infrayacentes. En estos tramos inferiores, se incluyen ocasionalmente niveles de encrinitas (Caracuel *et al.*, 2004).

RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE LA FAUNA DE BRAQUIÓPODOS

El estudio de los braquiópodos del Jurásico Inferior en el Subbético Externo de las provincias de Alicante y Norte de Murcia fue iniciado por Jiménez de Cisneros a principios del siglo XX. Posteriormente han sido escasos los trabajos publicados sobre el tema en la región, a excepción de Iñesta (1988, 1999) y algunos datos puntuales en estudios geológicos regionales (Azema, 1977; Tent-Manclús, 2003).

Jiménez de Cisneros se ocupó de la fauna de braquiópodos del Cerro de la Cruz de La Romana en distintos trabajos (1906a, 1907c, 1910b, 1912b, 1912e, 1918a, 1919d, 1920, 1927a, 1933a), atribuyendo, en un principio, a las facies titónicas los materiales que lo componen. Creemos que uno de los factores por los cuales realizó esta atribución fue una inadecuada apreciación en cuanto a la determinación de algunos ejemplares de braquiópodos. Por ejemplo, debió confundir algún ejemplar de *Securina* (*Securina partschi* Oppel y *Securina securiformis* Gemmellaro) o de *Zeilleria* (*Zeilleria oxygonia* Uhlig) que actualmente encontramos en el Cerro de la Cruz con la *Terebratula triangulus* Lamarck (*Triangope triangulus ?)* que él dice encontrar (Jiménez de Cisneros, 1912b) y otros fósiles propios de materiales más modernos. Esta circunstancia se debe a las similitudes existentes entre las morfologías externas de estas especies. No obstante, debido al hallazgo de fósiles claramente liásicos (*Spiriferina rostrata* Oppel, *Spiriferina alpina* Oppel, *Zeilleria partschi* Oppel...) en sucesivos trabajos, rectifica esta atribución y lo refiere al lías medio.

Uno de los listados de fauna más completo del yacimiento del Cerro de la Cruz de La Romana, se cita en Jiménez de Cisneros (1920a), mencionando, además de otros fósiles de ammonites, bivalvos, etc., la siguiente fauna de braquiópodos:

Spiriferina alpina Opp.
Spiriferina rostrata Opp.
Spiriferina obtusa Opp.
Terebratula punctata Sow.
Terebratula mariae d'Orb.
Terebratula cornuta Sow. var. estrecha
var. ancha
Zeilleria numismalis Lamk.
Zeilleria partschi Opp.
Zeilleria hierlatzica Opp.
Rhynchonella variabilis Schlot. var. de tres pliegues en el bocel
Rhynchonella bidens Philips
Rhynchonella dalmasi Dum.
Rhynchonella de lottoii Dal Piaz

Rhynchonella gumbeli Opp.
Rhynchonella forticostata Böckh.
Rhynchonella fabianii Dal Piaz
Rhynchonella af. polyptycha Opp.
Rhynchonella latissima Fuc.
Rhynchonella curviceps Quenst.
Rhynchonella tetraedra Sow
Rhynchonella plicatissima Quenst.
Rhynchonella paoli Canav?
Rhynchonella sp.

En la actualidad se está estudiando con detenimiento este yacimiento, con un muestreo exhaustivo, capa a capa, de cara a futuros trabajos. Hasta el momento, el número de ejemplares de braquiópodos extraídos del Cerro de la Cruz es bastante elevado, del orden de los 1000 ejemplares, recolectados de 12 niveles distintos. Gran parte de ellos se presentan como fragmentos difícilmente determinables, pero un gran número de muestras presentan un excelente estado de conservación, por lo que finalmente se ha podido precisar su atribución genérica y específica.

De esta forma, se ha podido comparar la fauna descrita por Jiménez de Cisneros y la que hoy encontramos en el Cerro de la Cruz, resultando la aparición de algunas especies diferentes (Fig. 2) y actualizando, las atribuciones realizadas por Jiménez de Cisneros, en algunos casos.

Se enumeran a continuación los distintos taxones recolectados hasta el momento en el Cerro de La Cruz. Se ha de precisar que, en la actualidad, los trabajos en el Cerro de La Cruz continúan, por lo que es de esperar la aparición de taxones distintos, a añadir a los hasta ahora encontrados. Por el momento, los estudios preliminares arrojan como resultado la siguiente fauna de braquiópodos fósiles:

Calcirhynchia plicatissima (Quenstedt, 1852)
Cirpa briseis (Gemmellaro, 1874)
Cirpa cf. delottoii? (Dal Piaz, 1907)
Cirpa latifrons (Stur in Geyer, 1879)
Cirpa variabilis (Schlotheim, 1813)
Cirpa sp.1.
Cirpa sp.2
Cuneirhynchia cartieri (Oppel, 1861)
Cuneirhynchia dalmasi (Dumortier, 1869)
Cuneirhynchia rastuensis (Benigni, 1978)
Gibbirhynchia curviceps (Quenstedt, 1852)
Pisirhynchia inversa (Oppel, 1861)
Prionorhynchia cf. flabellum (Meneghini, 1853)
Prionorhynchia aff. forticostata (Böckh, 1874)
Prionorhynchia gignouxi (Jiménez de Cisneros, 1923)
Prionorhynchia gumbeli (Oppel, 1861)
Prionorhynchia polyptycha (Oppel, 1861)
Prionorhynchia cf. quinqueplicata (Zieten, 1830)
Prionorhynchia regia (Rothpletz, 1886)
Liospiriferina alpina (Oppel, 1861)
Liospiriferina angulata (Oppel, 1861)
Liospiriferina cf. sicula (Gemmellaro, 1874)
Liospiriferina obtusa (Oppel, 1861)
Securina partschi (Oppel, 1861)
Securina securiformis (Gemmellaro, 1874)
Linguithyris aspasia (Zittel, 1869)
Lobothyris punctata (Sowerby, 1812)
Lychnothyris sp.
Rhapidothyris sp.
Viallithyris? cf. gozzanensis (Parona, 1880)
Zeilleria (Cincta) cf. numismalis (Lamark, 1819)
Zeilleria mutabilis (Oppel, 1861)
Zeilleria oxygonia (Uhlig, 1879)

Es nuestra intención, en un futuro inmediato, encauzar las investigaciones hacia un encuadre bioestratigráfico preciso de los diferentes ejemplares actualizados, dentro del marco geológico de la región.

Asimismo, consideramos este tipo de trabajos de actualización de la colección Jiménez de Cisneros como una primera herramienta de gestión y preservación del patrimonio paleontológico de la región.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado en el marco de la beca de Investigación COL-2102 de la Universidad de Alicante. Agradezco a los Dres. D. J.E. Caracuel (Universidad de Alicante) y D. Alfréd Dulai (Hungarian Natural History Museum) sus comentarios y sugerencias durante la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Azéma, J. (1977): *Étude géologique des zones externes des Cordillères Bétiques aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne).* Tesis Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 393 p.

Caracuel, J. E., Fernández-López, S. R., Tent-Manclús, J. E. y Yébenes, A. (2004): Itinerario Paleontológico por el Cerro de la Cruz (Sierra de Reclot). Geología de Alicante. Libro Guía Excursiones XIII Simp. Enseñanza Geología, 245-260.

Iñesta, M. (1988): Braquiópodos liásicos del Cerro de la Cruz (La Romana, Prov. de Alicante, España). *Mediterránea Ser. Geol.*, 7, 65-77.

Iñesta, M. (1999): Catálogo de braquiópodos Mesozoicos y Cenozoicos depositados *en la sección de Paleontología del Museo Histórico Municipal de Novelda (Alicante).* Noveldiana, 4, 5-65.

Tent-Manclús, J. E. (2003): *Estructura y estratigrafía de las sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la Falla de Crevillente.* Tesis Univ. Alicante, 970 p.

Braquiópodos fósiles del Jurásico Inferior de la Sierra de Los Frailes (Alicante). Resultados preliminares

J. F. Baeza-Carratalá y J. E. Tent-Manclús

Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. jf.baeza@ua.es, je.tent@ua.es

ABSTRACT

The revision of the fossil collection of Daniel Jiménez de Cisneros join with the re-study of his Early Jurassic quarries has allowed to obtain new collections of brachiopods, mainly of Sinemurian and Plienbachian age. These collections contain, in addition to the classic species described, new species or species mentioned for the first time in the Early Jurassic of the Betic Range. In the present paper, an outcrop in the Sierra de los Frailes (Hondón de las Nieves, Alicante), located in the front of a aggregate quarry which containing an abundant fauna of brachiopods is characterized. New studies, at the moment in course, will preview more diversity and greater abundance of this fauna, because of the result of new collections.

Key words: *Brachiopods, Early Jurassic, Sierra de los Frailes, Alicante.*

INTRODUCCIÓN

En el año 1922, fruto de varias excursiones por las sierras de Algayat y el Reclot, Daniel Jiménez de Cisneros recolectó varios ejemplares de braquiópodos de morfología axiniforme que atribuyó al género *Zeilleria* (Jiménez de Cisneros, 1923a, c y e). Posteriormente, en la revisión de estas formas, han quedado enmarcadas dentro de *Securina* (Vörös, 1983) El aspecto más destacable de dichos ejemplares era la presencia de un surco bastante bien pronunciado.

Como consecuencia de los trabajos de actualización de la colección paleontológica de D. Daniel Jiménez de Cisneros se han realizado nuevas recolecciones de braquiópodos, aprovechando además los trabajos en curso de geología regional (Tesis de Tent-Manclús, 2003), con el objetivo de ubicar estratigráficamente los braquiópodos de la colección.

Los yacimientos citados por Jiménez de Cisneros en la Sierra de Algayat no han aportado buenos ejemplares, pero se ha localizado un nuevo yacimiento en la Sierra de Los Frailes (Alicante) justo al sur de la anterior. Este yacimiento, posee una fauna de braquiópodos muy diversa y relativamente abundante, conteniendo ejemplares de *Securina* similares a los recolectados por Jiménez de Cisneros. En estudios más detallados, actualmente en curso, se caracterizará este tipo de *Securina*, a partir de su morfología externa e interna, con una discusión detallada de las mismas. Una parte de estos ejemplares de *Securina* surcados parecen pertenecer a una especie novedosa, a la que se le ha atribuido el nombre específico de *Securina plicata* (GEYER, 1889), cuya atribución especifica se ha realizado a partir de las formas identificadas por GEYER en 1889 como *Waldheimia hierlatzica* Oppel, var. *plicata* Geyer, 1889.

El presente documento pretende, por tanto, proporcionar nuevos datos acerca de la fauna de braquiópodos encontrada en la Sierra de Los Frailes, acompañante de *Securina plicata* (GEYER, 1889), así como caracterizar los materiales en los que se encuentra.

LOCALIZACIÓN DEL AFLORAMIENTO

El afloramiento estudiado se localiza en la Sierra de los Frailes, en el término municipal de Hondón de las Nieves. Dicha sierra junto con la del Cofer y el Cerro del Rebalso se incluyen en la Sucesión de la Sierra de Cofer de Tent-Manclús (2003), destacando los tres relieves sobre la depresión de los Hondones (Fig. 1), y encontrándose todos ellos rodeados por materiales margosos y/o recientes. Estos relieves están formados por materiales carbonáticos, calizas y dolomías, de edad Jurásico Inferior. El afloramiento se encuentra en la actualidad en el frente de explotación de la cantera de Mavike (Fig. 2), siendo en parte destruido por las labores de extracción. Se trata de unos niveles de encrinitas algo margosas dispuestos sobre una importante discontinuidad interpretada como el cambio de las condiciones ligadas a la "*ruptura de la plataforma del liásico inferior*".

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y ESTRATIGRÁFICAS

En la Sierra de Los Frailes se reconoce la siguiente sucesión estratigráfica (Fig. 3):

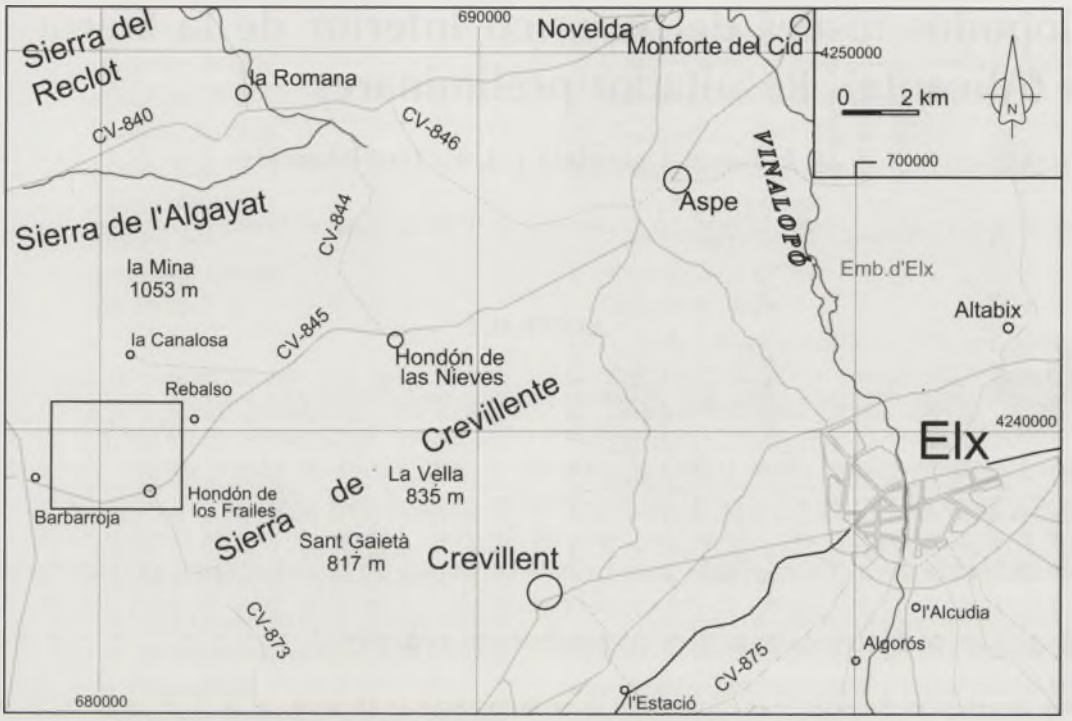


FIGURA 1. *Mapa de situación. El recuadro corresponde a la fotografía de la figura 2.*

FIGURA 2. *Fotografía aérea donde se muestra la situación del yacimiento en la Sierra de los Frailes.*

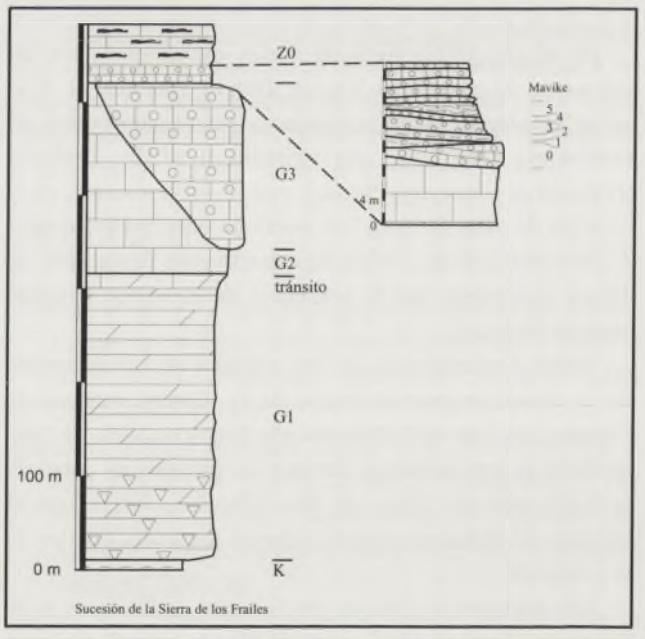


FIGURA 3. *Sección estratigráfica de la Sierra de los Frailes donde se sitúa el yacimiento paleontológico de la cantera de Mavike. K: tránsito a facies keuper; G1: unidad litológica de dolomías masivas; G2: unidad litológica de calizas masivas blancas; G3: unidad litológica de calizas oolíticas y oncolíticas; y Z0: unidad litológica de calizas oscuras con sílex.*

Muro: Los materiales más bajos afloran al oeste de la Sierra de Cofer, donde se puede observar el tránsito facies keuper-carbonatos del Jurásico Inferior (K en la Fig. 3).

1. 300 m de brechas dolomíticas que, hacia el techo, van perdiendo progresivamente su carácter bréchico pasando a ser sólo dolomías masivas (G1). Se alteran a colores gris rojizo siendo en corte fresco de colores blancos a blanco grisáceo. Las brechas son matriz soportadas con clastos de aspecto tabular que frecuentemente muestran laminación paralela y porosidad fenestral. Las dolomías masivas no presentan estructuras internas apreciables.

2. De 5 a 10 m de calizas dolomíticas de transición entre las dolomías y las calizas blancas masivas (G1). Su color de alteración es gris claro, similar al de las calizas masivas que se superponen.

3. De 40 a 200 m de calizas masivas de color blanco lechoso en corte fresco y de colores grises claros por alteración

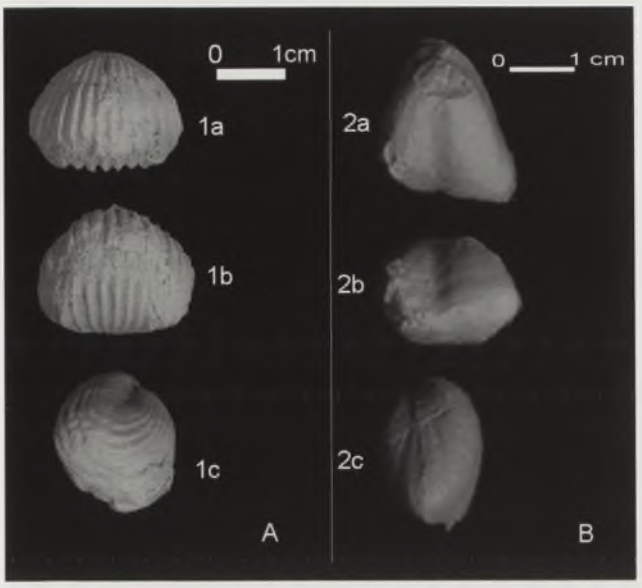


FIGURA 4. *Braquiópodos más abundantes en la Sierra de los Frailes procedentes del nivel Mavike 2. a) Gibbirhynchia curviceps (Quenstedt, 1858), b) Securina plicata (Geyer, 1889).*

(G2). Poseen textura wackestone, con restos de foraminíferos bentónicos, bivalvos y gasterópodos. La potencia de este tramo y la del tramo superior son inversamente proporcionales. Cuando mayor es la potencia muestran las calizas oolíticas e intraclásticas del tramo superior, menor desarrollo tienen las calizas masivas blanco lechosas.

4. De 0 a 200 m de calizas oolíticas e intraclásticas muy resistentes (G3). En este sector destaca la abundancia de intraclastos dentro de estas calizas, sobre todo cuando este tramo es menos potente. El límite superior se encuentra muy bien marcado por una discontinuidad que, habitualmente se encuentra por encima de las calizas oolíticas e intraclásticas, aunque, cuando faltan éstas, se desarrolla sobre las calizas masivas. En la parte alta de este tramo de calizas oolíticas e intraclásticas se ha recolectado la fauna del nivel MAVIKE 0

5. Hasta 50 cm de encrinita algo margosas (Z0). La discontinuidad subyacente se encuentra tapizada por restos dispersos de ammonites desmembrados, braquiópodos y belemnites. Sobre ella afloran uno o dos niveles de facies encriníticas con gran abundancia de restos de braquiópodos. Se trata de dos estratos correspondientes a las siglas MAVIKE 1 y MAVIKE 2 donde aparece la mayoría de la fauna.

6. 20 m de encrinitas poco cementadas y muy porosas en estratos de 20 a 30 cm de potencia que a veces pueden tener braquiópodos (Z0). Los dos primeros bancos de este tramo corresponden a MAVIKE 3 y MAVIKE 4.

En la cantera de Mavike se explotan principalmente los materiales de los tramos 3 y 4, mientras que los del tramo 5 y 6, aunque se utilicen, son menos apreciados por su naturaleza más margosa.

PALEONTOLOGÍA

En la serie descrita anteriormente se ha encontrado fauna fósil de braquiópodos en los siguientes niveles (entre paréntesis y en negrita se adjunta la cantidad de ejemplares recolectados):

Mavike 0:
Gibbirhynchia curviceps (QUENSTEDT, 1858). (**3**)
"Rhynchonella" sp.ind. (**1**)

Mavike 1:
Gibbirhynchia curviceps (QUENSTEDT, 1858). (**12**)
Zeilleria cf. mutabilis (OPPEL, 1861). (**1**)
Securina plicata (GEYER, 1889). (**40**)
Liospiriferina alpina (OPPEL, 1861). (**1**)
Dispiriferina segregata (DI STEFANO, 1887). (**2**)

Mavike 2:
Gibbirhynchia curviceps (QUENSTEDT, 1858). (**32**) ver Fig. 4.
Gibbirhynchia northamptonensis (WALKER *in* DAVIDSON 1878). (**1**)
Zeilleria cf. mutabilis (OPPEL, 1861). (**1**)
Zeilleria cf. venusta (UHLIG, 1879). (**1**)
Securina plicata (GEYER, 1889) (**41**) ver Fig. 4.
Dispiriferina segregata (DI STEFANO, 1887). (**4**)
Liospiriferina alpina (OPPEL, 1861). (**2**)
Spiriferina slovenica (SIBLIK, 1965). (**3**)
Spiriferina gibba (SEGUENZA, 1885). (**1**)

Mavike 3:
Gibbirhynchia curviceps (QUENSTEDT, 1858). (**4**)
Zeilleria cf. mutabilis (OPPEL, 1861). (**2**)
Zeilleria cf. venusta (UHLIG, 1879). (**1**)
Securina plicata (GEYER, 1889) (**6**) ver Fig. 4.
Liospiriferina alpina (OPPEL, 1861). (**1**)
Dispiriferina segregata (DI STEFANO, 1887). (**3**)

Mavike 4:
"Rhynchonella" sp .ind. (**1**)

ALGUNAS CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS

Algunas de las especies enumeradas, se citan en el presente trabajo por primera vez en el Jurásico Inferior de las Cordilleras Béticas, como es el caso de *Gibbirhynchia northamptonensis, Spiriferina slovenica* y *Dispiriferina segregata,* así como la atribución de una nueva especie denominada *Securina plicata* (GEYER, 1889).

Di Stefano (1891), al igual que en nuestro caso, encuentra conjuntamente *Gibbirhynchia curviceps, Spiriferina gibba y Dispiriferina segregata,* en el Jurásico Inferior parte media de San Giuliano.

Spiriferina slovenica fue descrita por Siblík (1965) en las calizas con crinoides de Kostelec Klippe (Eslovaquia), junto a *Cirpa langi carphatica, Homoeorhynchia acuta, Prionorhynchia quinqueplicata, etc.*, asociación de la parte superior del Pliensbachiense Superior. También Almerás y Elmi (1987) describen *Spiriferina slovenika* en el Pliensbachiense Superior (zona de Spinatum) del Jurásico Inferior francés. En este último trabajo, también se describe la especie *Gibbirhynchia northamptonensis* en la zona de Spinatum del Pliensbachiense Superior (domeriense).

Por otra parte, Almerás y Fauré (2000), en la fauna encontrada en los Pirineos españoles y franceses, restringen la aparición de *Gibbirhynchia curviceps* al Pliensbachiense Inferior (carixiense inferior-superior).

Aunque en la sucesión estudiada no se han recolectado braquiópodos junto a fauna de ammonites que nos precise claramente la edad de la asociación, por encontrarse el yacimiento de Mavike justo encima de la discontinuidad de la ruptura de la plataforma del Jurásico Inferior, que en este sector de las Zonas Externas Béticas parece producirse en el límite Sinemuriense-Pliensbachiense (Tent-Manclús, 2003) y se encuentra claramente por debajo de la discontinuidad que marca la ralentización y fin en el funcionamiento de las fallas lístricas que rompen la plataforma de Jurásico Inferior que se produce a los largo del tránsito Pliensbachiense Inferior al Superior, le asignamos una edad Pliensbachiense basal. Edad en consonancia por la presencia de *Gibbirhynchia curviceps* pero que implicaría la existencia de *Spiriferina slovenika* en el Pliensbachiense Inferior.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto BTE 2002-01113, del grupo de investigación GRUPOS03/085 (Generalitat Valenciana), y de la beca de Investigación COL-2102 de la Universidad de Alicante. Agradecemos a los Dres. A. Dulai, A. Vörös y F. García Joral, sus comentarios y sugerencias durante la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Almerás, Y. y Elmi, S. (1987): Evolution des peuplements de brachiopodes en fonction de l'environnement dans le Lias Ardechois. *Cahiers Inst. Catho Lyon, ser. Sci.*,1: 21-56.

Almerás, Y. y Faure, P. (2000): Les Brachiopodes Liassiques des Pyrenes. Paleontologie, biostratigraphie, paleobiogeographie, et paleoenvironnements. *Strata*, Sér. 2, 36: 1-395.

Di Stefano (1891): Il Lias Medio del M. San Giuliano (Erice) presso trapani. *Atti. Acad.. Sci. Nat. Catania*, 3: 121-270.

Geyer, G. (1889): Über die liassischen Brachiopoden des Hierlatz bei Halstatt. *Abh. K. K. Geol. Reichsanst*, 15: 1-88.

Jiménez de Cisneros, D. (1923a): El gran depósito de fósiles liásicos del cerro de la Campana. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat* 23: 42-44.

Jiménez de Cisneros, D. (1923c): La fauna liásica del barranco de la Calera, al W. del Algayat. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23: 180-181.

Jiménez de Cisneros, D. (1923e): La Fauna de los estratos de "Pygope Aspasia" Menegh. del Liásico Medio del Rincón de Egea en el W. de la provincia de Murcia. *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Trab. Museo Nac. Cienc. Nat. Serie Geológica*, 30: 55p. Reedición en*: Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. (Museo Geominero, Coord.), 157-216.

Siblík, M. (1965): Some new Liassic brachiopods. *Geol. Sborn.* 16 (1): 73-82

Tent-Manclús, J. E. (2003). *Estructura y estratigrafía de las Sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la falla de Crevillente*. Tesis Univ. Alicante, 970 p.

Vörös, A (1983). Some new genera of Brachiopoda form the Mediterranean Jurassic. *Ann. Hist. Nat. Mus. Natn. Hung.*, 75: 5-25.

El Barremiense de Foncalent y L'Alcoraia (Alicante)

M. Company, J. Sandoval y J. M. Tavera

Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. 18002 Granada. mcompany@ugr.es, sandoval@ugr.es, jtavera@ugr.es

ABSTRACT

A level by level sampling of two sections located near Alicante (Internal Prebetic Domain, SE Spain) has yielded an ammonite rich assemblages which have enabled to establish a precise biostratigraphy for the Upper Hauterivian – basal Aptian interval. A stratigraphic discontinuity, embracing the uppermost Hauterivian (upper part of the Balearis Zone and the Ohmi Zone) and the lower part of the Barremian (Hugii, Nicklesi and Pulchella Zones) has been detected. The rest of the Lower Barremian standard zones (Compressissima and Darsi Zones) are present but show reduced thickness. In contrast, the Upper Barremian (Vandenheckii, Sartousiana, Feraudianus, Giraudi, Sarasini and Waagenoides Zones) and the lowermost Aptian (Oglanlensis Zone) are well developed. Some palaeogeographic implications are also discussed.

Key words: *Barremian, ammonite biostratigraphy, stratigraphic discontinuity, Eastern Betic Cordillera.*

INTRODUCCIÓN

Los primeros datos fehacientes sobre la existencia de materiales de edad Barremiense en las inmediaciones de Alicante se deben a Nicklès (1892), quien presentó un corte bastante detallado del Cretácico Inferior de la Serra de Fontcalent y citó diversas especies de ammonites barremienses, algunas de las cuales describió y figuró en una publicación aparte (Nicklès, 1890-94). Más tarde, Jiménez de Cisneros (1917) describió minuciosamente el 'Infracretáceo' de la Serra Mitjana y de l'Alcoraia, dando a conocer diversos yacimientos y citando largas listas de especies.

Tras un largo intervalo de tiempo sin nuevas aportaciones, a partir de los años 70 aparecen varios trabajos en los que se analizan diversos aspectos estratigráficos y sedimentológicos de estas secuencias (ver Gea, 2003). No obstante, falta un estudio bioestratigráfico detallado basado en la abundante fauna de ammonites presente en estos materiales. En este trabajo abordamos ese estudio para el intervalo Hauteriviense Superior - Aptiense basal en dos secciones levantadas en esos afloramientos.

SECCIONES ESTUDIADAS

Las dos secciones estudiadas se encuentran situadas a unos pocos kilómetros al oeste de la ciudad de Alicante. Una de ellas se localiza en la ladera oriental de la Serra de Fontcalent, en el paraje denominado Racó dels Sants, aproximadamente en el mismo lugar en que Nicklès y otros autores posteriores levantaron sus cortes. La otra sección se ubica en una pequeña colina situada inmediatamente al oeste de la Serra Mitjana, en la partida de l'Alcoraia, y a la que Jiménez de Cisneros (1917) denominó Loma del Aljibe.

Desde el punto de vista geológico, ambas secciones pertenecen al área más meridional del Prebético Interno, caracterizada por una sedimentación hemipelágica prácticamente durante todo el Cretácico Inferior. Las sucesiones litológicas de ambas secciones son muy similares, pudiendo distinguirse, de abajo arriba, los siguientes tramos:

1) 3 o 4 metros de calizas y margas arenosas muy ricas en glauconita y con una abundante fauna de belemnites y ammonites. Se trata de un intervalo condensado.

2) 20 a 30 metros de calizas y margas grises alternantes con abundantes ammonites.

3) unos 30 metros de margas arenosas grises, más o menos compactadas, con algunos bancos calizos intercalados. Este tramo es sólo visible en Fontcalent, ya que en l'Alcoraia se encuentra prácticamente cubierto por materiales aluviales.

4) varias decenas de metros de margas y margocalizas grises alternantes con niveles areniscosos intercalados.

BIOESTRATIGRAFÍA

Los muestreos nivel a nivel llevados a cabo en ambas secciones nos han proporcionado más de 1500 ammonites. Salvo excepciones, su grado de preservación es mediocre, aunque suficiente para permitir su determinación específica en la mayor parte de los casos. Las asociaciones registradas están compuestas exclusivamente por taxones mediterráneos. Los Phylloceratina y Lytoceratina, aunque no llegan nunca a ser dominantes, están presentes a lo largo de todo

FIGURA 1: *Distribución estratigráfica de las principales especies de ammonites en la sección de Fontcalent (Coord. Geogr.: 38º 21' 35" N, 0º 34' 11" W).*

FIGURA 2: *Distribución estratigráfica de las principales especies de ammonites en la sección de l'Alcoraia (Coord. Geogr.: 38º 22' 30" N, 0º 36' 43" W).*

el intervalo estudiado, en consonancia con las influencias pelágicas sobre el medio de depósito.

El análisis de la distribución vertical de las especies determinadas nos ha permitido reconocer, en ambas secciones, distintas unidades bioestratigráficas del Hauteriviense Superior, el Barremiense y el Aptiense Inferior (Figs. 1 y 2). El esquema bioestratigráfico adoptado es el standard propuesto por Hoedemaeker *et al.* (2003).

Los niveles glauconíticos de la base de la secuencia fueron atribuidos por autores anteriores íntegramente al Hauteriviense Inferior (Zona de Nodosoplicatum). No obstante, en la parte alta de este intervalo hemos recolectado *Crioceratites duvali*, *Euptychoceras meyrati* y *Paraspiticeras praecrassispinum* (que nos indican las Zonas de Sayni y/o Ligatus), mientras que en el último banco aparecen *Crioceratites balearis* y *C. binelli*, especies características de la parte inferior de la Zona de Balearis (Company *et al.* 2003). Se puede afirmar, por tanto, que el Hauteriviense Superior está representado, aunque de forma incompleta, en este tramo litológico.

A techo de esos niveles glauconíticos se detecta una laguna estratigráfica que abarca el Hauteriviense terminal (parte superior de la Zona de Balearis y la Zona de Ohmi) y una parte considerable del Barremiense Inferior (Zonas de Hugii, Nicklesi y Pulchella). En efecto, los primeros niveles del tramo litológico 2 pertenecen ya a la Zona de Compressissima, caracterizada por una abundante fauna en la que hemos reconocido *Kotetishvilia compressissima*, *K. didayana*, *Holcodiscus fallax*, *H gastaldianus*, *H. nicklesi* y *Moutoniceras nodosum*, junto a otras especies estratigráficamente menos significativas. El espesor de sedimentos ocupado por esta unidad es reducido y es probable que su parte superior no esté representada.

La Zona de Darsi muestra también un escaso desarrollo vertical. La fauna sigue siendo abundante, apareciendo *Coronites darsi*, *Heinzia caicedi*, *Kotetishvilia changarnieri*, *K. sauvageaui*, *Holcodiscus* gr. *diversecostaus*, *H.* aff. *caillaudianus* y *Moutoniceras moutonianum*.

El Barremiense Superior ocupa un espesor de sedimentos mucho mayor. A la Zona de Vandenheckii corresponde la mayor parte del tramo litológico 2. Se pueden reconocer dos horizontes bien diferenciados. Uno inferior con *Barrancyloceras vandenheckii*, *Heinzia sayni*, *H. pallinii*, *Kotetishvilia sauvageaui*, *H.* gr. *diversecostaus* y *H.* aff. *caillaudianus*, y otro superior en el que aparece *Barrancyloceras barremense* y desaparecen los representantes del género *Holcodiscus*.

La Zona de Sartousiana se extiende a lo largo de los últimos niveles del tramo litológico 2 y la mayor parte del intervalo margoso 3. La fauna sigue siendo abundante pero se localiza preferentemente en determinados niveles. También en este caso se pueden distinguir dos subzonas. La inferior está caracterizada por *H. sartousiana*, junto a la que aparecen *Kotetishvilia brevicostata*, *Camereiceras limentinum* y *Ezeiceras janus*. La superior está dominada por la asociación de *Heinzia provincialis* y *Pachyhemihoplites gerthi*, habiendo desaparecido ya los representantes del género *Kotetishvilia*.

No hemos podido poner de manifiesto con claridad la Zona de Feraudianus. Esta es una circunstancia habitual en la Cordillera Bética y se debe a que la especie índice, *Hemihoplites feraudianus*, es extremadamente rara fuera del SE de Francia y a que apenas hay otras especies diagnósticas para esta unidad. Atribuimos a ella los últimos niveles del tramo litológico 3 y los primeros del 4, en los que la fauna es escasa y poco significativa, estando dominada por núcleos de Heteroceratidae, acompañados de los primeros *Barremites strettostoma* y *Melchiorites melchioris*.

La misma tónica, con fauna escasa y poco representativa se mantiene prácticamente durante el resto del Barremiense. Las asociaciones están dominadas por especies banales como *B. strettostoma*, *M. melchioris*, *Pseudohaploceras matheroni*, etc. Sólo la presencia de *Imerites giraudi* y *Leptoceratoides puzosianum*, junto a ejemplares fragmentarios de *Heteroceras* y *Martelites* nos han permitido delimitar, aunque con alguna incertidumbre, las Zonas de Giraudi y Sarasini. Al final del Barremiense, la extinción de los heterocerátidos, asociada a la aparición de los primeros *Kutatissites* y *Prochelonicera*s gr. *albrechtiaustriae-pachystephanum*, caracteriza la Zona de *Pseudocrioceras waagenoides*. Finalmente, la aparición de las primeras especies de *Deshayesites* (*D. antiquus* y *D.* cf. *luppovi*) marca la base del Aptiense.

CONSIDERACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

El área estudiada formó parte, durante el Hauteriviense, de un extenso alto fondo que abarcaba la mayor parte del Prebético de Alicante (Castro, 1998). A ese alto fondo llegarían pocos aportes y estaría, además, sometido a la acción de corrientes que dificultaban la acumulación de sedimentos. En esas condiciones se produjo el depósito de materiales fuertemente condensados separados por interrupciones sedimentarias más o menos amplias.

La reanudación de la sedimentación hemipelágica 'normal' tuvo lugar en épocas diferentes según los sectores. Así, mientras que en la Serra de Mariola se reinicia en el Hauteriviense terminal, en la Serra del Sit lo hace durante el Barremiense basal y en el Cabeçó d'Or en el Barremiense Superior. Por su parte, el área del Puig Campana y Serra Gelada se mantendría como un alto fondo relativo hasta el Aptiense Inferior. Esto implica que toda la región tuvo que sufrir una compartimentación en bloques y el subsiguiente hundimiento diferencial de los mismos.

En el área de Fontcalent y Serra Mitjana, la reanudación de la sedimentación tuvo lugar en la Zona de Compressissima. No obstante, durante el resto del Barremiense Inferior, la tasa de subsidencia siguió siendo pequeña, como lo demuestra el reducido espesor de sedimentos acumulado durante las Zonas de Compressissima y Darsi.

A partir de la base del Barremiense Superior, los espesores acumulados son proporcionalmente mucho mayores.

Este aumento en la tasa de subsidencia es detectable a escala regional y se relaciona, según Gea (2003), con una fase de reactivación tectónica que, asociada a un descenso relativo del nivel del mar, provoca una importante entrada de terrígenos en la cuenca. Estos aportes terrígenos se hacen especialmente patentes en las secciones estudiadas a partir de la parte superior de la Zona de Feraudianus y constituyen los niveles siliciclásticos que caracterizan el tramo litológico 4. Estos niveles fueron interpretados por Castro (1998) como generados por olas de tormenta y su aparición se relaciona con una nueva caída del nivel relativo del mar y, posiblemente, coincidiendo en el tiempo con la implantación de las facies urgonianas en sentido estricto en áreas más septentrionales (Serra de Mariola, Benicadell, etc.).

REFERENCIAS

Castro, J. M. (1998): *Las plataformas del Valanginiense superior - Albiense superior del Prebético de Alicante*. Tesis Doct. Univ. Granada, 464 p.

Company, M., Sandoval, J. y Tavera, J. M. (2003): Ammonite biostratigraphy of the uppermost Hauterivian in the Betic Cordillera (SE Spain). *Geobios* 36: 685-694.

Gea, G.A. de (2003): *Bioestratigrafía de eventos en el Cretácico inferior de las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral, Univ. de Jaén, 687 p.

Hoedemaeker, P. J., Reboulet, S., Aguirre-Urreta, M. B. *et al.* (otros 15 autores) (2003): Report on the 1st International Workshop of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the 'Kilian Group' (Lyon, 11 July 2002). *Cretaceous Research*, 24: 89-94.

Jiménez de Cisneros, D. (1917): *Geología y Paleontología de Alicante*. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Geológica, 21: 1-140.

Nicklès, R. (1890-94): *Contributions à la Paléontologie du Sud-est de l'Espagne. Terrain Crétacé. I. Néocomien*. Mémoires de la Société Géologique de France, 4: 1-59.

Nicklès, R. (1892): Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et Sud de la province de Valence. *Annales Hébert*, 1: 1-219.

Base de datos de foraminíferos bentónicos del Neógeno (Cuenca del Bajo Segura, Alicante)

H. Corbí, J. E. Caracuel, J. M. Soria y A. Yébenes

Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Univ. Alicante. Apdo. 99, San Vicente del Raspeig, 03080, Alicante. hugocorbi@hotmail.com

ABSTRACT

We have developed a benthic foraminifers data-base specifically for the latest Neogene of the Bajo Segura Basin (Province of Alicante, Spain). This database framework is composed of several information fields. The aim of the database is to assist in the paleoecological interpretation of the recorded fossil assemblages, facilitating the taxonomic determinations and expediting the numerical analisis of the faunal assemblages. This database is applying in the study of the paleoenvironmental and sequential evolution of the Messinian and Pliocene in the Bajo Segura Basin, Alicante.

Key words: *Data base, benthic foraminifers, Neogene, Bajo Segura Basin, South-eastern Spain.*

INTRODUCCIÓN

Recientemente se han propuesto numerosas tablas y bases de conocimiento que agilizan la gestión de los datos paleontológicos. Estas bases de datos multitaxiales o específicas para un determinado grupo fósil, realizadas con diversas aplicaciones informáticas como *Filemaker pro*® o *Microsoft Access*®, pueden incluir información tanto morfométrica como de distribución espacio-temporal de los taxones. De este modo, su aplicación es múltiple y muy ventajosa en estudios taxonómicos, paleobiológicos, bioestratigráficos, paleoecológicos, y/o patrimoniales, entre otros. Por ejemplo Grandstein *et al.* (1994) utiliza bases de datos multitaxiales con aplicaciones bioestratigráficas. Otros autores han desarrollado bases de datos específicas para algún grupo fósil e incluso para aplicaciones biostratigráficas, paleoecológicas, taxonómicas o divulgativas, entre otras. (Plasencia y Márquez-Aliaga, 2002 y MacLeod, 2000; entre otros).

La base de datos sobre foraminíferos bentónicos que se propone se ha realizado con el programa *Filemaker pro*® *V.6*. Su desarrollo ha buscado la flexibilidad del diseño, a fin de posibilitar su uso para foraminíferos bentónicos de diferentes edades y distintos contextos paleobiogeográficos. No obstante, la base de datos se ha desarrollado específicamente para la catalogación de taxones del Messiniense y Plioceno de la Cuenca del Bajo Segura (Provincia de Alicante), con el objetivo fundamental de ayudar al análisis e interpretación paleoecológica de las asociaciones fósiles registradas. Para conseguirlo, se pretende facilitar la determinación de los taxones fósiles registrados, así como agilizar los cálculos de los porcentajes de taxones en la asociación fósil.

DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS

La base de datos está estructurada en tablas de datos (bloques temáticos) con diversa información específica (Fig. 1). Con el objetivo de sintetizar y homogeneizar la información que incluye la base de datos se han considerado, en la medida de lo posible, campos en los que los posibles atributos se encuentren preestablecidos. Así por ejemplo, para el caso del trofismo (contenido en nutrientes de las aguas) se han preestablecido tres posibilidades, que se seleccionan marcando una (o más) de las opciones: eutróficas, mesotróficas y/u oligotróficas. De esta manera se obtiene una doble ventaja: por una parte, se homogeniza la base de datos, al incluir la información siempre con la misma terminología; por otra parte, se facilita la introducción rápida de la información en la base. La presentación de la información de la base de datos se realiza de diversos modos, de acuerdo con la labor que se desee realizar. Inicialmente, se han propuesto dos modos de visualización. El primero, que ofrece todos los atributos de cada taxón agrupados en bloques y divididos por campos, favorece la búsqueda de cualquier dato contenido en las diferentes tablas que componen la base. El segundo, corresponde al listado de los taxones y a su imagen, lo que facilita una primera aproximación a la determinación taxonómica, por comparación visual con el holotipo u otros ejemplares de referencia.

La base de datos está constituida por los siguientes bloques temáticos:

a. Aspectos generales (nombre del taxón, autor y año de definición), imágenes (convencionales de lupa binocular y de M.E.B.) obtenidas de la bibliografía y propias.
b. Aspectos taxonómicos y bioestratigráficos: incluye campos que permiten precisar el suborden, superfami-

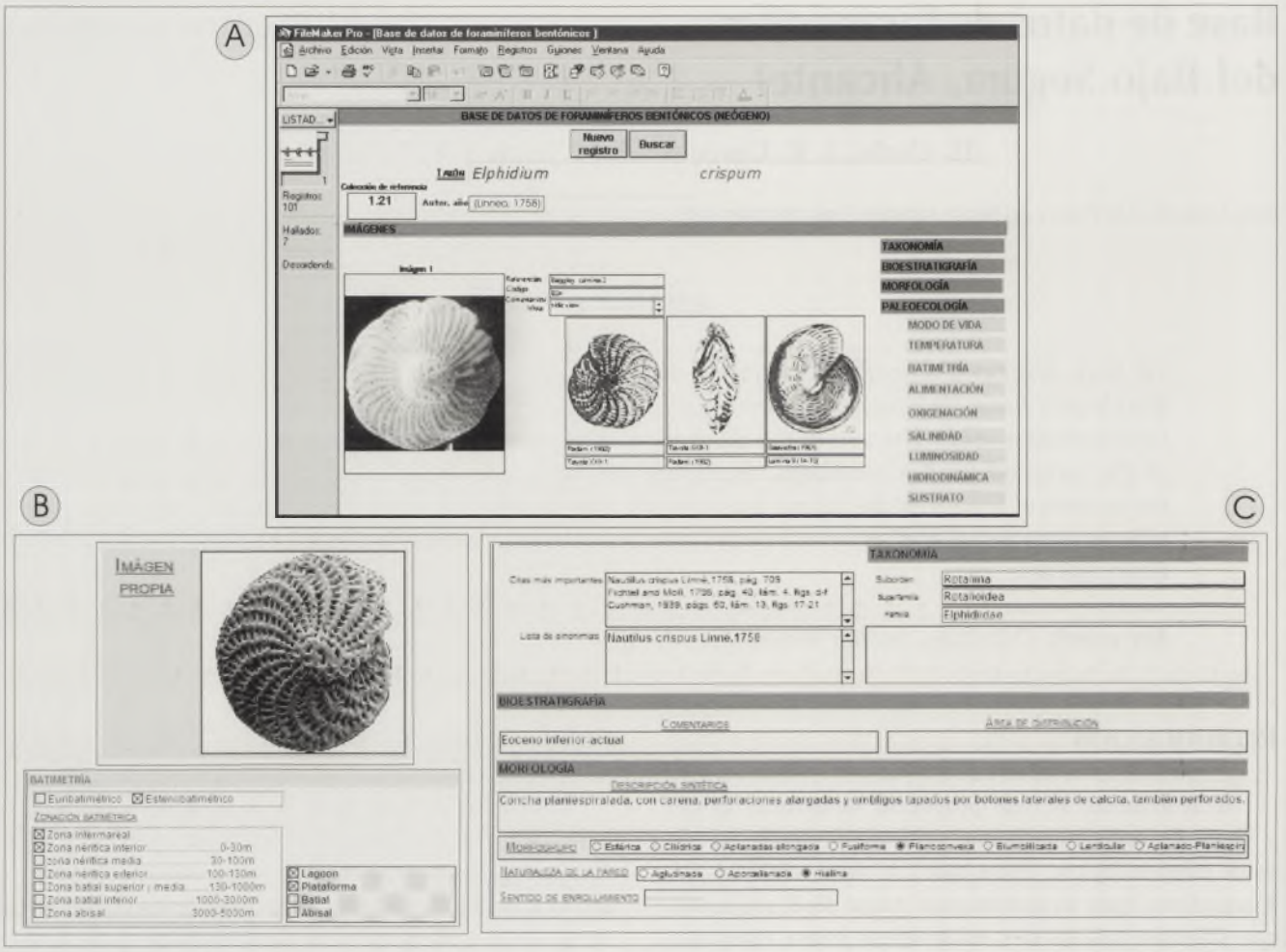


FIGURA 1. *Capturas de pantalla de la base de datos de foraminíferos bentónicos para el taxón Elphidium crispum. a) Imágenes del taxón y dibujos idealizados, y botones de acceso a los diversos bloques temáticos de la base de datos. b) Imagen propia obtenida con MEB y tabla dedicada a la zonación batimétrica del bloque temático de paleoecología. c) Sinonimias, citas más importantes y bloques temáticos dedicados a la taxonomía, bioestratigrafía y morfología.*

lia, género, sinonimias y citas más importantes sobre el taxón, además de caracterizar el rango bioestratigráfico y el área de distribución característica del taxón.

c. Morfología: se han incluido los campos de descripción sintética, naturaleza de la concha, morfogrupo al que se asigna el taxón, de acuerdo con Bernhard, 1986 (esférica, cilíndrica, aplanada elongada, fusiforme, planoconvexa, biumbilicada, lenticular, aplanado-planiespiral). También se ha incluido, para el caso de que la especie considerada tenga desarrollo espiral, el sentido de enrollamiento predominante, preestableciéndose los atributos dextrógiro y levógiro. Otros campos considerados en este bloque incluyen la composición y microestructura de la pared y la disposición de las cámaras.

d. Información paleoecológica. Se considera como el bloque de mayor interés ya que los foraminíferos bentónicos proporcionan información de gran utilidad en las reconstrucciones paleoambientales (Murray, 1991 y Van der Zwaan *et al.*, 1999; entre otros). Por tanto, este bloque supone un intento de sintetizar y homogeneizar la información paleoecológica disponible sobre cada taxón, que generalmente se encuentra dispersa en diferentes referencias bibliográficas. Se ha de tener en cuenta que no siempre es posible disponer de toda la información paleoambiental necesaria, por lo que en este bloque no es necesario rellenar todos los campos si no sólo aquellos de los que se dispone de datos. El bloque está constituido por las siguientes tablas de datos paleoambientales:

1. Modo de vida (epifaunal, semiinfaunal y/o infaunal). A su vez, estos campos se encuentran divididos en diversas categorías de acuerdo con Murray (1991).
2. Temperatura: tolerancia (euritermo o estenotermo), temperatura de las aguas (aguas frías, templadas o cálidas).
3. Batimetría: tolerancia (euribatimétrico o estenobatimétrico), rango batimétrico (lagoon, zona intermareal, zona nerítica inferior, zona nerítica media, zona nerítica exterior, zona batial superior y media, zona batial inferior y zona abisal).

4. Salinidad: tolerancia (estenohalino o eurihalino), salinidad del agua hipohalina (0-32 ‰), marinas normales (32-37 ‰) e hipersalinas (>37‰).
5. Oxigenación: nivel de oxigenación de las aguas (anóxicas, disaeróbicas u oxigenadas).
6. Alimentación: grado trofismo (aguas eutróficas, oligotróficas y/o mesotróficas) y morfología funcional (posición de vida y hábito alimenticio del taxón) que es indicativa del tipo de ambiente en el que viven los foraminíferos (Lipps, 1979; Murray, 1991; Jones y Chamock, 1985).
7. Luminosidad (grado de turbidez o transparencia de las aguas en las que habita el foraminífero).
8. Hidrodinámica de las aguas en las que habita el foraminífero. A grandes rasgos, en relación con la hidrodinámica se pueden diferenciar entre taxones que habitan en aguas con fuerte, moderada o baja hidrodinámica.
9. Tipo de sustrato. Se han preestablecido los siguientes tipos de sustrato: fangos, limos, arenas fangosas, arenas, vegetación y sustratos duros.

CONCLUSIONES: APLICACIONES DE LA BASE DE DATOS

El interés de esta base de datos sobre foraminíferos bentónicos del Neógeno reciente, que incluye información taxonómica, morfométrica, bioestratigráfica y paleoecológica, podría sintetizarse en los siguientes aspectos: 1) centralizar la información disponible de cada taxón, 2) asistir en la determinación taxonómica, 3) agilizar los análisis morfométricos, 4) acotar las condiciones paleoambientales inferidas de las asociaciones fósiles registradas, 5) precisar aspectos bioestratigráficos de la asociación, 6) facilitar la catalogación patrimonial paleontológica, y 7) asistir en las tareas docentes.

En esencia, esta base de datos centralizará la información paleoecológica disponible sobre cada taxón, teniendo en cuenta que no en todos los casos será conocida y/o significativa. Por ello, quedará abierta para ser completada o refinada en el futuro con nueva información. Otra utilidad se relaciona con la posibilidad de realizar búsquedas selectivas de taxones y/o de sus correspondientes requerimientos paleoecológicos, estableciendo posibles correlaciones entre los mismos, de tal modo que favorezcan la interpretación paleoambiental de las asociaciones de foraminíferos bentónicos analizadas. Finalmente, cabe destacar la posibilidad de implementarla con otras tablas de datos adicionales sobre información de la asociación de foraminíferos bentónicos registrada en una muestra (abundancia global, porcentajes de taxones y estados de conservación, entre otros). Esta base de conocimiento, formada por la interrelación de las bases de datos, permitiría profundizar aun más en los estudios paleoecológicos.

La base de datos de foraminíferos bentónicos está siendo aplicada actualmente en el estudio de la evolución paleoambiental y secuencial durante el Messiniense y Plioceno en la Cuenca del Bajo Segura, Alicante (Caracuel, *et al.*, en prensa).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos BTE2003-05047 MCYT (Ministerio de Ciencia y Tecnología) y GV04B-629 (Generalitat Valenciana).

REFERENCIAS

Bernhard, J. M. (1986): Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits; Jurasic through Holocene. *Journal of Foraminiferal Research*, 16 (3): 207-215.

Caracuel, J. E., Corbí, H., Soria, J. M., Usera, J. y Yébenes, A. (en prensa): Asociaciones de foraminíferos bentónicos y evolución paleoambiental del Plioceno inferior en el sector de Elche-Crevillente (Cuenca del Bajo Segura, Alicante): Resultados preliminares. *Geogaceta*.

Grandstein, F.M., Kaminski, M. A., Breggren, W. A., Kristiansern, I. L. y D'Iorio, M. (1994): Cenozoic Biostratigraphy of the North Sea and Labrador Shelf. *Micropaleontology* 40, supplement: 152 p.

Jones, R. W. y Charnock, M. A. (1985): 'Morphogroups' of agglutinating foraminifera, their life positions and feeding habits and potential applicability in (paleo)ecological studies. *Revue de paleobiologie*, 4: 311-320.

Lipss, J. H. (1979): *Foraminiferal Ecology and Paleoecology*. SEPM short course No. 6, Houston, Texas.

Murray, J. W. (1991): *Ecology & Paleoecology of Benthic Foraminifera*. Longman Scientific. 397 p.

MacLeod, N. ed. (2000): *Paleobase, macrofossils part 1.0*. Natural History Museum (London) & Blackwell Publishing Ltd's. 18 p. + cd

Plasencia, P. y Márquez-Aliaga, A. (2002): Gestión de un catálogo informático de Conodontos. En: *Libro Resum. XVIII Jorn. S.E.P. Salamanca*. 159-160.

Van der Zwaan, G. J., Duijnstee, I.A.P, Den Dulk, M., Ernst, S. R., Jannink, N. T. y Kouwenhoven, T. J. (1999): Benthic foraminifers: proxies or problems? A review of paleoecological concepts. *Earth-Science Reviews*, 46: 213-236.

Análisis de las palinofacies del Mioceno Medio de sondeos realizados en Madrid para la ejecución de obras públicas. Carretera M-607 a Colmenar Viejo

J. F. Fonollá Ocete y M. T. Fernández Marrón

Departamento/UEI de Paleontología, Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid. fonolla@geo.ucm.es, emarron@geo.ucm.es

ABSTRACT

The palynofacies of six core samples from two boreholes drilled in the Miocene Madrid Basin have been analysed. Lithologically, the main samples are dark brown to grey clay sands with black levels more argillaceous. The boreholes are drilled in the North part of the Tertiary basin and the studied materials may be correspond to distal facies of alluvial fans of the lower Unity of the basin. Only two samples are rich in "grana" and show high taxonomic biodiversity with palynomorphs well preserved. The palynological analysis represents an abondance of Angiosperm and Conifers' pollen with fungal spores and freshwater algae. In some cases amorphous phytoclasts are present. The kerogene type and the study of pollen, spores, fungi and other organic walled microplancton rests allow us to delimite different environments. Hillside, alluvial fan, lacustrine and marshy areas have been identified.

Key words: *palynology, kerogen, Miocene, Madrid Basin.*

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO GEOLÓGICO

Con motivo de la construcción de un "carril Bus" en la carretera M-607 de Madrid a Colmenar Viejo (Fig. 1) se ha efectuado una serie de sondeos geotécnicos por parte de la Empresa Sener y, como es preceptivo, se han ejecutado intervenciones arqueológicas y paleontológicas en cumplimiento de la Ley 10/1998 de 9 de Julio de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.

Se han analizado una serie de muestras de los testigos de los sondeos. Con el fin de eliminar posibles contaminaciones provocadas por los lodos de sondeo y arrastre de sedimentos de niveles superiores, que nos llevaría a interpretaciones erróneas, sólo se han tomado porciones centrales de los testigos de sondeo.

Las muestras estudiadas corresponden a (Fig. 2):

1. M-607. SENER Sondeo 14. Profundidad 6,6 m – 6,7 m
2. M-607. SENER. Sondeo 14. Profundidad 6,7 m – 6,8 m
3. M-607. SENER. Sondeo 14. Profundidad 10,20 m – 10,25 m
4. M-607. SENER. Sondeo 14. Profundidad 10,25 m – 10,30 m
5. M-607. SENER. Sondeo 14. Profundidad 10,30 m – 10,35 m
6. M-607. SENER. Sondeo 7. Profundidad 8,3 m – 8,5 m

Litológicamente, la mayoría de las muestras corresponden a arenas arcillosas de color marrón oscuro a gris con clastos de cuarzo (en algunos casos también de feldespatos) y niveles más arcillosos de color negro.

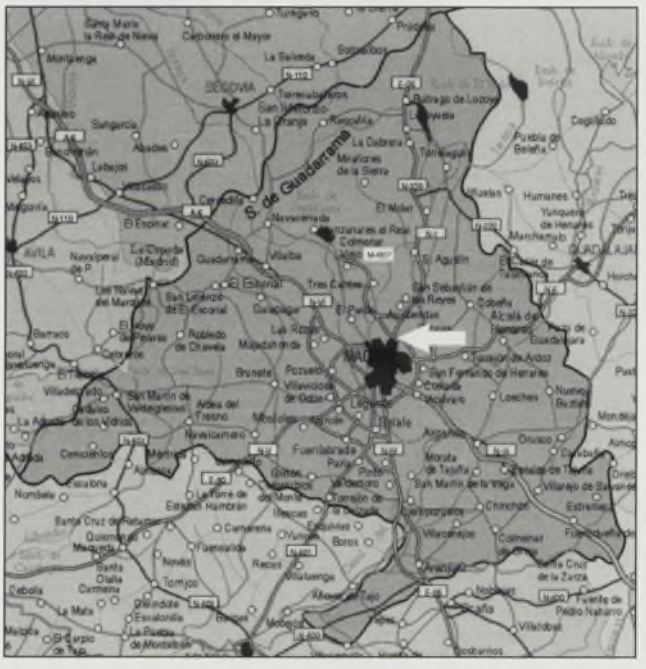


FIGURA 1. Mapa de situación de la carretera M-607.

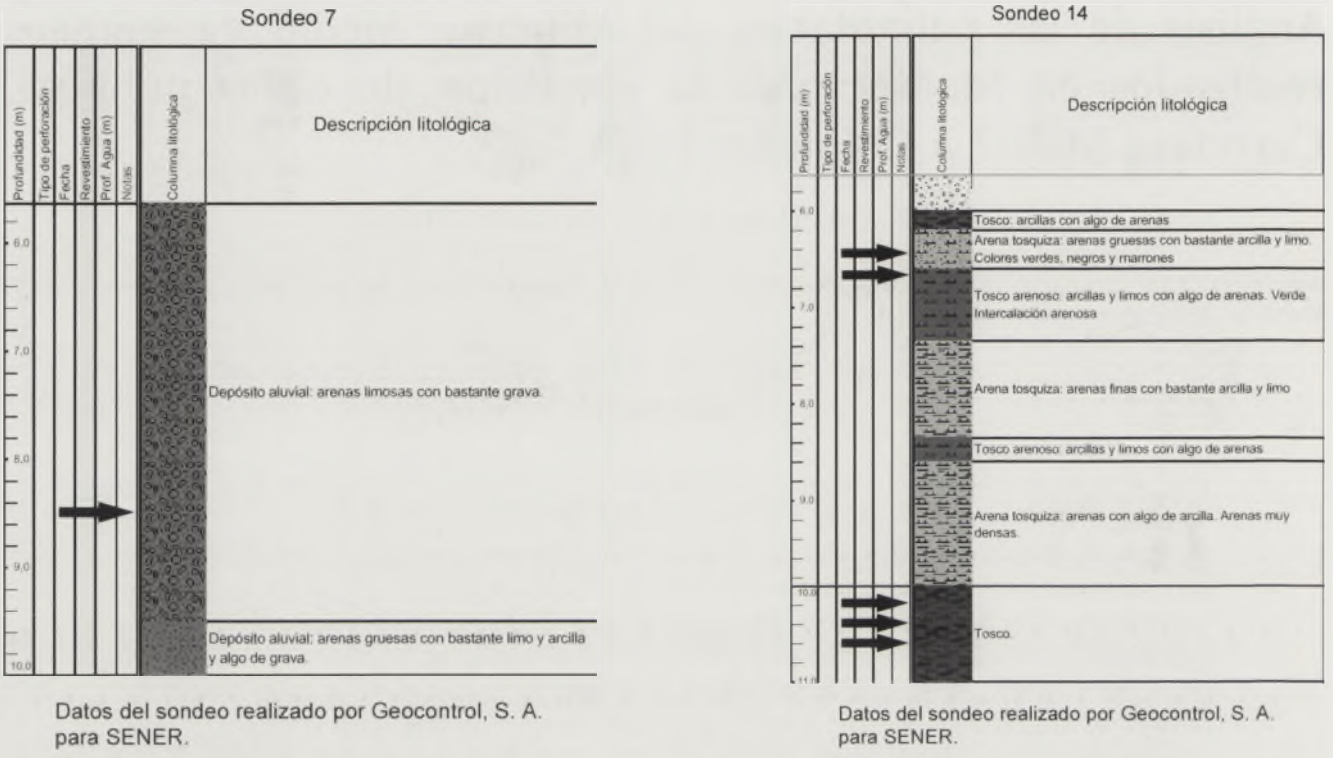


FIGURA 2. Columnas de los sondeos 7 y 14.

Los yacimientos se ubican, desde el punto de vista geológico, en la Cuenca de Madrid, dentro de la Cuenca del Tajo. La cuenca miocena en la que se localizan los depósitos estudiados se rellenó mediante el aporte de sedimentos de cursos fluviales procedentes de dos áreas fuentes, una septentrional del Sistema Central y otra meridional de los Montes de Toledo, depositándose los materiales gruesos en los bordes de la cuenca más próximos a las Sierras (Hoyos *et al.,* 1985).

Los sondeos se han realizado en la zona Norte de la cuenca por lo que los sedimentos son mayoritariamente arenas arcillosas con diversos tipos de clastos, que corresponden en la terminología geotécnica a "Tosco arenoso". Los materiales estudiados posiblemente pertenecen a las facies distales de abanicos aluviales correspondientes a la Unidad Inferior (Calvo, 2000), que presentan distinta composición litológica que las correspondientes a la Unidad Intermedia, formadas fundamentalmente por lutitas tableadas con intercalaciones arenosas (Fernández Marrón *et al.*, 2002 y 2004).

PALINOLOGÍA

El contenido esporopolínico es muy alto (en cuanto al número de *grana* y a la biodiversidad taxonómica) en las muestras S-14 (6,6-6,7m) y S-7(8,3-8,5m), siendo mediano en la muestra S-14 (6,8m). Las muestras S-14 (6,7m) y S-14(10,25-10,30) son estériles.

Las muestras S-14 (10,20-10,25m) y S-14(10,30-10,35) no contienen palinomorfos estructurados presentan un porcentaje bajo de fitoclastos amorfos, negros y carbonizados.

En alguna muestra se ha podido identificar y estudiar el contenido de la materia orgánica insoluble (MOI) tras el tratamiento y/o ataque con disolventes orgánicos y reactivos químicos (ClH, NO_3H, ClO_3K, NaOH, FH, etc. En concreto, en la muestra S-14 (6,6-6,7m) se ha identificado un kerógeno liptínico. Se observan varios fitoclastos negros, opacos y alargados, y algunos equidimensionales. Las formas tabulares presentan contornos agudos. Además contiene esporas negras de hongos, cuticulas degradadas y palinomorfos, identificándose entre otros: *Pinuspollenites labdacus* y *Extrapunctatosporites miocenicus*, lo que sugiere un ambiente de deposición acuático, lagunar.

El estudio palinológico de las muestras productivas ha proporcionado 676 "*grana*" de los cuales la mayoría son pólenes de Angiospermas, seguidos de los de Coníferas. También hay que destacar la presencia de esporas de hongos y formas algales. Las formas determinadas en los distintos sondeos (Fig. 3) son:

SONDEO 14 (6,6 m-6,7 m)

Esporas

Echinatisporis miocenicus Krutzsch y Sontag
Extrapuntatosporis miocenicus Krutzsch
Favoisporis trifavus Krutzsch
Laevigasporites haardti (Potonié y Venitz) Thomson y Pflug

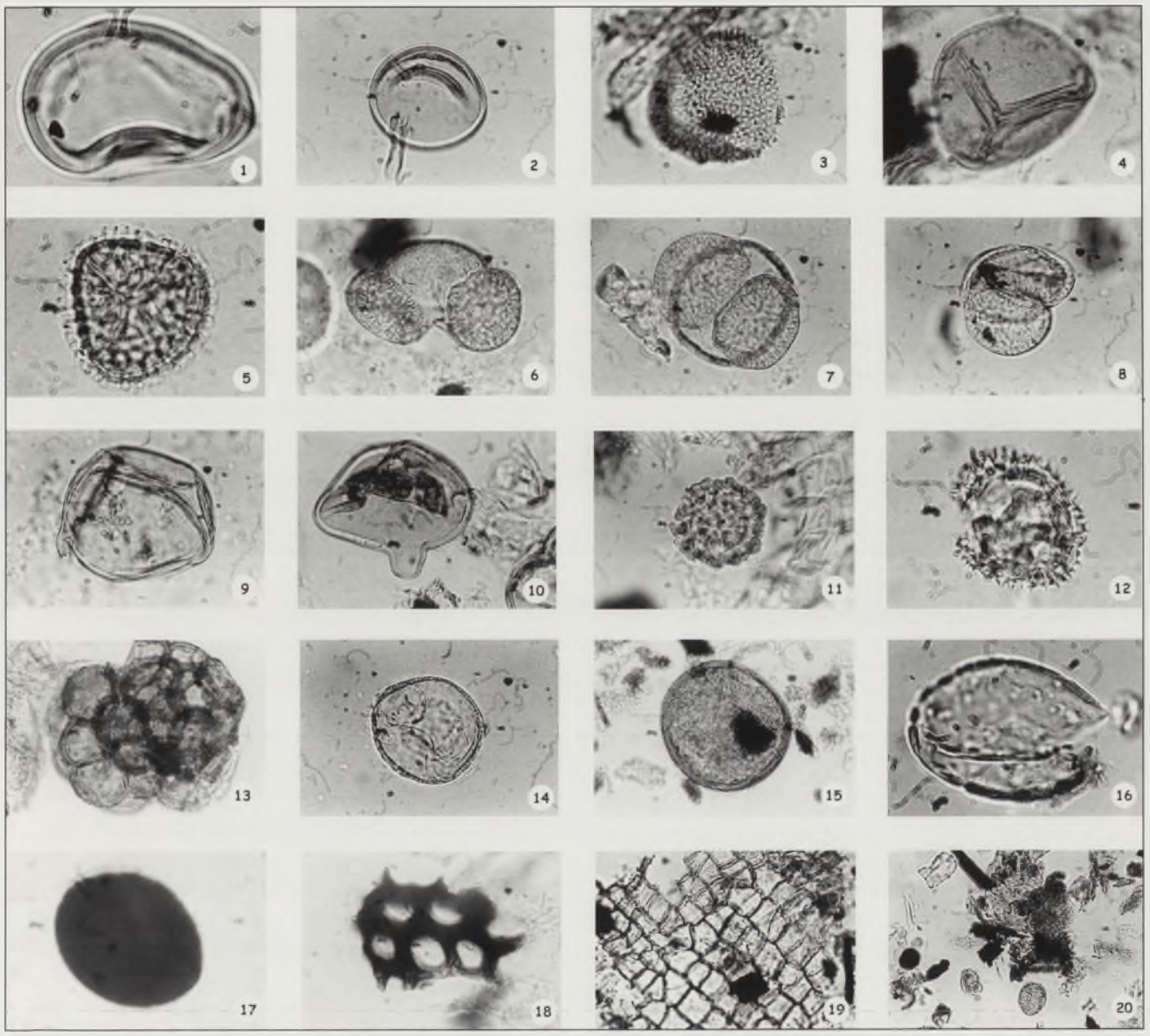


FIGURA 3. 1: Laevigatosporites haardti (Potonié & Venitz) Thomson & Pflug (X500); 2: Laevigatosporites haardti (Potonié & Venitz) Thomson & Pflug (X500); 3: Osmundacidites sp. (X500); 4: Leiotriletes maximus (Pflug in Thomson & Pflug) Krutzsch (X500); 5: Retitriletes frankfurtensis Krutzsch (X750); 6: Pityosporites labdacus (Potonié) Raatz (X500); 7: Pityosporites microalatus (Potonié) Thomson &Pflug (X500); 8: Pityosporites alatus (Potonié) Thomson & Pflug (X 500); 9: Cupressacites sp. (X500); 10: Sequoiapollenites major Krutzsch (X500); 11: Caryophyllaceaepollenites sp. (X500); 12: Compositaepollenites sp. (X750); 13: Mimosapollenites sp. (X320); 14; Triporopollenites undulatus Thomson & Pflug (X500); 15: Ovoidites spriggi (Cookson & Dettman) Zippi (X 500); 16: Ovoidites parvus (Cookson & Dettman) Nakoman (X 750); 17: Nigrospora sp. (X400); 18: Tejido leñoso (X 400); 19: Cutícula vegetal (X 150); 20: Kerógeno liptínico (X40).

Laevigatosporites sp.
Leiotriletes adriennis (Potonié y Gelletich) Krutzsch
Leiotriletes maximus (Pflug) Krutzsch
Leiotriletes sp.
Osmundacidites sp.
Retitriletes rotundoides Krutzsch
Rugulatisporites quintus Pflug y Thomson
Verrucatosporites favus (Potonié) Thomson y Pflug
Verrucatosporites sp.

Pólenes

Coníferas

Cupressacites insulipapillatus (Trevisan) Krutzsch
Inaperturopollenites sp.
Pinuspollenites labdacus (Potonié) Raatz
Pityosporites alatus (Potonié) Thomson y Pflug
Pityosporites microalatus (Potonié) Thomson y Pflug
Sequoiapollenites major Krutzsch
Sequoiapollenites sp.

Angiospermas
Arecipites papillosus (Muriger y Pflug) Krutzsch.
Carpinuspollenites sp.
Caryapollenites sp.
Caryophyllaceaepollenites sp.
Celtipollenites intrastructurus (Krutzsch y Vanhoorn) Thomson y Pflug
Compositaepollenites sp.
Ericaceaepollenites sp.
Magnolipollis neogenicus Krutzsch
Mimosapollenites sp.
Monocolpopollenites sp.
Monocolpopollenites tranquilus (Potonié) Thomson y Pflug
Ostryoipollenites sp.
Periporopollenites sp.
Polyporopollenites ondulosus (Wolff) Thomson y Pflug
Polyporopollenites verrucatus Thomson y Pflug
Polyporopollenites stellatus Raatz
Sparganiaceapollenites sp.
Sparganiaceapollenites sparganioides (Meyer) Krutzsch
Spinulaepollis arceuthobioides Krutzsch
Tricolpopollenites sp.
Tricolporopollenites sp.
Zelkovapollenites sp.

Varios
Fungi.
Ovoidites grandis (Pockook) Zippi
Ovoidites parvus (Cookson y Dettman) Nakoman
Ovoidites sp.
Ovoidites spriggi (Cookson y Dettman) Zippi
Tejido conductor

SONDEO 14 (6,7 m-6,8 m)

Esporas
Retitriletes frankfurtensis Krutzsch

Pólenes

Coníferas
Cupressacites sp.
Inaperturopollenites sp.

Angiospermas
Compositaepollenites sp.
Magnolipollis sp.
Mimosapollenites sp.
Orapollis postdamensis Krutzsch
Polyadopollenites sp.
Triporopollenites undulatus Thomson y Pflug
Triporopollenites robustus Thomson y Pflug
Triporopollenites sp.

Varios
Botryococcus sp.
Ovoidites parvus (Cookson y Dettman) Nakoman
Ovoidites spriggi (Cookson y Dettman) Zippi

SONDEO 7 (8,3 m-8,5 m)

Esporas

Laevigatosporites haardti (Potonié y Venitz) Thomson y Pflug
Laevigatosporites major Cookson ex Krutzsch
Laevigatosporites sp.
Leiotriletes adriennis (Potonié y Gelletich) Krutzsch
Monoleiotriletes gracilis Krutzsch
Osmundacidites sp.
Retitriletes reticuloides Krutzsch
Retitriletes sp.
Stereisporites sp.
Verrucatosporites sp.

Pólenes

Coníferas
Cupressacites sp.
Inaperturopollenites sp.
Pinuspollenites labdacus (Potonié) Raatz ex Potonié
Pityosporites microalatus (Potonié) Thomson y Pflug
Sciadopityspollenites sp.
Sequoiapollenites sp.
Zonalapollenites sp.

Angiospermas

Carpinites carpinoides (Pflug) Nagy
Caryapollenites simplex (Potonié) Raatz
Caryapollenites sp.
Caryophyllaceaepollenites sp.
Corylopollenites coryloides (Pflug) Zimbiuska-Tworzydlo
Ericipites sp.
Graminidites graminoides (Meyer) Krutzsch
Graminidites sp.
Monocolpopollenites sp.
Periporopollenites stigmosus (Potonié) Thomson y Pflug
Polyporopollenites sp.
Reevesiapollis triangulus (Maaczar) Krutzsch
Tricolporopollenites microreticulatus Thomson y Pflug
Triporopollenites sp.

Varios
Fungi
Nigraespora (hongo)
Ovoidites sp.
Ovoidites spriggi (Cookson y Dettman) Zippi

Entre las esporas identificadas abundan las de Sphagnaceae, Selaginellaceae, Polypodiaceae, Schizaeaceae, Osmundaceae, etc., que son representantes de medios húmedos. Entre las formas polínicas destacan las de Coníferas con predominio de *Pinus* (de tipo "haploxylon" y "sylvestris"), menos abundantes son las Cupressaceae y Taxodiaceae (*Sequoia*), etc.

Entre las monocotiledóneas, las palmeras están representadas por *Arecipites*. Las Sparganiaceae, plantas de orilla, están también presentes. Las gramíneas, con las Poaceae de dispersión anemófila, habitarían en praderas herbáceas. Los pólenes de dicotiledóneas muestran el carácter heterogéneo de las asociaciones, con formas polínicas ligadas a medios con cierta dosis de humedad como *Carya*, *Ulmus*, etc., junto a otras de ambiente seco, como Ericaceae, Compositae, etc.

La vegetación herbácea es abundante, constituida principalmente por Compositae, Gramineae, Caryophyllaceae y Ericaceae. Los demás componentes herbáceos estarían peor representados.

Las algas afines a clorofitas, como *Ovoidites*, *Botryococcus*, etc. son relativamente más abundantes en arenas no laminadas que en limos arenosos débilmente laminados y que en arcillas, lo que indica que esta algas prefieren aguas movidas con pH elevado y ricas en materia orgánica (Zippi, 1998). Los palinomorfos de Zygnematales (como *Ovoidites*), son abundantes en aguas efímeras someras asociadas a sedimentos fluviales de cauces ramificados en llanuras aluviales. *Botryococcus* presenta un pico de abundancia que coincide con el comienzo de la distribución de sedimento aluvial. En general, las algas abandonan su matriz colonial para sobrevivir al cambio brusco del hábitat, produciéndose un enquistamiento.

CONSIDERACIONES FINALES

El análisis del contenido de las asociaciones de palinomorfos permite establecer una distribución de la flora de esta zona. Las cumbres y laderas montañosas estarían pobladas fundamentalmente por bosques de pináceas, los ambientes de abanicos aluviales se caracterizarían por una vegetación adaptada a la xericidad y heliofítica de praderas abiertas con gramíneas, compuestas y ericáceas.

En la zona lacustre-palustre de ambiente ripícola crecerían algunas ulmáceas y en zonas pantanosas reducidas las taxodiáceas, desarrollándose en sus márgenes esparganiáceas y en el agua algas como *Ovoidites, Botryococcus,* etc.

AGRADECIMIENTO

A la empresa TEA, Servicios Culturales S.L. por permitirnos dar a conocer esta investigación y al Servicio de Protección del Patrimonio Arqueológico, Paleontológico y Etnográfico de la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura y Deporte de la Comunidad de Madrid que ha auspiciado las intervenciones paleontológicas y autorizado la publicación de los resultados.

REFERENCIAS

Calvo, J. P. (2000): Geología del Mioceno de Madrid. En: *Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid* (coord. J. Morales). Monografía nº 6, *Arqueología, Paleontología y Etnografía*. Comunidad de Madrid, Madrid: 95-101

Fernández Marrón. Mª. T., Fonollá Ocete, J. F. y Jiménez Rodrigo, J. C. (2002): Primeros datos paleobotánicos y palinológicos de una flora miocénica procedente de la unidad intermedia en el sector central de la cuenca de Madrid. *Geogaceta*, 31: 177-180.

Fernández Marrón, Mª. T., Fonollá Ocete, J. F., Sesé Benito, C. y Jiménez Rodrigo, J. C. (2004): Estudio paleoambiental de nuevos yacimientos de plantas y vertebrados de la "Unidad Intermedia" del Mioceno Medio de la Cuenca de Madrid. Revista Española de Paleontología, 19 (2):67-81.

Hoyos, M., Junco, F., Plaza, J. M., Ramírez, A. y Ruiz, J. (1985): El Mioceno de Madrid. En: *Geología y Paleontología del Terciario Continental de la Provincia de Madrid* CSIC, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid: 9-16.

Zippi, P. A. (1998): Freshwater algae from the Mattagami Formation (Albian), Ontario: Paleoecology, botanical affinities, and systematic taxonomy. *Micropaleontology*, 44: 1-31.

Equinodermos del Paleozoico Inferior (Cámbrico y Ordovícico) del Macizo Hespérico: ejemplos de conservación excepcional

D. Gil Cid[1], M. Mora[1, 2], R. Lara[1] y F. Arroyo[1]

1 Departamento de Paleontología, Fac. Cc. Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, España.
2 Laboratorio de Botánica y Zoología. C.U.C.B.A. Universidad de Guadalajara, México.

ABSTRACT

In the Lower Paleozoic (Cambrian-Middle Ordovician) sediments of the Macizo Hespérico numerous echinoderm fossils have been found (eocrinoids, homalozoans, diploporids, rombiferans, crinoids, and asteroids) in some exceptional conditions of conservation. This is due to the mineralized skeleton that these organisms present and the existence of some post-mortem processes that allowed this type of conservation.

***Key words**: Paleozoic, Macizo Hespérico, Spain, echinoderms, exceptional conservation.*

INTRODUCCIÓN

Los organismos están formados por una amplia gama de sustancias; esta variedad en la composición del todo de cada organismo, así como sus propiedades intrínsecas, son de gran interés a la hora de estudiar los efectos de los procesos que suceden en los cuerpos a continuación de la muerte. La composición del esqueleto de un organismo constituye uno de los factores determinantes en las transformaciones que desembocan en la fosilización y su grado de fidelidad al organismo de partida. Un organismo con un esqueleto, ya sea externo o interno, formado por piezas de calcita u otro mineral, presenta una mayor probabilidad de resistir los efectos de los agentes destructivos, ya sean físicos, químicos o biológicos. Por ello, la probabilidad de encontrar restos fosilizados (potencial de fosilización) está plenamente vinculada a la presencia de partes duras. También es importante considerar el número y tamaño de las piezas que forman el esqueleto del organismo, así como sus posibilidades de desarticulación, lo que influye en el potencial de fosilización, pero sobre todo en la calidad de conservación del resto. Otros factores que pueden favorecer o no la posibilidad de una buena preservación orgánica son el tipo de organismo a considerar (artrópodo, medusa, vertebrado, etc.), los parámetros ambientales reinantes en los ecosistemas (temperatura, turbulencia, cantidad de oxígeno en el agua, enterramiento rápido, tasa de sedimentación, depredadores, etc.) y otros tantos más que, en conjunto, van a darnos explicaciones sobre el estado en que encontramos los restos fosilizados.

Así, la conjunción de diversos factores, como la existencia de elementos esqueléticos resistentes, un enterramiento rápido, normalmente en vida, la ausencia de corrientes, etc., puede favorecer enormemente la fosilización de los restos orgánicos, lo que permite observar gran cantidad de caracteres que habitualmente no se han conservado.

Las asociaciones bentónicas paleozoicas muestran una gran variedad en lo que se refiere a su "calidad" de preservación. Así, los fósiles tanto cámbricos como ordovícicos presentan ciertas similitudes en cuanto a su comportamiento frente a su capacidad de fosilización, poniendo de manifiesto que los grupos de invertebrados con esqueleto duro (trilobites, moluscos, braquiópodos, equinodermos, etc.) tienen patrones de conservación similares.

En este trabajo vamos a mostrar algunos casos de conservación excepcional en equinodermos que hemos podido estudiar en comunidades cámbricas y ordovícicas, tratando de justificar mediante factores biológicos y/o geológicos la buena conservación de los mismos.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

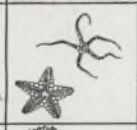
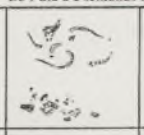
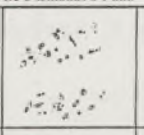
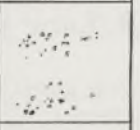
El material estudiado y figurado en este trabajo comprende equinodermos del Cámbrico Inferior de Alanis (Sevilla), del Cámbrico Medio de Zafra (Badajoz), de Los Barrios de Luna (León) y de varias localidades de Asturias y del Ordovícico de Navas de Estena y de El Viso del Marqués (Ciudad Real).

En todos los casos se trata de litofacies de pizarras (pizarras verdes, pizarras arenosas o pizarras negras).

TAFONOMÍA DE EQUINODERMOS

Como consideración previa hemos de tener en cuenta la organización estructural de los equinodermos y su comportamiento ante los distintos procesos tafonómicos. La descripción de un equinodermo tipo obedece a la de un organismo marino con un esqueleto calcítico formado por

TABLA 1. *Categorías de preservación de equinodermos (modificado de Ausich, 2001)*

Categoría (ejemplos)	Condiciones con Tasa de Enterramiento Variable			
	De horas a 1 día	De 1 día a 2 semanas	De 2 semanas a 1 año	Más de 1 año
Tipo 1: ofiuroideos, asteroideos, carpoideos, eocrinoideos, edrioasteroideos.				
Tipo 2: la mayoría de los crinoideos, cistoideos, equinoideos regulares.				
Tipo 3: camerados, microcrinoideos, blastoideos, equinoideos irregulares.				

distintos tipos de placas conectadas entre sí mediante tejido orgánico. Este esqueleto se corresponde, en general, a un elemento central alrededor del cual se pueden disponer una serie de apéndices (tallo, brazos, braquiolas, etc.), todos ellos muy delicados y formados por pequeños elementos mineralizados fácilmente desarticulables tras la degradación del tejido orgánico.

Existen gran cantidad de trabajos que han estudiado el comportamiento del esqueleto de los equinodermos frente a los diversos procesos tafonómicos, tanto previos al enterramiento, como posteriores a éste (Ausich, 2001 y referencias citadas). Aunque estos estudios se han hecho fundamentalmente en equinodermos actuales, también se han realizado algunos para equinodermos tanto paleozoicos como mesozoicos, y pueden servir como base para establecer una serie de analogías con otros grupos menos estudiados pero anatómicamente similares.

En todos los trabajos aparece descrito que la degradación del tejido orgánico es muy rápida en los equinodermos: al cabo de varias horas ya se empiezan a notar los efectos de la putrefacción, unido a la acción de microorganismos tipo bacterias, y en un día o dos la degradación y la consiguiente desarticulación son ya evidentes en muchos grupos, mientras que tras varios días o semanas el grado de desconexión entre piezas es tal que apenas quedan algunos elementos en conexión anatómica (cuadro 1). A este hecho influyen enormemente la cantidad de oxígeno en el agua y la existencia de corrientes o fenómenos turbulentos (tempestades o fenómenos de ladera), así como el medio de vida de los distintos grupos, ya que los equinodermos epibentónicos tienen más posibilidades de desarticulación que los endobentónicos.

Debido a lo anteriormente expuesto, lo lógico sería pensar que el número de fósiles de equinodermos completos o casi completos tendría que ser bastante escaso; pero en el registro fósil se han encontrado bastantes casos que contradicen a esa suposición, por lo que debió existir algún factor que impidiese que el proceso de degradación/desarticulación observado en mares actuales siguiese su curso. El factor más inmediato es la existencia de un enterramiento rápido del organismo, preferiblemente en vida o tras pocas horas de que acontezca la muerte, y a una profundidad suficiente para que el animal no pueda salir por sus propios medios, en los casos de equinodermos con capacidad de movimiento, o para que el cadáver no sea desenterrado por las corrientes superficiales ni por fenómenos turbulentos. Así mismo, la profundidad dificulta la presencia de organismos bioturbadores que pudieran desarticular y disgregar el cadáver.

PALEONTOLOGÍA

Como ya se indicó antes, el equinodermo tipo consta de un esqueleto calcítico formado por placas unidas por tejido orgánico. Pero dentro de esta morfología base existe una gran variedad de formas, unas más próximas al modelo antes expuesto y otras más alejadas, las mal llamadas aberrantes. Dentro de los equinodermos podemos encontrar autenticas cajas rígidas (Cornuta o Cincta) que protegen la región central de posibles desarticulaciones y la consiguiente dispersión de los elementos esqueléticos. Por el contrario, los frágiles y estilizados crinoideos, formados por un cáliz y un tallo y unos brazos unidos a éste, son fácilmente desarticulables y disgregables. Entre estas dos morfologías "extremas" hay otras intermedias, cada una de las cuales presentan sus peculiaridades.

En el Cámbrico son frecuentes los restos atribuibles a homalozoos o carpoideos (Cincta, Cornuta, Mitrata y Soluta) y a eocrinoideos (Gil Cid y Domínguez, 1999). De entre los homalozoos, los cincta (Lámina 1, Figs. 1 y 5) son muy frecuentes, contabilizándose un total de seis géneros y unas 10 especies (sin contar con las que están en nomenclatura abierta). Es fácil encontrar fósiles de este grupo que conservan todos o gran parte de los elementos anatómicos en conexión. Los cincta encontrados en las pizarras del Cámbrico Medio de los Barrios de Luna (León) conservan la práctica totalidad de las placas, tanto marginales como centrales, en su posición natural, pudiéndose hacer reconstrucciones bastante fiables del animal original. Así mismo, se han encontrado ejemplares que han fosilizado en ligera superposición anatómica sin que ello haya significado la pérdida de información anatómica o una alteración significativa de las estructuras. Un grado de conservación similar se ha encontrado en otros cincta de la misma edad en Zafra (Badajoz) y en varios yacimientos de Asturias y Zaragoza.

Otros homalozoos, pertenecientes a los Cornuta (Lámina 1, Fig. 4), han aparecido en Zafra (Badajoz) y en Córdoba. Aunque el grado de desarticulación es bajo, la conservación de los restos no llega a ser tan buena como la que se llega a alcanzar en los Cincta.

En cuanto a los eocrinoideos (Lámina 1, Figs. 2a, 2b y 3), su abundancia es significativamente inferior a la de los Cincta. Esto puede deberse principalmente a que se trata de organismos mucho más frágiles, cuyas posibilidades de preservación son mucho menores. Del Cámbrico Medio de

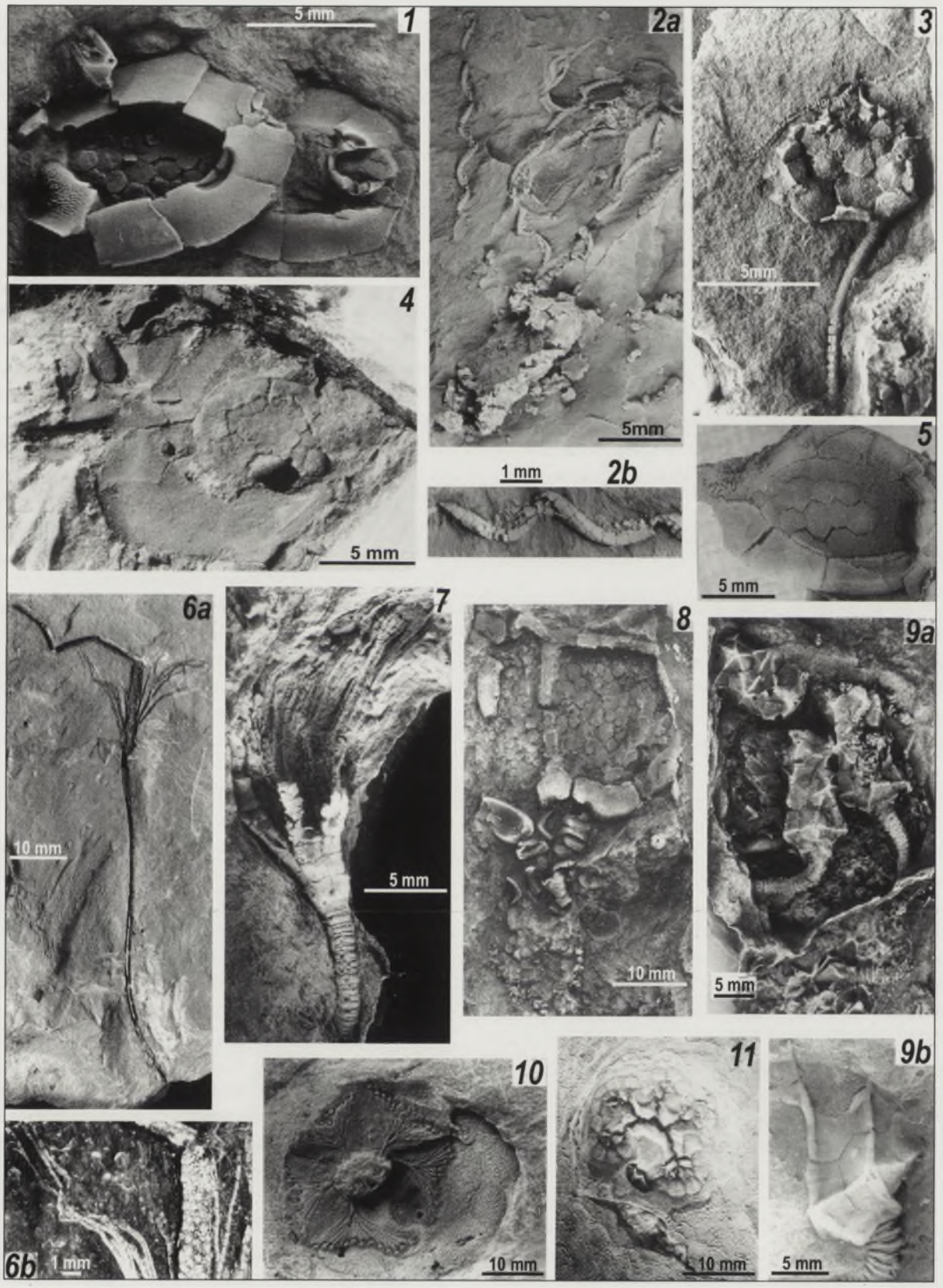


FIGURA 1. *1.- Gyrocystis sp., Cámbrico Medio, El Ferredal de Quintana (Asturias); 2.- Gogia (Alanasicystis) andalusiae, Marianiense (Cámbrico Inferior), Alanis (Sevilla); 2a.- Fósil completo; 2b.- Detalle de una braquiola; 3.- Ubaghsicystis segurae, Caesaraugustiense (Cámbrico Medio), Los Barrios de Luna (León); 4.- Ceratocystis sp. y Gyrocystis sp., Cámbrico Medio, Zafra (Badajoz); 5.- Gyrocystis sp., Cámbrico Medio, Zafra (Badajoz); 6.- Morenacrinus silvani, Dobrotiviense, Embalse de Fresnedas (Ciudad Real); 6a.- Fósil completo; 6b.- Detalle de la pirámide anal y los brazos; 7.- Coralcrinus sarachagorum, Dobrotiviense, El Viso del Marqués (Ciudad Real); 8.- Bohemiaecystis jefferiesi, Caradoc, El Viso del Marqués (Ciudad Real); 9.- Homocystites geyeri, Caradoc, El Viso del Marqués (Ciudad Real); 9a.- Fósil completo; 9b.- Detalle de la teca; 10 y 11.- Zonas orales del diplopóridos, Dobrotiviense, Navas de Estena (Ciudad Real).*

León se ha obtenido *Ubaghsicystis segurae*, un animal de teca globosa, semiredondeada, con braquiolas en la parte superior de la teca y un tallo con un órgano de fijación, elementos todos ellos fácilmente desarticulables tras la muerte del organismo. En este caso la conservación es tan buena que todos los elementos han fosilizado manteniendo su posición original, pudiéndose realizar reconstrucciones bastante fidedignas ya que, además, el grado de colapso y de deformación del fósil no son importantes. Un caso parecido, aunque algo menos notable, es *Gogia (Alanisicystis) andalusiae*, un eocrinoideo encontrado en Alanis (Sevilla). Este fósil también conserva parte de los apéndices en conexión anatómica y presenta un grado de conservación bastante elevado. Otros restos del mismo género, pero sin asignación específica, y con grados de conservación similares han sido citados en el mismo yacimiento, así como en Zaragoza.

En cuanto al Ordovícico, la abundancia de restos de equinodermos es mucho mayor que en el Cámbrico (Arroyo y Lara, 2002), lo que incrementa las posibilidades de encontrar fósiles con un grado de conservación alto o muy alto. Esta mayor abundancia no se refiere solamente al número de fósiles encontrados, sino también al número de grupos representados, pasando de los tres del Cámbrico (cincta, cornuta y eocrinoideos) a nueve en el Ordovícico (diplopóridos, rombíferos, crinoideos, soluta, cornuta, estilóforos, asteroideos, edriosteroideos y blastoideos).

En este trabajo se han considerado únicamente dos yacimientos y sus áreas colindantes, los cuales han proporcionado unos fósiles de equinodermos cuya calidad de conservación se puede considerar como excelente. Se trata de los yacimientos de Navas de Estena y El Viso del Marqués (Ciudad Real). En ambos casos estamos ante pizarras de grano muy fino del Ordovícico Medio (Darriwiliense), muy ricas en fósiles no solo de equinodermos sino también de moluscos, braquiópodos y trilobites.

El estudio litológico y faunístico del yacimiento de Navas de Estena sugiere un enterramiento rápido a causa de procesos de tempestad, condiciones en las que pueden darse casos de no desarticulación. El ejemplo más significativo es el del crinoideo *Heviacrinus melendezi*, que ha fosilizado manteniendo unidos todos los elementos estructurales, incluido un tallo muy flexible. También son muy importantes los restos de diplopóridos, organismos de cuerpo (teca) cónico con inserción de braquiolas en la parte superior y que vivían en sustratos fangosos. La parte más delicada del esqueleto de estos organismos es la región oral, que engloba el complejo hidroporo-gonoporo, la pirámide anal, la boca y el sistema ambulacral, que es donde se encuentra la zona de inserción de las braquiolas (Lámina 1, Figs. 10 y 11). De este complejo oral se han conservado gran cantidad de moldes, tanto internos como externos, en los que se puede apreciar con bastante nitidez gran cantidad de elementos estructurales, lo que permite realizar reconstrucciones muy detalladas de esta región. También existen fósiles con una gran calidad de conservación del resto de la teca de los diplopóridos, pudiéndose observar el sistema de poros existente en la teca de estos animales. Otros restos con una calidad de conservación elevada corresponden a asteroideos (*Palaeura neglecta hispanica*), a partir de los cuales se han hecho reconstrucciones con un nivel de detalle muy alto.

Del yacimiento de El Viso del Marqués se han recuperado principalmente restos de crinoideos, muchos de ellos con una calidad que se puede considerar excelente. Este es el caso del *Coralcrinus sarachagorum*, el *Fresnedacrinus ibericus* y el *Morenacrinus silvani* (Lámina 1, Figs. 6a, 6b y 7). En estos tres casos los restos encontrados se mantenían en conexión anatómica, con un grado de desarticulación mínimo. Además, la cantidad de fósiles que aparecen juntos y con calidades similares es, en varios casos, considerables. Otros fósiles de gran calidad son los correspondientes a *Bohemiaecystis jefferiesi* (Cornuta) y *Homocystites geyeri* (Rhombifera). La morfología del *Bohemiaecystis* (Lámina 1, Fig. 8) recuerda vagamente a la de un cincta: un anillo externo de placas exterior que protege a otras más pequeñas interiores. A pesar de esta similitud, y aunque la conservación es buena, no alcanza a la de los cincta. En cuanto a *Homocystites* (Lámina 1, Figs. 9a y 9b), se ha conservado la teca junto con el pedúnculo, lo que permite hacer estimaciones sobre su morfología y tamaño muy cercanas a la realidad.

Este yacimiento ha suministrado además evidencias de otros equinodermos tales como *Equinosphaerites*, *Rhombifera bohemica*, Soluta, Mitrata y restos atribuibles a diplopóridos. Algunos de éstos han sido publicados y otros se encuentran en fase de redacción. La práctica totalidad del material de equinodermos de El Viso del Marqués puede ser considerada como de calidad excelente dada la conservación que presentan las muestras.

REFERENCIAS

Arroyo, F. y Lara, R. (2002): Catálogo de las especies de equinodermos *s.l.* del Ordovícicos español. Coloquios de Paleontología, 53: 87-108.

Ausich, W. (2001): Echinoderm taphonomy. En: Echinoderms studies 6 (M. Jangoux y J. M. Lawrence, Eds.). A.A. Balkema: 171-228.

Gil Cid, M. D. y Domínguez, P. (1999): Diversidad de Equinodermos y Carpoideos en el Cámbrico Inferior y Medio de la Península Ibérica. Coloquios de Paleontología, 50: 105-116.

Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte I: Grupo *S. apsteinii*

C. Lancis[1] y J. A. Flores[2]

1 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente. Universidad de Alicante. España.
2 Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, España.

ABSTRACT

The first specimens of Scyphosphaera are recorded during the Early Eocene, but during the Late Miocene it is observed an increase in diversity. Although these taxa have reduced biostratigraphic significance, it is an excellent paleoenvironmental marker relatively abundant in shallow and warm waters. This fact determines abundant record in several basins, whereas in other, are almost absent. In fact, most of the 50 identified species have been described in three sedimentary basins. In the Alicante-Cartagena basin, during the Messinian, we observed a high diversity. This is the first chapter of a series of four where we show the stratigraphic distribution as well as an attempt of evolutionary trend of the most characteristic groups of Scyphosphera.

Key words: *Nannofossils, Scyphosphaera, Late Miocene, Messinian, evolution, biostratigraphy, Alicante-Cartagena basin, Mediterranean.*

INTRODUCCIÓN

El género *Scyphosphaera* forma parte del fitoplancton marino e incluye formas esféricas de cocolitofóridos cubiertos en su superficie ecuatorial por cocolitos en forma de tonel, denominados lopadolitos, de acuerdo a la terminología de Lohmann (1902).

Los primeros estudios sobre el género se deben a Deflandre (1942) en las margas Neógenas de El Medhi (Argelia), en las que abundan. Más tarde, Kamptner (1955), estudió materiales del Mioceno Medio de Rotti (Indonesia) describiendo nuevas especies y fijando criterios morfológicos para su clasificación. Estas muestras fueron reestudiadas por Jafar (1975) y estableció varios neotipos. Además, Rade (1975) estudia la distribución estratigráfica de varias especies proponiendo tendencias evolutivas dentro del género.

Desde el punto de vista estratigráfico las formas más antiguas conocidas se han citado en depósitos del Eoceno Inferior de California (Formación Lodo), en la cuenca de Aquitania y en Austria.

Una súbita diversificación tiene lugar a partir del Mioceno Superior (Zona NN9-Martini, 1971) reduciéndose ésta hacia el Plioceno Inferior (Jafar 1975). La diversidad decrece todavía más en el Plioceno Superior y Pleistoceno.

Es notable el hecho de que, hasta ahora, del total de alrededor de las 50 especies de *Scyphosphaera* fósiles conocidas, la mitad de ellas hayan sido descritas solamente en tres cuencas sedimentarias: Chalk de Rotti (Kamptner, 1955; Jafar, 1975), margas Mio-Pliocenas de El Medhi (Deflandre, 1942) y, también, correspondiendo al límite Mioceno-Plioceno, en los depósitos en zonas próximas a la costa al este de Queensland (Rade, 1975).

Aunque en las biozonaciones más comúnmente empleadas las especies de este género no figuran entre las especies índice, son frecuentes alusiones al FAD (First Appearanece Datum - Primer registro) o LAD (Last Appearance Datum - Último registro) de algunas de ellas para matizar o precisar dentro de unidades de mayor entidad.

En esta serie de cuatro trabajos (en esta misma publicación) se presenta la distribución estratigráfica de las especies observadas en la cuenca neógena de Alicante-Cartagena dentro de la Cordillera Bética Oriental (España), donde están bien representadas. Se observa además una diversidad de formas comparable a las de las regiones citadas anteriormente, sobre todo en ciertos tramos de determinadas secciones (Lancis, 1998). Esta abundancia y diversidad local, y su rareza en otros lugares, sugiere que *Scyphosphaera* prolifera en condiciones ambientales muy particulares. Generalmente se las considera habitantes de zonas poco profundas (Bukry y Percival, 1971; Rade 1975). Gartner *et al.* (1979) las asocia con masas de aguas cálidas.

En estos artículos, siguiendo criterios morfológicos, se definen nuevas especies, formas intermedias y morfotipos

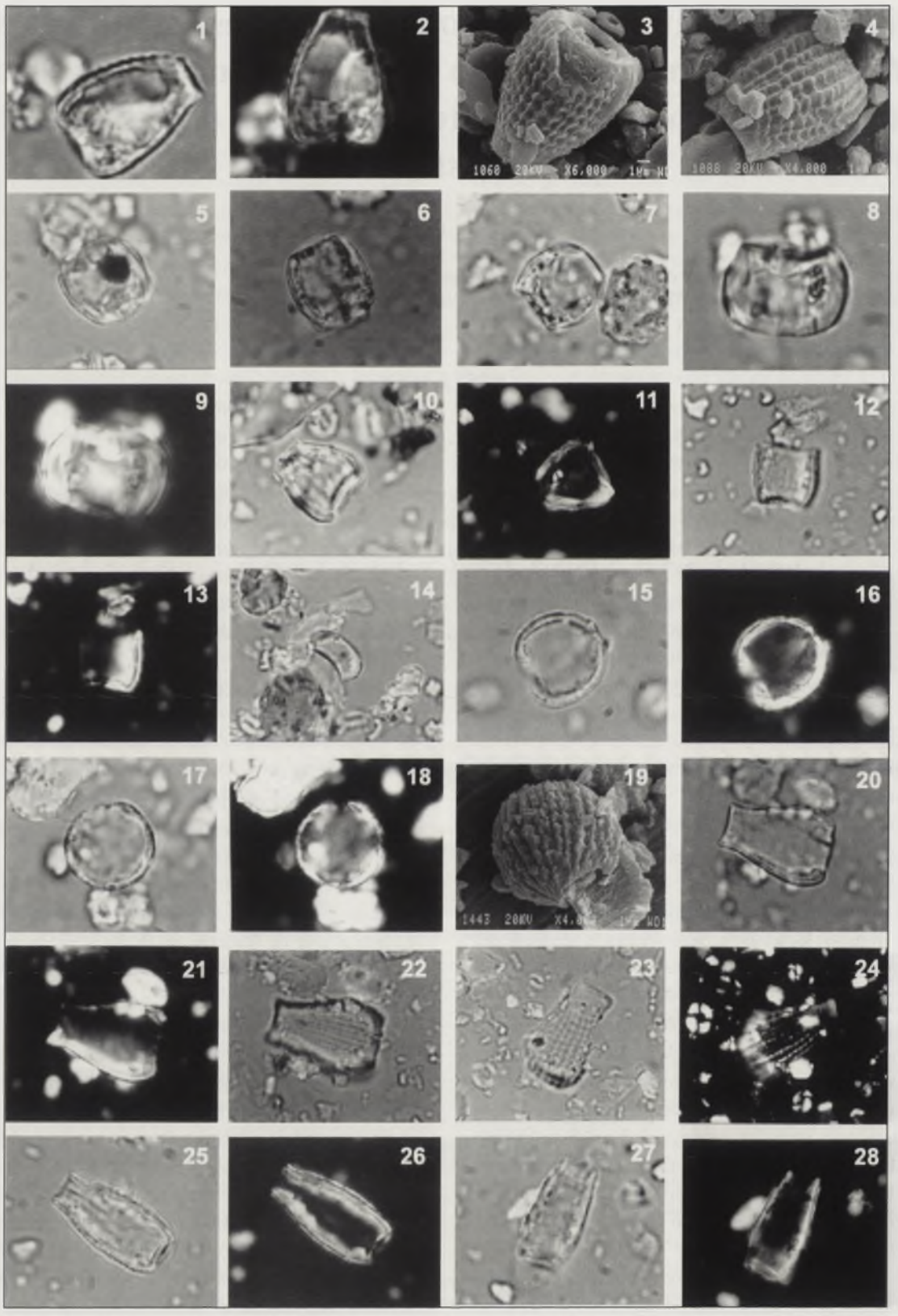


FIGURA 1. **1**.- *Scyphosphaera apsteinii Morfo.A. X2500. CM2. Nicoles paralelos (N.P.);* **2**.- *S. apsteinii Morfo.A. X2500. CM2. Nicoles Cruzados (N.C.);* **3**.- *S. apsteinii. PAN30. Microscopio Electrónico (M.E.);* **4**.- *S. apsteinii. COLO14. M.E.;* **5**.-*S. apsteinii Morfo.B. X1500. CM19. N.P.;* **6**.- *S. apsteinii Morfo.B. X1500. CM19. N.P.;* **7**.- *S. apsteinii Morfo.B. X1500. PC61. N.P.;* **8**.- *S. apsteinii Morfo.C. X2500. PAN16. N.P.;* **9**.- *S. apsteinii Morfo.C. X2500. PAN16. N.C.;* **10**.-*S. apsteinii Morfo.D. X1500. PC47. N.P.;* **11**.- *S. apsteinii Morfo.D. X1500. PC47. N.C.;* **12**.-*S. apsteinii Morfo.E. X1500. DPH17. N.P.;* **13**.- *S. apsteinii Morfo.E. X1500. DPH17. N.C.;* **14**.- *S. cf. brevis. X1500. PC47. N.P.;* **15**.- *S. globulosa. X1500. COLO21. N.P.;* **16**.- *S. globulosa. X1500. COLO21. N.C.;* **17**.- *S. globulata. X1500. PC62. N.P.;* **18**.- *S. globulata. X1500. PC62. N.C.;* **19**.- *S. globulata. CM96. M.E.;* **20**.- *S. recurvata. X1500. CM75. N.P.;* **21**.-*S. recurvata. X1500. CM75. N.C.;* **22**.- *S. recurvata. X1500. CM75. N.P..;* **23**.- *S. recurvata. X1500. PC44. N.P.;* **24**.-*S. recurvata. X1500. PC44. N.C.;* **25**.- *S. conica. X1500. PAN1. N.P.;* **26**.- *S. conica. X1500. PAN1. N.C.;* **27**.- *S. conica. X1500. GUA1. N.P.;* **28**.- *S. conica. X1500. GUA1. N.C.*

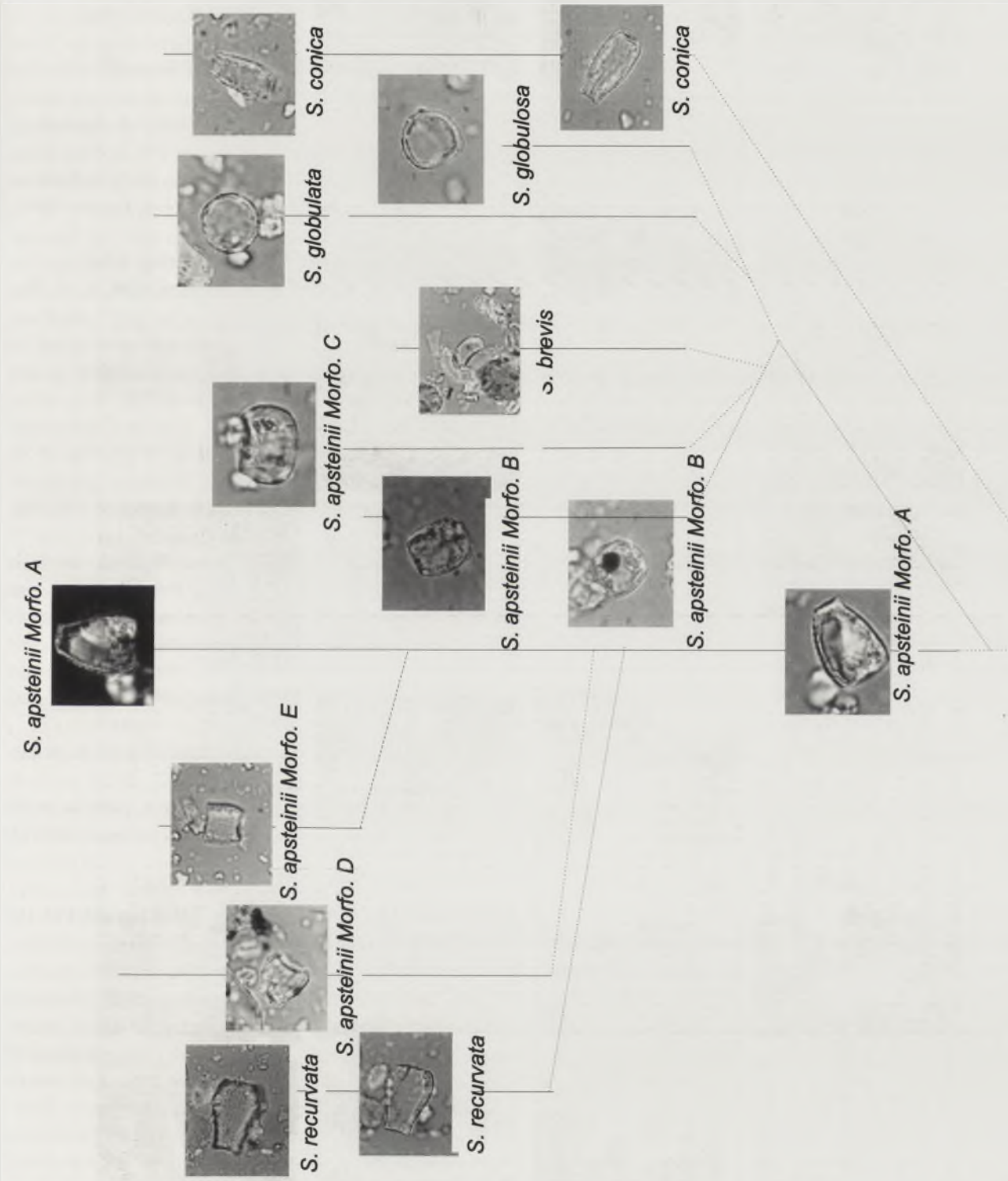


FIGURA 2. *Filogenia propuesta y distribución estratigráfica observada de las principales especies y/o morfotipos del grupo Scyphosphaera apsteinii. Las líneas discontinuas son inferidas.*

(Lancis, 1998). Partiendo de la diversidad observada y dada la variabilidad existente, se han podido analizar una serie de tendencias evolutivas que se manifiestan en estas cuencas durante el Mioceno Superior-Plioceno Inferior. El punto de partida lo constituyen las líneas iniciales propuestas por Rade (1975) para el Mioceno Medio, si bien los posteriores linajes establecidos no son coincidentes con los de este autor sobre todo en lo referente a los aspectos que marcan las posteriores diversificaciones del género.

Así pues se procede al análisis de las tendencias evolutivas observadas, pudiéndose establecer cuatro grandes líneas que se independizan y diversifican a partir del Mioceno Superior, donde se puede hablar de una verdadera radiación adaptativa del género:

La primera línea evolutiva, que se analiza en este artículo, se refiere al grupo de *S. apsteinii,* constituido por lopadolitos en forma de tonel o globular con la pared no recurvada o levemente recurvada en su extremo distal. Cuello muy reducido o ausente (ver Fig. 1). Constituye una línea ya establecida en el Eoceno Inferior que se diversifica de forma importante en el Mioceno Superior.

GRUPO DE *SCYPHOSPHAERA APSTEINII*

Scyphosphaera apsteinii Lohman, 1902

1902 *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann, p. 129, 132, L.4; Fig. 26-30 (*in* Farinacci I/207).

A pesar de que los lopadolitos presentan una gran diversidad morfológica, las importantes diferencias observadas entre ellos y el hecho de que su distribución estratigráfica no sea coincidente ha motivado que se distingan diferentes morfotipos:

Morfotipo A (Fig. 1-1, 2) más alargado, con la anchura mayor en la parte inferior media y que responde fielmente a la descripción de la especie. Se ha observado desde la Zona MBNN11a a la MBNN15 (Lancis, 1998).

Morfotipo B (Fig. 1-5, 6, 7) que es una forma más corta y cilíndrica, habiéndose observado desde la Zona MBNN11c a la MBNN11e (Lancis, 1998).

Morfotipo C (Fig. 1-8, 9) de aspecto cilíndrico, corto y muy dilatado. La distribución observada abarca desde la Subzona MBNN11c hasta la MBNN12 (Lancis, 1998).

Morfotipo D (Fig. 1-10, 11) similar al morfotipo A, pero mucho más corto y ancho hacia la base. Se observa a partir de la Subzona MBNN11d hasta la MBNN15 (Lancis, 1998).

Morfotipo E (Fig. 1-12, 13) que presenta una forma casi cilíndrica y abertura distal dilatada. Se ha observado desde la Zona MBNN12 a la MBNN13/MBNN14 (Lancis, 1998).

Scyphosphaera globulosa Kamptner, 1955 (Fig. 1-15, 16).

1955 *Scyphosphaera globulosa* Kamptner, p.23; L.8, Fig. ll3 (*in* Farinacci III/231).

En las cuencas estudiadas se encuentra desde la Subzona MBNN11c (base del Messiniense) hasta la parte media de la MBNN11d (Messiniense medio) (Lancis, 1998).

Scyphosphaera globulata Bukry & Percival, 1971. (Fig. 1-17, 18, 19).

1971 *Scyphosphaera globulata* Bukry & Percival, p. 138, L. 7, Fig. 1-6.

Se ha observado de forma frecuente desde la Subzona MBNN11b a la Zona MBNN13/MBNN14 (Lancis, 1998).

Scyphosphaera brevis Varol, 1984. (Fig. 1-14).

1984 *Scyphosphaera brevis* Varol, p. 380, L. 3, Fig. 5-7.

Se ha observado en varias secciones con una distribución típicamente Messiniense, desde la Subzona MBNN11c a la parte media de la MBNN11e (Lancis, 1998).

Scyphosphaera recurvata Deflandre, 1942. (Fig. 1-20, 21, 22, 23, 24).

1942 *Scyphosphaera recurvata* Deflandre, p. 132, Fig. 17-20.

En las cuencas estudiadas se ha observado desde la Subzona MBNN11c hasta la parte inferior de la Zona MBNN13/MBNN14 (Lancis, 1998). Se trata de una especie característica del Messiniense y Plioceno temprano.

Scyphosphaera conica Kamptner, 1955. (Fig. 1-25, 26, 27 y 28).

1955 *Scyphosphaera conica* Kamptner, p. 26, L. 9, Fig. 130-131.

Aunque es una forma escasa en estas cuencas, se ha observado desde la Subzona MBNN11c a la Zona MBNN13/MBNN14.

TENDENCIAS EVOLUTIVAS EN EL GRUPO DE *SCYPHOSPHAERA APSTEINII*

Al igual que en otros grupos de cocolitofóridos, la filogenia de *Scyphosphaera* permanece todavía oscura. Rade (1975), en sedimentos que se depositaron desde el Mioceno Medio al Plioceno Superior en la costa del este de Australia, analiza una serie de tendencias evolutivas dentro de este taxón basadas fundamentalmente en las variaciones que experimenta la pared, cuello y forma del lopadolito. Básicamente establece dos grandes grupos, uno derivado de *S. apsteinii*, ya presente en el Eoceno Inferior, y otro en la línea *S. expansa* (Eoceno Medio) - *S. ventricosa* (Mioceno Inferior). Éste último se diversifica durante el Mioceno Medio en una línea conducente a *S. pulcherrima* y otra hacia *S. amphora,* de las que este autor hace derivar nuevas formas durante el Mioceno Superior-Plioceno Inferior.

Si, como parece derivarse de los datos disponibles, las *Scyphosphaera spp.* proliferan únicamente en condiciones ambientales muy particulares y concretamente en cuencas

relativamente restringidas y separadas entre sí, es de esperar que aunque puedan manifestar tendencias evolutivas similares, la selección posterior conduzca a especies y formas distintas, según las características que se den en dichas cuencas. Los intercambios de especies entre cuencas pueden haberse producido sólo en momentos concretos y es probable que ciertas especies y/o morfotipos sean exclusivos de determinadas cuencas. Por otra parte las tendencias evolutivas que se manifiestan tampoco tienen por qué ser coincidentes.

Esto dibuja un panorama un tanto desolador a la hora de entender las líneas evolutivas del grupo que, desde ese punto de vista, serían difícilmente generalizables. De hecho distintos autores proponen una revisión de los linajes propuestos por Rade (1975) en base a los nuevos datos disponibles.

La distribución estratigráfica observada en estas cuencas para *S. apsteinii* y la morfología de los lopadolitos encontrados para esta especie, nos ha permitido establecer varias líneas diferentes (Fig. 2).

Por un lado se observa una marcada tendencia a presentar lopadolitos achatados y de perfil convexo, en la línea conducente a los Morfo. B (de aspecto más cilíndrico), Morfo. C (más corto y dilatado) y *S. brevis* (similar al Morfo. C, pero más corto y de menor tamaño). La exageración de esta corriente lleva a la aparición de lopadolitos claramente redondeados (*S. globulosa* y *S. globulata*). El inicio de esta línea puede establecerse hacia el Tortoniense superior. La mayoría de estas formas o no llegan al Plioceno o se extinguen durante el Plioceno Inferior (Fig. 2).

Ya en el Messiniense inferior alto, se observa por un lado una tendencia a formar lopadolitos más cortos y frágiles (*S. apsteinii* Morfo. D), que son formas frecuentes durante el Plioceno Inferior, y por otro a reducirse la placa proximal dilatándose la región distal, zona en la que se presenta la máxima anchura, incurvándose hacia dentro las paredes. Es la línea que conduce a *S. recurvata*.

Al inicio del Plioceno se detecta la aparición de formas prácticamente cilíndricas, con los flancos casi paralelos ligeramente convexos, cortas y de pequeño tamaño (*S. apsteinii* Morfo. E). Son especímenes frágiles que habría que situar dentro de una tendencia similar a la que generó los Morfo. D anteriormente.

Por último cabe destacar la línea conducente a *S. conica,* producto de un alargamiento de las paredes y, estando perfectamente establecida a finales del Tortoniense y manteniéndose invariable hasta el Plioceno Inferior.

REFERENCIAS

Bukry, D. y Percival, S. E. (1971): New Tertiary calcareous nannofossils. *Tulane St. Geol. Paleont.,* 8:123-146.

Deflandre, G., (1942): Coccolithophoridées fossiles d'Oranie. Genres *Scyphosphaera* Lohmann et *Thorosphaera* Ostenfeld. *Soc. Hist. Nat. Toulouse, Bull.,* 77: 125-137.

Gartner, S., Chen, M. P. y Stanton, R. J., (1979): Late Neogene history in the American Mediterranean. *VII Int. Cong. Med. Neog. Athens. Ann. Géol. Pays Hellén.* Tome Hors série, 1: 425-437.

Jafar, S. A., (1975): Calcareous nannoplankton from the Miocene of Rotti, Indonesia. *Nort Holland Publish. Verhandelinga Afd. Naturkunda.* 28; 1-99.

Kamptner, E., (1955): Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus Insulinde. Eine Mikropalaontologische Untersuchung. *Verh. Kon. Afd. Naturk.,* ser. 2, 50: 1-105.

Lancis, C., (1998): *El Nanoplancton Calcáreo de las Cuencas Neógenas Orientales de la Cordillera Bética.* Tesis Doctoral. Univ. de Alicante. 841p.

Lohmann, H., (1902): Die Coccolithophoridae, eine monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Mittelmeerauftriebs. *Archs. Protistenk., 1;* 89-165.

Martini, E., (1971): Standard Tertiary and Quatemary calcareous nannoplankton zonation. *In* Farinacci, A. (Ed.), *Proc. 2nd Int. Conf. Planktonic Microfossils Roma:* Rome (Ed. Tecnosci.), 2:739-785.

Rade, J., (1975): *Scyphosphaera* evolutionary trends with special reference to eastern Australia. *Micropaleontology,* 21(2): 151-164.

Varol, O., (1984): New Neogene calcareous nannofossil taxa from Malta and Southern Turkey. *N.Jb. Geol. Pal. Mh.,* 6: 375-384.

Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte II: Grupo *S. pulcherrima*

C. Lancis[1] y J. A. Flores[2]

1 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente. Universidad de Alicante. España.
2 Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, España.

ABSTRACT

The first specimens of Scyphosphaera are recorded during the Early Eocene, but during the Late Miocene it is observed an increase in diversity. Although these taxa have reduced biostratigraphic significance, it is an excellent paleoenvironmental marker relatively abundant in shallow and warm waters. This fact determines abundant record in several basins, whereas in other, are almost absent. In fact, most of the 50 identified species have been described in three sedimentary basins. In the Alicante-Cartagena basin, during the Messinian, we observed a high diversity. This is the second chapter of a series of four where we show the stratigraphic distribution as well as an attempt of evolutionary trend of the most characteristic groups of Scyphosphaera.

***Key words**: Calcareous nannofossils, Scyphosphaera, Late Miocene, Messinian, evolution, biostratigraphy, Alicante-Cartagena basin, Mediterranean.*

INTRODUCCIÓN

En este artículo se analiza la distribución bioestratigráfica y tendencias evolutivas observadas en el grupo de *S. pulcherrima.*

En el grupo de *S. pulcherrima* se incluyen lopadolitos robustos, con forma de cántaro, teniendo la máxima anchura hacia la mitad superior del lopadolito, presentando un cuello característico y una abertura distal amplia (Fig. 1).

NOTAS TAXONÓMICAS

Grupo de *S. pulcherrima*

Scyphosphaera pulcherrima Deflandre, 1942

1942 *Scyphosphaera pulcherrima* Deflandre, p. 133, Fig. 28-31.

Al igual que se comentó para *S. apsteinii,* y por las mismas razones (Lancis y Flores, este volumen) se han separado diferentes morfotipos:

Morfotipo A (Fig. 1-1, 2, 4, 5) lopadolito más corto y rechoncho, recordando en muchos aspectos a *S. ventricosa,* con la que parece estar relacionada, así como a las primeras *S. amphora* (Morfo. A). Es la forma más antigua, se ha observado desde la Subzona MBNN11a a la MBNN11c (Lancis, 1998).

Morfotipo B (Fig. 1-6, 7) se trata de una forma robusta, con las paredes casi rectas o sólo ligeramente convexas, cuello pronunciado y con un reborde apical muy marcado que le da un característico aspecto de campana. Se ha observado desde la Subzona MBNN11b a la MBNN11d (Lancis, 1998).

Morfotipo C (Fig. 1-8, 9) también robusto similar al anterior del que se diferencia por presentar el margen apical incurvado hacia afuera y las paredes convexas, con la anchura máxima ligeramente anterior al cuello. Se distribuye desde la Subzona MBNN11b a la MBNN11e (Lancis, 1998).

Morfotipo D (Fig. 1-10, 11) se caracteriza por presentar las paredes del margen divergentes y el cuello más corto. Se ha observado desde la Subzona MBNN11c a la MBNN11e (Lancis, 1998).

Morfotipo E (Fig. 1-12, 13) es una forma más frágil y estilizada, de aspecto cilíndrico y con el cuello reducido y sólo ligeramente incurvado. Se trata de un morfotipo característico del Plioceno Inferior habiéndosele observado desde la Zona MBNN12 a la MBNN15 (Lancis, 1998).

Morfotipo F (Fig. 1-14, 15) de forma también frágil y estilizada, con las paredes ligeramente convexas y márgenes del cuello divergentes. Abertura apical amplia. Se ha observado desde la Subzona MBNN11e a la Zona MBNN13/MBNN14 (Lancis, 1998).

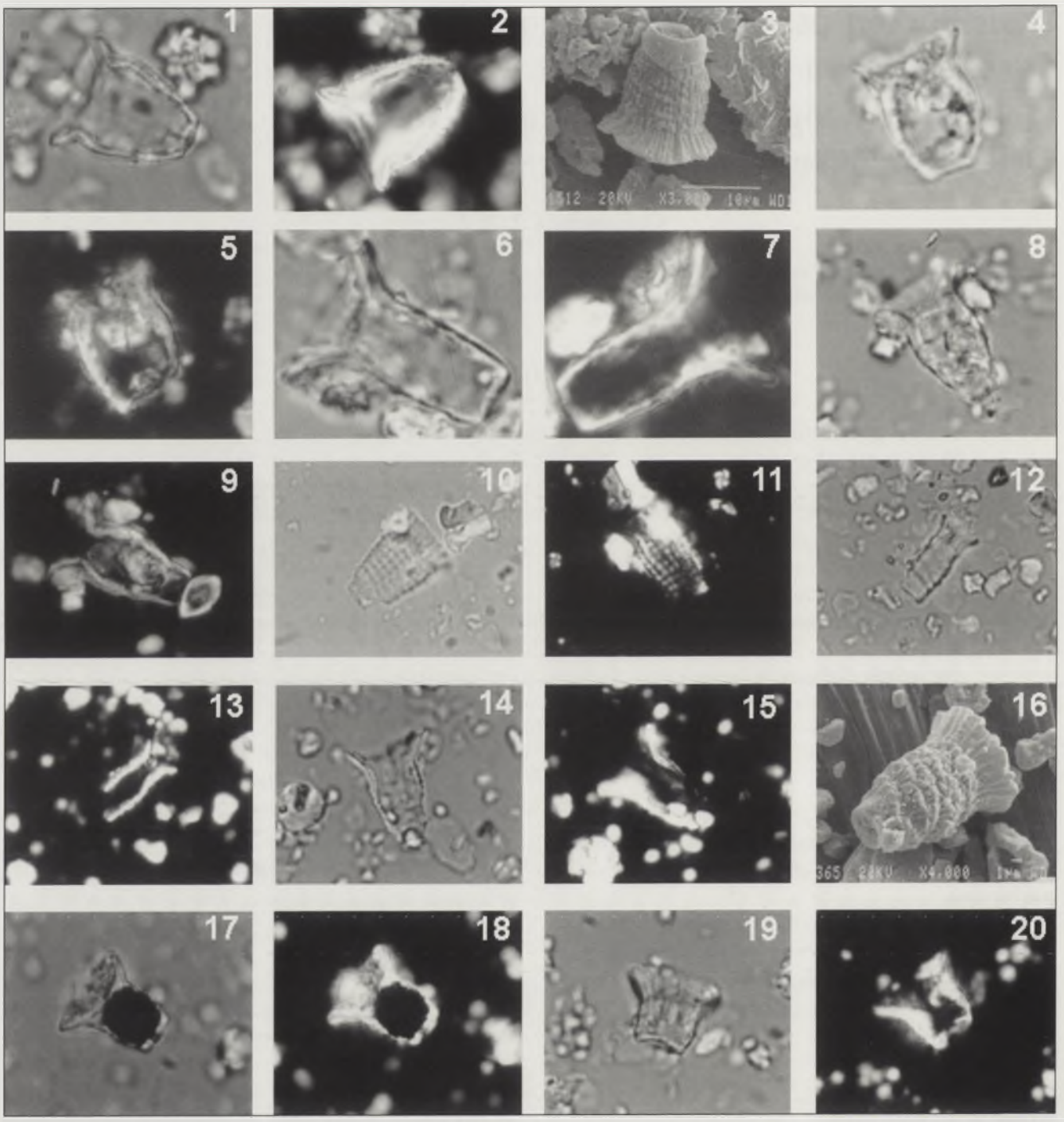


FIGURA 1. **1**.- *Scyphosphaera pulcherrima Morfo.A. X1500. COLO14. (Nicoles paralelos) N.P.;* **2**.- *S. pulcherrima Morfo.A. X1500. COLO14. (Nicoles cruzados) N.C.;* **3**.- *S. pulcherrima. CM94. (Microscopio electrónico) M.E.;* **4**.- *S. pulcherrima Morfo.A. X1500. CM02. N.P.;* **5**.- *S. pulcherrima Morfo.A. X1500. CM02. N.C.;* **6**.- *S. pulcherrima Morfo.B. X2500. PAN10. N.P.;* **7**.- *S. pulcherrima Morfo.B. X2500. PAN10. N.C.;* **8**.- *S. pulcherrima Morfo.C. X1500. PAN32. N.P.;* **9**.- *S. pulcherrima Morfo.C. X1500. PAN32. N.C.;* **10**.- *S. pulcherrima Morfo.D. X1500. COLO22. N.P.;* **11**.- *S. pulcherrima Morfo.D. X1500. COLO22. N.C.;* **12**.- *S. pulcherrima Morfo.E. X1500. CM104. N.P.;* **13**.- *S. pulcherrima Morfo.E. X1500. CM104.N.C.;* **14**.- *S. pulcherrima Morfo.F. X1500. CM112. N.P.;* **15**.- *S. pulcherrima Morfo. F. X1500. CM112. N.C.;* **16**.- *S. pulcherrima. CM92. M.E.;* **17**.- *S. haldalli. X1500. CM76. N.P.;* **18**.- *S. haldalli. X1500. CM76. N.C.;* **19**.- *S. haldalli. X1500. CM90. N.P.;* **20**.- *S. haldalli. X1500. CM90. N.C.*

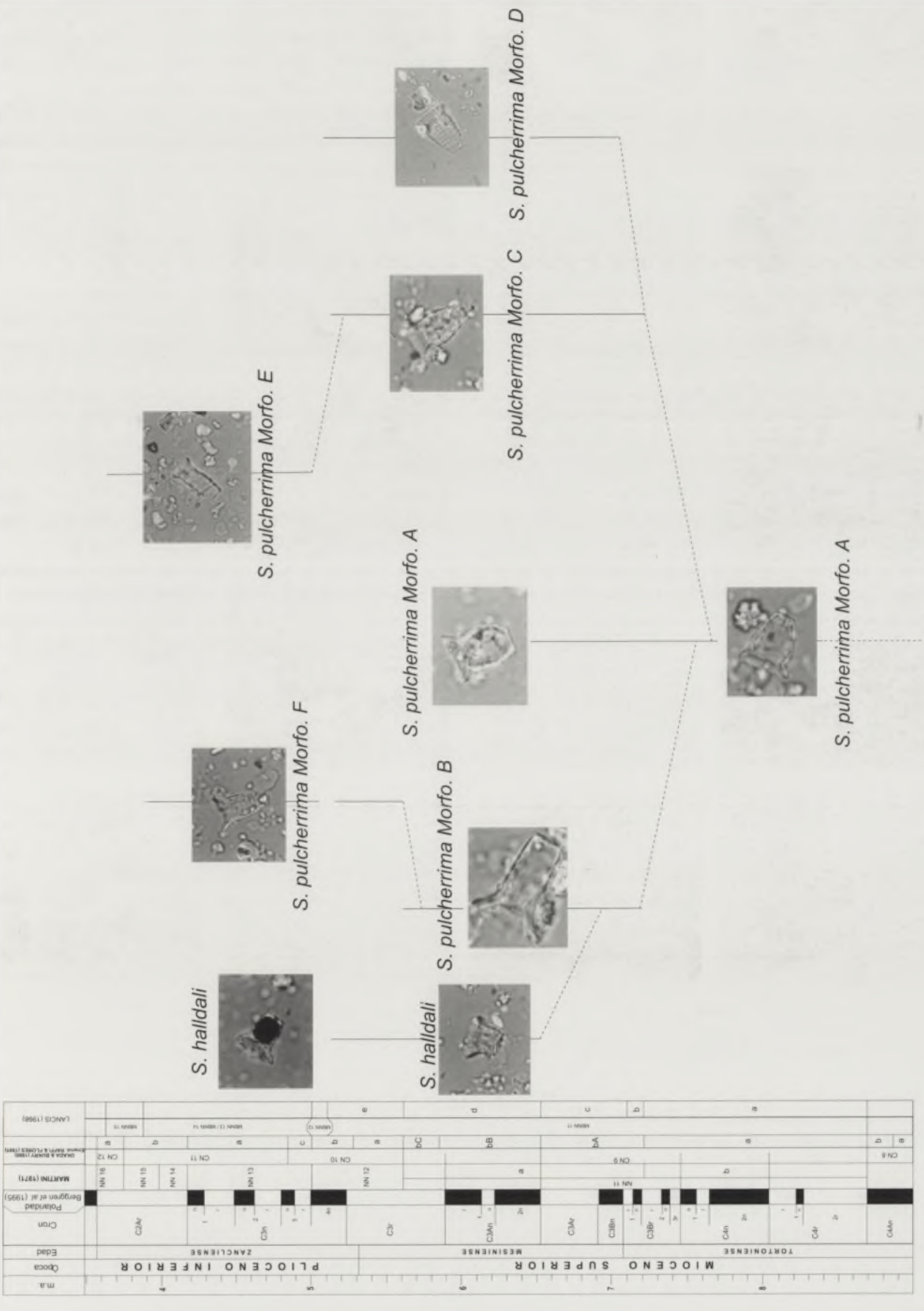


FIGURA 2. *Filogenia propuesta y distribución estratigráfica observada de las principales especies y/o morfotipos del grupo Scyphosphaera pulcherrima. Las líneas discontinuas son inferidas.*

Scyphosphaera halldali Deflandre, 1952. (Fig. 1-17, 18, 19, 20).

1952 *Scyphosphaera halldali* Deflandre, p. 137, L. 10, Fig. 22-24.

Se ha observado en las Subzonas MBNN11d y MBNN11e del corte del Cabezo del Moro (Lancis, 1998). En estas cuencas, es pues una especie característica del Messiniense terminal.

Desde el punto de vista evolutivo, se ha considerado derivada de *S. pulcherrima*, por acortamiento de la base, haciéndose las paredes más rectas.

TENDENCIAS EVOLUTIVAS EN EL GRUPO DE *S. PULCHERRIMA*

De acuerdo con Rade (1975), el grupo *S. pulcherrima*, derivaría de la línea *S. expansa* (Eoceno Medio) - *S. ventricosa* (Mioceno Inferior-Medio). Los especimenes más antiguos observados en el Tortoniense superior de esta cuenca (*S. pulcherrima* Morfo. A) presentan algunas similitudes con *S. ventricosa*.

Analizando la distribución estratigráfica y la morfología de los lopadolitos se dibujan dos tendencias iniciales desde el fin del Tortoniense (Fig. 2). Una conduce a formas alargadas, con paredes rectas o ligeramente convexas y mayor anchura del cuello, que presenta sus flancos grandes y abiertos hacia afuera (Morfo. B). La otra da lugar a especimenes también alargados, con paredes convexas, máxima anchura en la parte media superior y menor tamaño de la placa basal y del cuello. Sus flancos son menores y están ligeramente incurvados hacia afuera (Morfo. C) o son más cortos y rectos (Morfo. D).

Durante el Messiniense medio, a partir de los Morfo. B, por acortamiento del lopadolito en su parte basal, se genera *S. halldali* y ya a finales del Messiniense esta línea va a dar lugar a formas más estilizadas, de paredes ligeramente convexas con un cuello ancho, de flancos rectos, amplios y característicamente expandidos (Morfo. F).

Finalmente en el Plioceno basal, a partir de los Morfo. C, se originan también formas estilizadas, frágiles, con paredes algo convexas y proyecciones del cuello cortas (Morfo. E), que se observan durante todo el Plioceno Inferior estudiado (Fig. 2).

REFERENCIAS

Deflandre, G., (1942): Coccolithophoridées fossiles d'Oranie. Genres *Scyphosphaera* Lohmann et *Thorosphaera* Ostenfeld. *Soc. Hist. Nat. Toulouse, Bull.*, 77: 125-137.

Deflandre, G., (1952): Classe de Coccolithophoridés (Coccolithophoridae Lohmann, 1902). In: *Traité de Zoologie,* Grassé, P.P. (Ed.) Paris: Masson et Cie., 1: 439-470.

Lancis, C., (1998): El Nanoplancton Calcáreo de las Cuencas Neógenas Orientales de la Cordillera Bética. *Tesis Doctoral. Univ. de Alicante (España).* 841 p.

Lancis, C. y Flores, J. A., (2004): Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Miceno Superior-Plioceno Inferior de la Cuenca Neógena de Alicante Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte I: grupo *S. apsteinii*. Geo-Temas (este volumen).

Rade, J., (1975): *Scyphosphaera* evolutionary trends with special reference to eastern Australia. *Micropaleontology*, 21(2): 151-164.

Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte III: Grupo *S. campanula-S. turris*

C. Lancis[1] y J. A. Flores[2]

1 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente. Universidad de Alicante. España.
2 Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, España.

ABSTRACT

The first specimens of Scyphosphaera are recorded during the Early Eocene, but during the Late Miocene it is observed an increase in diversity. Although these taxa have reduced biostratigraphic significance, it is an excellent paleoenvironmental marker relatively abundant in shallow and warm waters. This fact determines abundant record in several basins, whereas in other, are almost absent. In fact, most of the 50 identified species have been described in three sedimentary basins. In the Alicante-Cartagena basin, during the Messinian, we observed a high diversity. This is the third chapter of a series of four where we show the stratigraphic distribution as well as an attempt of evolutionary trend of the most characteristic groups of Scyphosphaera.

***Key words**: Calcareous nannofossils, Scyphosphaera, Late Miocene, Messinian, evolution, biostratigraphy, Alicante-Cartagena basin, Mediterranean*

INTRODUCCIÓN

En este artículo se analiza la distribución bioestratigráfica y tendencias evolutivas observadas en el grupo de *S. campanula - S. turris* que está integrado por lopadolitos grandes, con la parte basal ligeramente convexa, paredes rectas o ligeramente divergentes y margen simple o incurvado hacia fuera (Fig. 1).

NOTAS TAXONÓMICAS

Grupo *Scyphosphaera campanula-Scyphosphaera turris*:

Forma integrada *Scyphosphaera campanula - S. turris*. Fig. 1 - 1, 2, 3.

Lopadolitos grandes, con la parte basal ligeramente convexa. Desde ese punto, las paredes se presentan rectas y convergentes. Cerca del polo apical se observa el collar, con el margen incurvado hacia afuera. La anchura máxima corresponde a la parte basal. La anchura de la abertura es similar a la de la placa basal.

Se trata de una forma característica del Messiniense inferior y medio que ha sido observada desde la base de la Subzona MBNN11c hasta prácticamente el techo de la MBNN11d (Lancis, 1998). Son ligeramente anteriores o casi coincidentes con las primeras formas de *S. campanula* Morfo. A y *S. turris* Morfo. A.

Grupo de *S. campanula*

Scyphosphaera campanula Deflandre, 1942

1942 *Scyphosphaera campanula* Deflandre, p. 134. L. 8, Fig. 6, 23-27.

En base a la diversidad morfológica que presenta la especie se han definido dos morfotipos, uno más corto y robusto, morfotipo A (Fig. 1.- 4, 5, 6, 7), observado desde la base de la Subzona MBNN11c, hasta la parte media de la MBNN11d y un Morfo. B (Fig. 1.- 8, 9), más estilizado, encontrado exclusivamente en la Subzona MBNN11d (Lancis, 1998). Se trata, en estas cuencas, de una especie característica del Messiniense inferior (Morfo. A) y medio-alto (Morfo. B).

Scyphosphaera galeana Kamptner, 1967

1967 *Scyphosphaera galeana* Kamptner, p. 149, L. 9, Fig. 68.

Es una especie (Fig. 1.- 16, 17, 18, 19) escasa en los cortes estudiados, habiéndose observado desde la parte media de la Subzona MBNN11e hasta el techo de la Zona MBNN13/MBNN14 (Lancis, 1998). Es pues una forma típica del Plioceno Inferior de estas cuencas.

Scyphosphaera cantharellus Kamptner, 1955

1955 *Scyphosphaera cantharellus* Kamptner, p. 24, L. 9, Fig. 120.

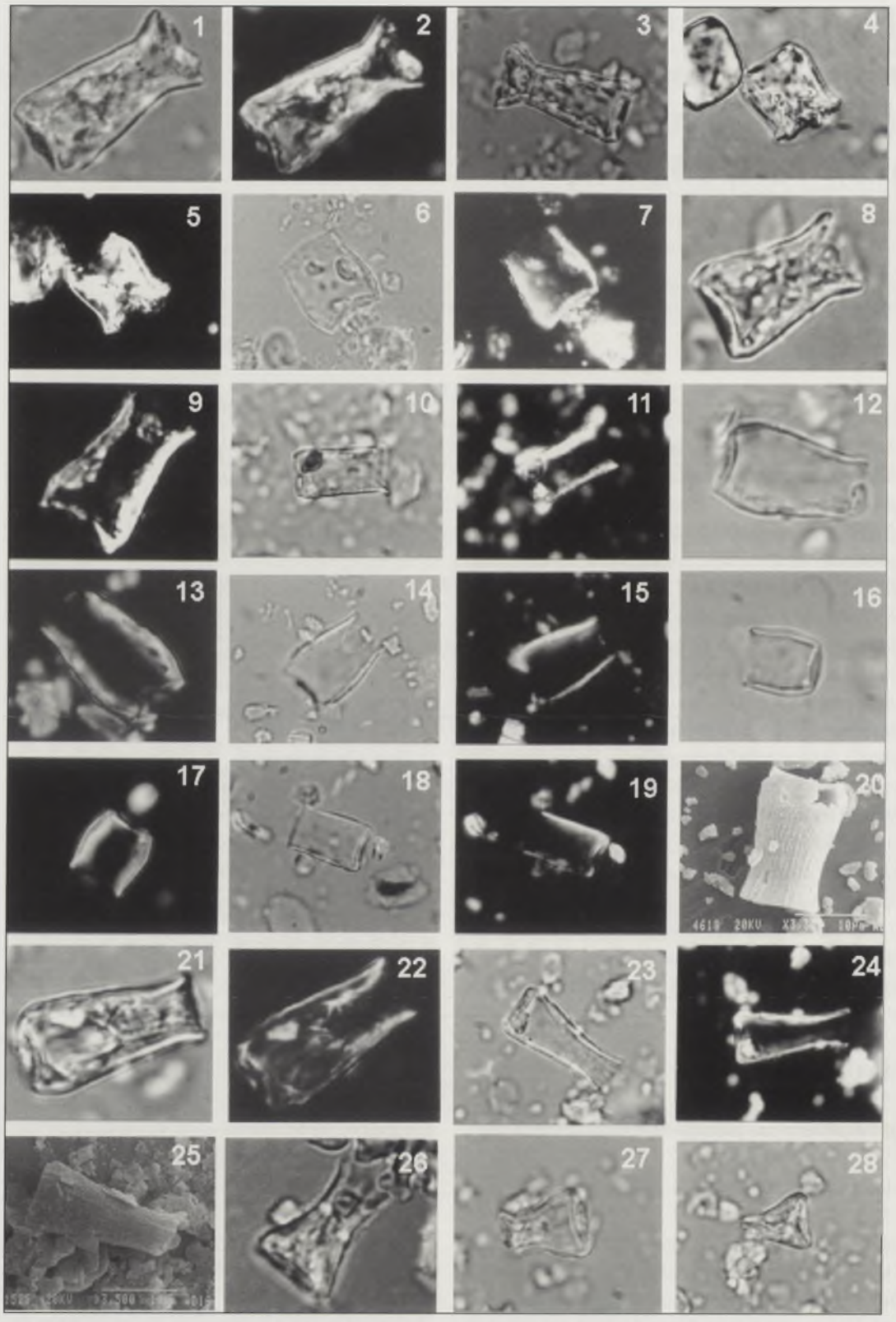


FIGURA 1. **1**.- *Scyphosphaera campanula/turris integrada. X2500. CM02. (Nicoles paralelos) N.P.;* **2**.- *S. campanula/turris integrada. X2500. CM02. (Nicoles Cruzados) N.C.;* **3**.- *S. campanula/turris integrada. X2500. CM80. N.P.;* **4**.- *S. campanula Morfo.A. X1500. CM01. N.P.;* **5**.- *S. campanula Morfo.A. X1500. CM01. N.C.;* **6**.- *S. campanula Morfo.A. X1500. PAN24. N.P.;* **7**.- *S. campanula Morfo.A. X1500. PAN24. N.C.;* **8**.- *S. campanula Morfo.B. X2500. CM10. N.P.;* **9**.- *S. campanula Morfo.B. X2500. CM10. N.C.;* **10**.- *S. cf. cilindrica. X1500. PC44. N.P.;* **11**.- *S. cf. cilindrica. X1500. PC44. N.C.;* **12**.- *S. aequatorialis. X2500. PTEL10. N.P.;* **13**.- *S. aequatorialis. X2500. PTEL10. N.C.;* **14**.- *S. aequatorialis. X1500. PTEL13. N.P.;* **15**.- *S. aequatorialis. X1500. PTEL13. N.C.;* **16**.- *S. galeana. X1500. PTEL8. N.P.;* **17**.- *S. galeana. X1500. PTEL8. N.C.;* **18**.- *S. galeana. X1500. PTEL11. N.P.;* **19**.- *S. galeana. X1500. PTEL11. N.C.;* **20**.- *Scyphosphaera galeana. PTEL5. (Microscopio electrónico) M.E.;* **21**.- *S. turris Morfo.A. X2500. CM10. N.P.;* **22**.- *S. turris Morfo.A. X2500. CM10. N.C.;* **23**.- *S. Morfo.B. X1500. DPH25. N.P.;* **24**.- *S. turris Morfo.B. X1500. DPH25. N.C.;* **25**.- *S. turris. CM80. M.E.;* **26**.- *S. cantarellus Morfo. A. X2500. CM2. N.P.;* **27**.- *S. cantarellus Morfo.B. X1500. DPH27. N.P.;* **28**.- *S. cantarellus Morfo.B. X1500. DPH27. N.C.*

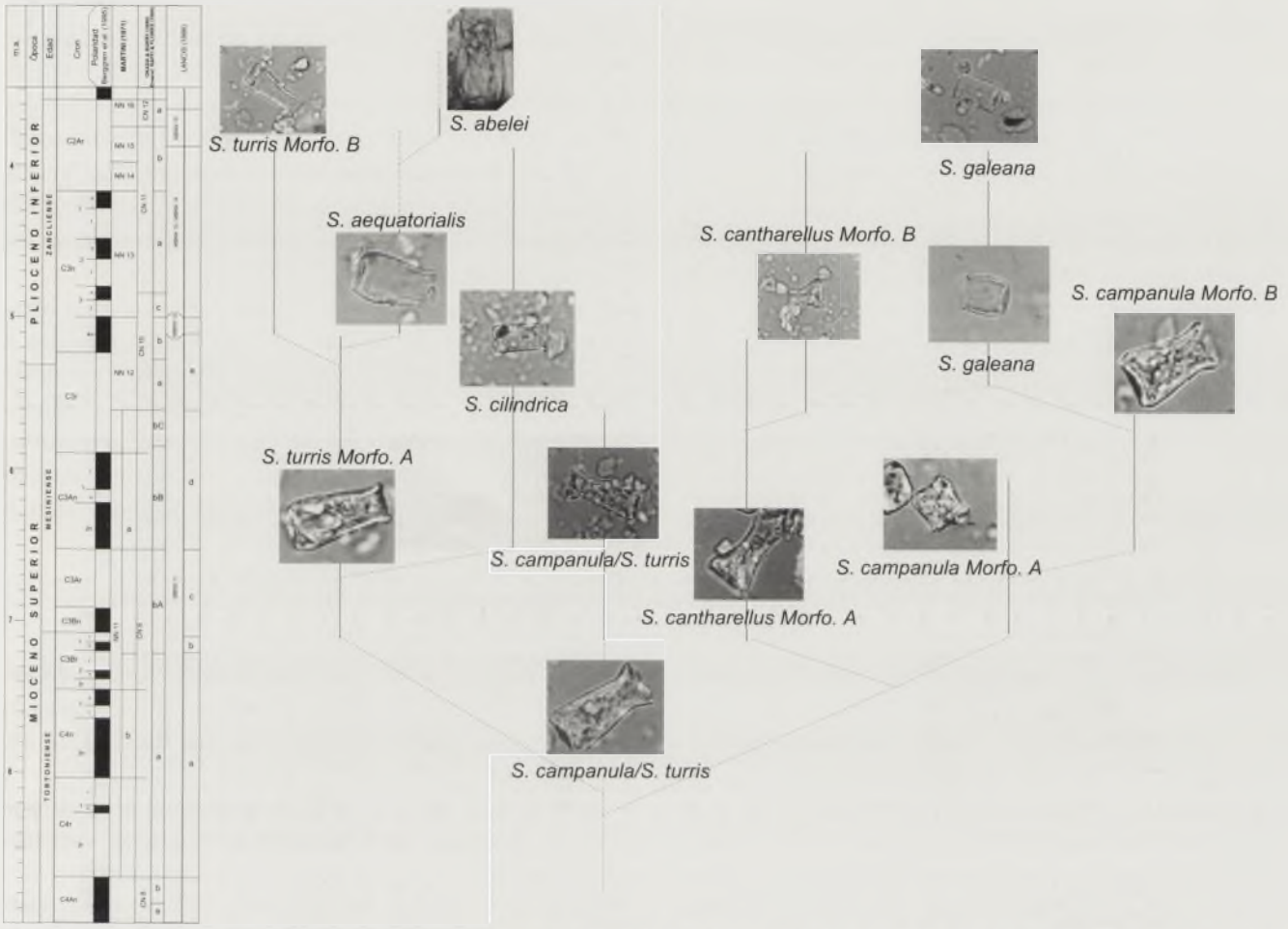


FIGURA 2. *Filogenia propuesta y distribución estratigráfica observada de las principales especies y/o morfotipos del grupo Scyphosphaera campanuda- Scyphosphaera turris. Las líneas discontinuas son inferidas.*

Al igual que sucede con otras especies del género las morfologías observadas en el Mesiniense para esta especie no son iguales a las pliocenas, habiéndose distinguido dos morfotipos:

Morfotipo A (Fig. 1.-26) más robusto, con la parte basal más amplia y cuello más alto, observado en el Messiniense, desde la Subzona MBNN11c a la MBNN11e (Lancis, 1998).

Morfotipo B (Fig. 1.-27, 28) más estilizado con los márgenes muy convergentes y cuello estrecho. Sus primeros representantes se observan al principio del Plioceno en la Zona MBNN11e extendiéndose hasta la MBNN13/MBNN14 (Lancis, 1998).

Grupo de *S. turris*

Scyphosphaera turris Kamptner, 1955

1955 *Scyphosphaera turris* Kamptner, p. 26, L. 9, Fig. 132.

En base a sus características observadas se han separado dos morfotipos diferentes:

Morfotipo A, claramente Messiniense, observado desde la Subzona MBNN11c hasta la base de la Zona MBNN12 (Lancis, 1998), tratándose de una forma más gruesa, con el margen más recto y cuello y abertura distal más amplios (Fig. 1.- 21, 22).

Morfotipo B, observado a partir del Plioceno temprano (MBNN12-MBNN13/MBNN14 (Lancis, 1998)) siendo una forma más estilizada, con los márgenes ligeramente cóncavos y el cuello más estrecho (Fig. 1.- 23, 24).

Scyphosphaera cilindrica Kamptner, 1955

1955 *Scyphosphaera cilindrica* Kamptner, p. 24, L. 9, Fig. 119.

Esta forma (Fig. 1.- 10, 11) se ha observado en el Corte del Cabezo del Moro y en el del Pantano de Elche, cómo forma escasa, distribuyéndose desde la Subzona MBNN11d (Messiniense medio-alto), hasta la parte media de la MBNN13/MBNN14 (Plioceno Inferior) (Lancis, 1998).

Scyphosphaera aequatorialis Kamptner, 1963

1963 *Scyphosphaera aequatorialis* Kamptner, p. 176, Fig. 27.

Se trata de una especie escasa, característica del Plioceno Inferior en estas cuencas. Se ha observado (Fig. 1.- 12, 13, 14, 15) desde la base de la Zona MBNN12 hasta la parte media de la MBNN13/MBNN14 (Lancis, 1998).

Scyphosphaera abelei Rade, 1975

1975 *Scyphosphaera abelei* Rade, p. 160, L. 4, Fig. 4-5.

En las muestras estudiadas es escasa y sólo se ha encontrado en el Plioceno Inferior alto del corte de Guardamar, Zona MBNN15 (Lancis, 1998).

TENDENCIAS EVOLUTIVAS EN EL GRUPO DE *SCYPHOSPHAERA CAMPANUDA–SCYPHOSPHAERA TURRIS*

Tal y como se comentaba anteriormente (Lancis y Flores, en este volumen) se han seguido criterios morfológicos similares a los utilizados por Rade (1975), fundamentalmente las variaciones que experimenta la pared, cuello y contorno del lopadolito lo que, junto a aspectos estratigráficos, permite establecer las cuatro líneas evolutivas que se analizan en esta serie de trabajos y que constituyen una auténtica radiación adaptativa del género *Scyphosphaera* a partir del Mioceno Superior.

El grupo *S. campanula-S. turris* se habría formado, de acuerdo con Rade (1975), de la línea de *S. amphora,* que a su vez procedería de *S. ventricosa* separándose durante el Mioceno Medio. Las primeras *S. campanula* aparecen, para este autor, en el Mioceno Superior.

Las observaciones realizadas en esta cuenca indican que dicha línea evolutiva, con formas intermedias *S. campanula-turris* claramente diferenciables, están perfectamente establecidas en el Tortoniense superior, experimentando una importante diversificación durante el Messiniense

En las secciones estudiadas (Lancis, 1998) se observa desde la base del Messiniense la presencia tanto de formas integradas *S. campanula-turris*, como de *S. turris* Morfo. A y *S. campanula* Morfo. A. La separación de ambos grupos a partir de las formas integradas (que prolongan su existencia hasta el Messiniense alto) debió pues producirse en el Tortoniense superior. Están claramente dibujadas las dos tendencias que conducen a dicha separación. Por un lado la que lleva al grupo de *S. turris* viene determinada por la práctica desaparición del cuello, pasando los flancos a ser rectos y ligeramente convergentes. Se mantiene la longitud del lopadolito. La conducente a *S. campanula*, en cambio, lleva asociado un acortamiento del lopadolito y reducción del cuello, pasando a ser ligeramente convexas las paredes en la porción basal (Fig. 2).

La misma vía de la que deriva *S. campanula,* caracterizada por un acortamiento del lopadolito debió bifurcarse pronto para generar *S. cantharellus* Morfo. A, caracterizado por un alargamiento del cuello y adquisición de flancos ligeramente cóncavos (Fig. 2).

Los primeros morfotipos de *S. campanula* (Morfo. A), son cortos y amplios dando lugar durante el Messiniense inferior-medio, a los Morfo. B más estilizados. De ellos se forma al final del Messiniense *S. galeana,* con las paredes más rectas, sólo ligeramente convexas y cuello casi ausente. También en este momento aparecen las primeras *S. cantharellus* Morfo B a partir de los Morfo. A, por reducción del tamaño, acortamiento del cuello y rectificación de los flancos de este (Fig. 2).

En la línea de *S. turris,* los Morfo. A generan en el Messiniense inferior *S. cilindrica*, con sus flancos paralelos y durante el Plioceno Inferior dan lugar por un lado a *S. turris* Morfo. B, que es una forma más estilizada con sus flancos rectos y convergentes, y por otro al conjunto *S. aequatorialis- S. abelei*, con sus paredes más convexas, presentando su máxima anchura en la parte basal (*S. aequatorialis*), o en la parte media baja (*S. abelei*) (Fig. 2).

REFERENCIAS

Deflandre, G., (1942): Coccolithophoridées fossiles d'Oranie. Genres *Scyphosphaera* Lohmann et *Thorosphaera* Ostenfeld. *Soc. Hist. Nat. Toulouse, Bull.*, 77: 125-137.

Kamptner, E., (1955): Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus Insulinde. Eine Mikropalaontologische Untersuchung. *Verh. Kon. Afd. Naturk.*, ser. 2, 50: 1-105.

Kamptner, E., (1963): Coccolithineen-Skeletteste aus Tiefseablagerungen der Pazifischen Ozeans. *Ann Naturh. Mus. Wien,* 66: 139-204.

Kamptner, E., (1967): Kalkflagellaten-Skelettreste aus Tiefseeschlamm des Südatlantischen Ozeans. *Ann. Naturh. Mus. Wien*, 71: 117-198.

Lancis, C., (1998): *El Nanoplancton Calcáreo de las Cuencas Neógenas Orientales de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral. Univ. de Alicante. 841p.

Lancis, C. y Flores, J. A., (2004a): Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Miceno Superior-Plioceno Inferior de la Cuenca Neógena de Alicante Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte I: grupo *S. apsteinii*. Geo-Temas (este volumen).

Lancis, C. y Flores, J. A., (2004b): Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Miceno Superior-Plioceno Inferior de la Cuenca Neógena de Alicante Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte II: grupo *S. pulcherrima*. Geo-Temas (este volumen).

Rade, J., (1975): *Scyphosphaera* evolutionary trends with special reference to eastern Australia. *Micropaleontology*, 21(2): 151-164.

Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la cuenca neógena de Alicante-Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte IV: Grupo *S. amphora-S. intermedia*

C. Lancis[1] y J. A. Flores[2]

1 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente. Universidad de Alicante. España.
2 Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, España.

ABSTRACT

The first specimens of Scyphosphaera are recorded during the Early Eocene, but during the Late Miocene it is observed an increase in diversity. Although these taxa have reduced biostrtigraphic significance, it is an excellent paleoenvironmental marker relatively abundant in shallow and warm waters. This fact determines abundant record in several basins, whereas in other, are almost absent. In fact, most of the 50 identified species have been described in three sedimentary basins. In the Alicante-Cartagena basin, during the Messinian, we observed a high diversity. This is the fourth and last chapter of a series of four where we show the stratigraphic distribution as well as an attempt of evolutionary trend of the most characteristic groups of Scyphosphera.

***Key words**: Calcareous nannofossils, Scyphosphaera, Late Miocene, Messinian, evolution, biostratigraphy, Alicante-Cartagena basin, Mediterranean*

INTRODUCCIÓN

En este artículo, continuación de los tres anteriores (Lancis y Flores, este volumen), se analiza la distribución bioestratigráfica y tendencias evolutivas observadas en el grupo de *S. amphora – S. intermedia*, siendo el último de esta serie.

El grupo de *S. amphora – S .intermedia*, desde el punto de vista morfológico, está integrado por lopadolitos más largos que anchos, paredes en general convexas y con un cuello característico. La máxima anchura se da en la parte inferior o media (Fig. 1).

NOTAS TAXONÓMICAS

Grupo *Scyphosphaera amphora-Scyphosphaera intermedia*

Forma integrada *Scyphosphaera amphora - S. intermedia.* (Fig. 1.- 1, 2).

Lopadolito alargado, más largo que ancho. En visión lateral las paredes son ligeramente convexas en la base, para ascender en línea recta al mismo tiempo que convergen. En la parte superior se curvan hacia fuera originando un perfil cóncavo, para ensancharse en el ápice. La parte más estrecha corresponde al cuello. La abertura apical tiene aproximadamente el mismo tamaño que la base.

En las cuencas estudiadas se ha observado en el corte de la Condomina, Pantano de la Pedrera y Cabezo del Moro, distribuyéndose desde la base de la Subzona MBNN11b a techo de la MBNN11c (Tortoniense terminal y Messiniense inferior) (Lancis, 1998).

Grupo de *Scyphosphaera amphora*

Scyphosphaera amphora Deflandre, 1942

1942 *Scyphosphaera amphora* Deflandre, p. 132, Fig. 21-22.

Se han establecido dos morfotipos con diferente distribución estratigráfica:

Morfotipo A (Fig. 1.- 8, 9, 10), que son formas más cortas y gruesas con los flancos presentando una convexidad importante en la parte inferior-media del lopadolito. Longitud del cuello en general escasa. Es una forma típicamente Messiniense y se ha observado desde la Subzona MBNN11c hasta la parte alta de la MBNN11e (Lancis, 1998).

Morfotipo B (Fig. 1.- 11, 12, 13, 14), que es más fino y estilizado, con menor convexidad de los flancos y cuello más alto. Se ha observado a partir del Plioceno temprano desde la Zona MBNN12 a la MBNN13/MBNN14.

Scyphosphaera lagena Kamptner, 1955

1955 *Scyphosphaera lagena* Kamptner, p. 25, L. 9, Fig. 124, 127.

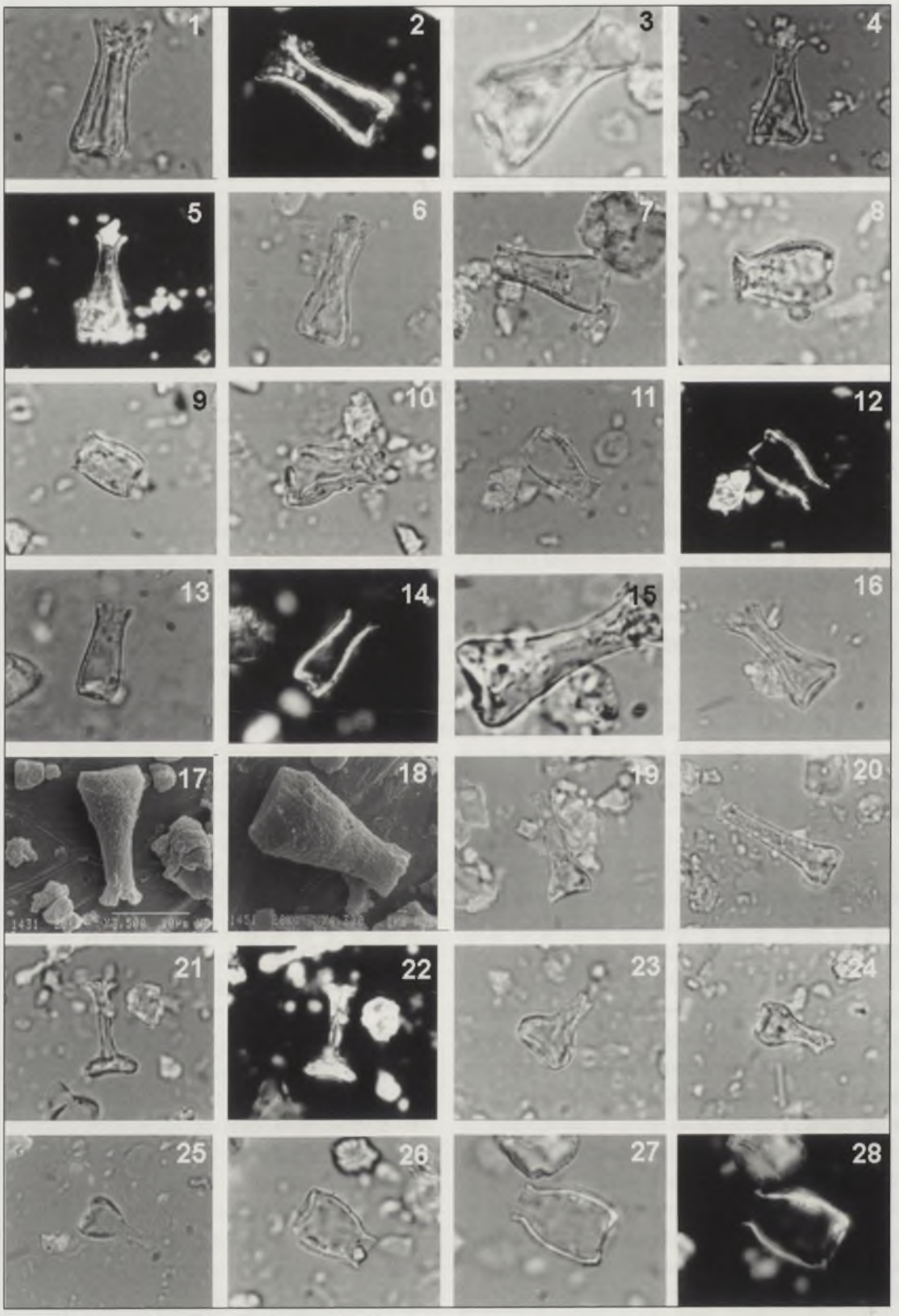


FIGURA 1. **1**.- *Scyphosphaera amphora/intermedia integrada. X1500. COLO13. (Nicoles Paralelos) N.P.;* **2**.- *S. amphora/intermedia integrada. X1500. COLO13. (Nicoles Cruzados) N.C.;* **3**.- *S lagena Morfo.A. X2500. CM03. N.P.;* **4**.- *S lagena Morfo.B. X1500. CM96. N.P.;* **5**.- *S lagena Morfo.B. X1500. CM96. N.C.;* **6**.- *S. lagena Morfo.C. X1500. DPH35. N.P.;* **7**.- *S. lagena Morfo.C. X1500. PAN30. N.P.;* **8**.- *S. amphora Morfo.A. X1500. PC54. N.P.;* **9**.- *S. amphora Morfo.A. X1500. PC79. N.P.;* **10**.- *S. amphora Morfo.A. X1500. PC42. N.P.;* **11**.- *S. amphora Morfo.B. X1500. GUA1. N.P.;* **12**.- *S. amphora Morfo.B. X1500. GUA1. N.C.;* **13**.- *S. amphora Morfo.B. X1500. GUA11. N.P.;* **14**.- *S. amphora Morfo.B. X1500. GUA11. N.C.;* **15**.- *S. intermedia. X3000. CM25. N.P.;* **16**.- *S. intermedia. X1500. COLO16. N.P.;* **17**.-*S. intermedia. CM96. (Microscopio Electrónico) M.E.;* **18**.- *S. intermedia. CM96. M.E.;* **19**.- *S. tubifera. X1500. PAN1. N.P.;* **20**.- *S. tubifera. X1500. COLO14. N.P.;* **21**.- *S. estevezii. X1500. CM104. N.P.;* **22**.- *S. estevezii. X1500. CM104. N.C.;* **23**.- *S. cf. pacifica Morfo. A. X1500. PTEL7. N.P.;* **24**.- *S. cf. pacifica Morfo. B. X1500. PC73. N.P.;* **25**.- *S. cf. pacifica Morfo. B. X1500. PTEL6. N.P.;* **26**.- *S. pacifica Morfo. C. X1500. PTEL4. N.P..;* **27**.- *S. pacifica Morfo. C. X1500. GUA6. N.P.;* **28**.- *S. pacifica Morfo. C. X1500. GUA6. N.C.*

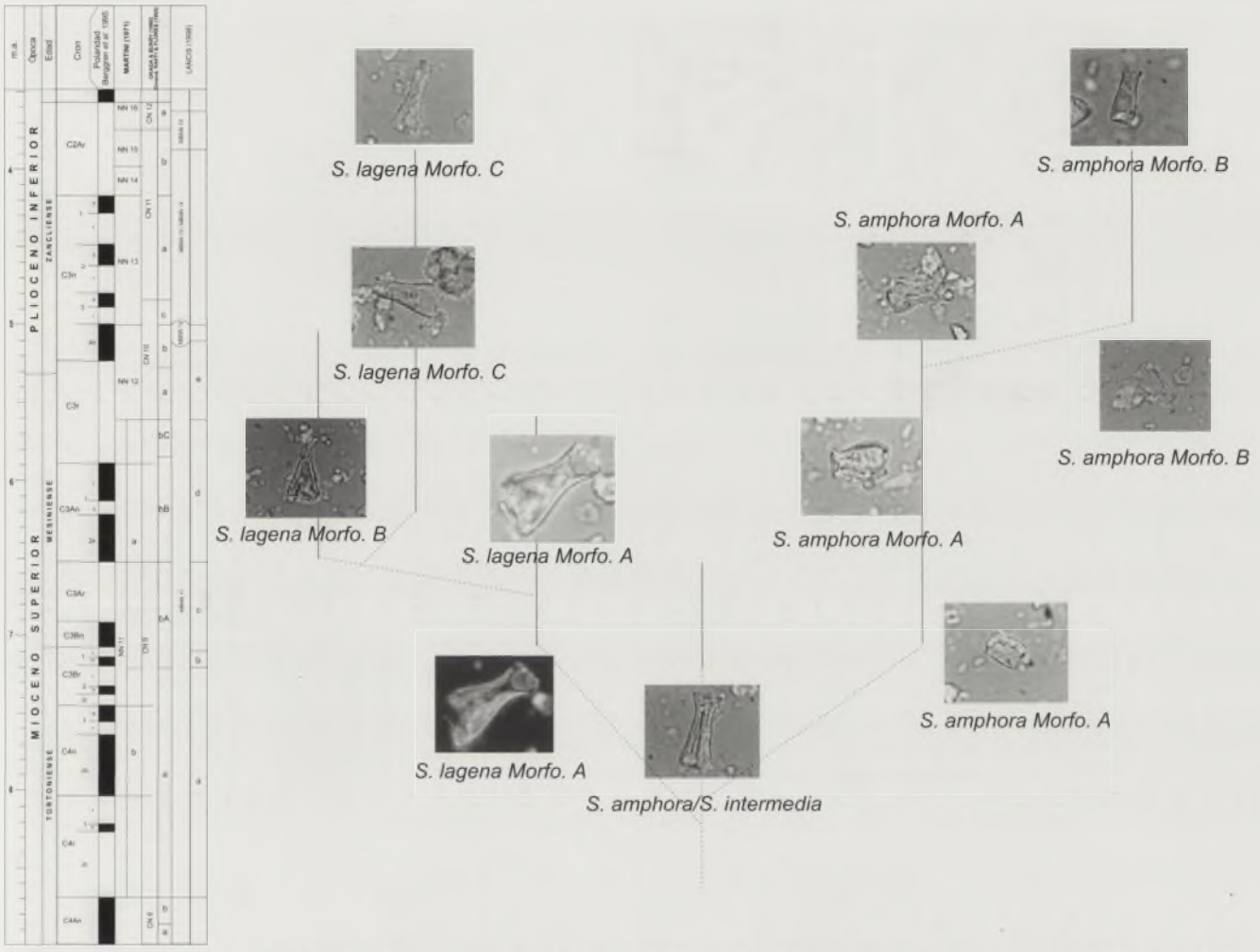


FIGURA 2. *Filogenia propuesta y distribución estratigráfica observada de las principales especies y/o morfotipos del grupo Scyphosphaera amphora- Scyphosphaera intermedia. Rama S. amphora. Las líneas discontinuas son inferidas.*

Se han establecido distintos morfotipos que difieren en su distribución estratigráfica:

Morfotipo A (Fig. 1.- 3), típicamente Messiniense (MBNN11c-MBNN11d) (Lancis, 1998), tratándose de una forma más robusta, con la parte basal más dilatada y el cuello más ancho.

Morfotipo B (Fig. 1.- 4, 5), observada a partir del Messiniense medio hasta el Plioceno temprano (MBNN11d-MBNN12) (Lancis, 1998) con una morfología algo más estilizada, parte basal dilatada con los flancos más convergentes hacia la zona del cuello, que se presenta más estrecho.

Morfotipo C (Fig. 1.- 6, 7) más alargado y estilizado con la parte basal más estrecha, flancos ligeramente cóncavos, cuello más ancho y abertura distal mayor. Presenta una distribución Messiniense medio-superior, Plioceno Inferior alto (MBNN11d-MBNN13/MBNN14) (Lancis, 1998).

Grupo de *Scyphosphaera intermedia*

Scyphosphaera intermedia Deflandre, 1942. (Fig. 1.- 15, 16, 17, 18).

1942 *Scyphosphaera intermedia* Deflandre, p. 134, Fig. 7-8, 32-36.

En estas cuencas se ha observado desde la Subzona MBNN11b hasta la MBNN11e, es por tanto una especie característica del Tortoniense superior y Messiniense (Lancis, 1998).

Scyphosphaera tubifera Kamptner, 1955. (Fig. 1.-19, 20).

1955 *Scyphosphaera tubifera* Kamptner , p. 26, L. 9, Fig. 133.

En las secciones estudiadas se ha observado exclusivamente en la Zona MBNN11c (Lancis, 1998)

Scyphosphaera pacifica Rade, 1975

1975 *Scyphosphaera pacifica* Rade, p. 158, L. 3, Fig. 6-9.

En estas cuencas se han observado tres morfotipos con diferente distribución estratigráfica:

Morfotipo A (Fig. 1.-23) con la parte basal muy ensanchada y paredes convexas que convergen enseguida de forma

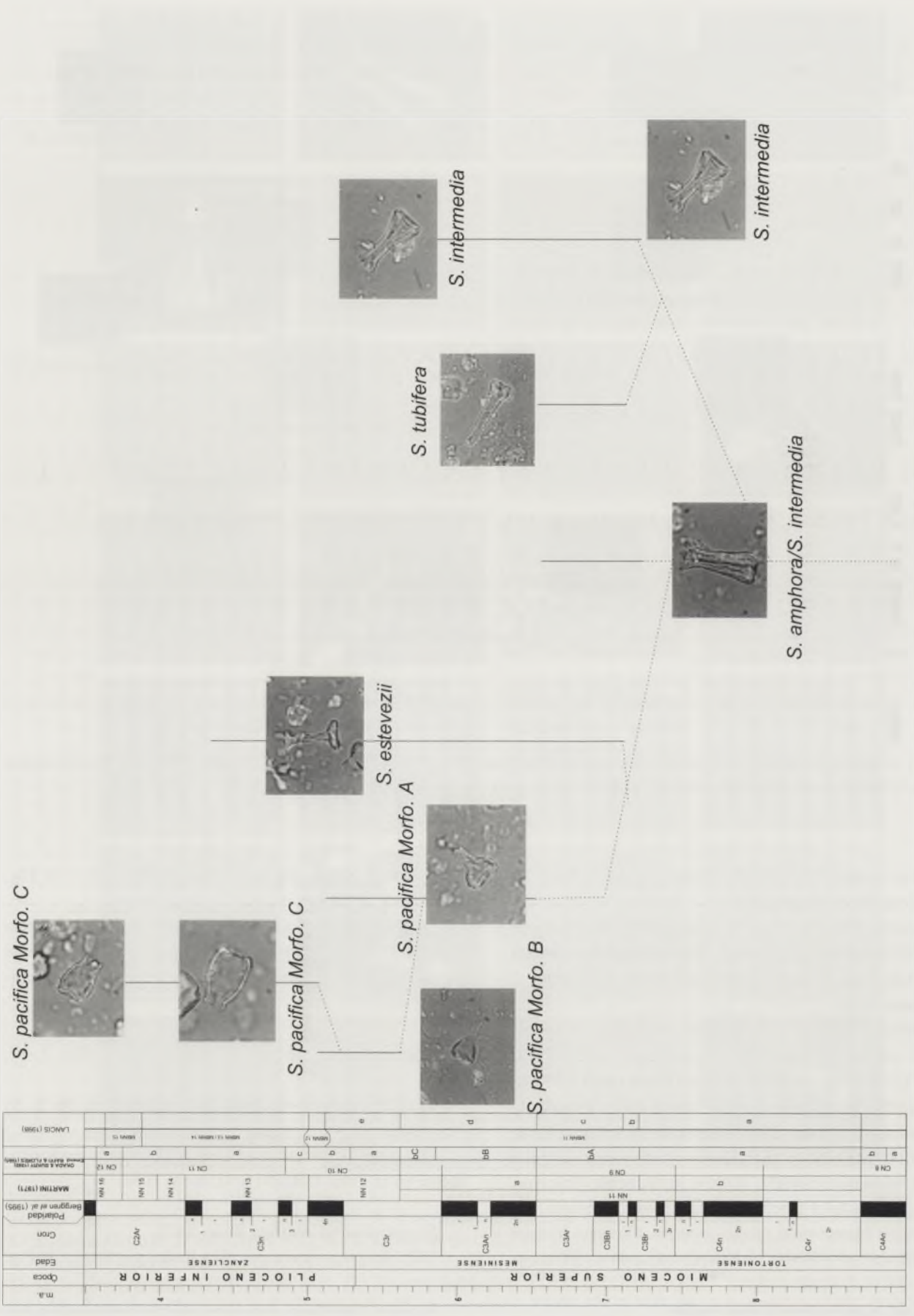


FIGURA 3. *Filogenia propuesta y distribución estratigráfica observada de las principales especies y/o morfotipos del grupo Scyphosphaera amphora- Scyphosphaera intermedia. Rama S. intermedia. Las líneas discontinuas son inferidas.*

abrupta para constituir un cuello rectilíneo. Se ha observado en las Subzonas MBNN11d y MBNN11e (Messiniense medio y superior) (Lancis, 1998).

Morfotipo B (Fig. 1.- 24, 25), similar al anterior si bien la base es menos amplia, presentando una característica forma de matraz. Los flancos divergen ligeramente en el ápice. Se distribuye en la Subzona MBNN11e y en la Zona MBNN12 (Lancis, 1998).

Morfotipo C (Fig. 1.- 26, 27, 28), típicamente plioceno, habiéndose observado desde la parte alta de la Zona MBNN12 a la MBNN15 (Lancis, 1998). Sus características morfológicas se ajustan mejor a la especie descrita por Rade (1975) presentando una forma de barril característica con un cuello corto y recto.

Scyphosphaera estevezii. nova sp.

Fig. 1.-21, 22

Localidad tipo: Torremendo (Orihuela). España. Sección del Cabezo del Moro.

Holotipo: Muestra CM104. (Fig. 1.-21, 22), depositada en el Laboratorio de Geología de la Universidad de Alicante.

Edad: Messiniense superior-Plioceno inferior.

Derivación del nombre: De Estévez. Dedicada al Profesor D. Antonio Estévez Rubio.

Descripción:

Forma característica del grupo de *S. intermedia* que presenta la base pequeña, ancha y aplastada con las paredes convexas. Los flancos se incurvan posteriormente hacia adentro para ascender rectos hacia la parte superior originando un largo cuello de características similares al de *S. tubifera*, si bien en este caso se abren hacia fuera en el ápice.

Tamaño:

Longitud: 17,2 μm

Anchura máxima: 9,7 μm

Anchura del cuello: 2 μm

Anchura del extremo apical: 6,9 μm

Consideraciones:

Se diferencia de *S. tubifera* por el claro recurvamiento hacia afuera que presenta en el ápice. De *S. intermedia* se distingue por tener los flancos paralelos en la zona del cuello y de ambas por la base más ancha y aplastada.

Se ha observado en las cuencas estudiadas en las secciones del Puerto de la Cadena, La Condomina, Pantano de la Pedrera, Cabezo del Moro, Pantano de Elche y Dehesa de Pino Hermoso, con una distribución que se extiende desde la Subzona MBNN11c (Messiniense inferior) a la parte media de Zona MBNN13/MBNN14 (Plioceno Inferior) (Lancis, 1998).

TENDENCIAS EVOLUTIVAS EN EL GRUPO *SCYPHOSPHAERA AMPHORA/SCYPHOSPHAERA INTERMEDIA*

El grupo *S. amphora /S. intermedia* deriva también, de acuerdo con Rade (1975), de la línea *S. expansa-S. ventricosa*, separándose al igual que el grupo *S. campanuda / S. turris* durante el Mioceno Medio.

Las observaciones realizadas en este estudio indican que, a partir de formas integradas *S. amphora – S. intermedia*, se originan durante el Tortoniense superior dos linajes (Figs. 2 y 3) que se diversifican de forma diferente:

En una de las líneas, se da una tendencia al ensanchamiento de la parte basal y/o media, con flancos convexos en estos puntos, que llevaría al grupo de *S. amphora* (Fig. 2). Dentro de él se observan dos vías evolutivas claramente diferenciadas. La primera, con un mayor ensanchamiento y convexidad en la parte media y acortamiento del cuello, conduce a *S. amphora*. Da lugar inicialmente a formas cortas y redondeadas (Morfo. A) , que se van estilizando a lo largo del Messiniense y ya en el Plioceno Inferior van a generar formas más alargadas y estilizadas (Morfo. B), que son características de este periodo. La otra línea, que conduce a *S. lagena,* se caracteriza por presentar la máxima anchura y convexidad en la base y, al igual que *S. amphora*, da lugar a formas más gruesas y robustas durante el Messiniense (Morfo. A y Morfo. B) y otras más estilizadas en el Plioceno Inferior (Morfo. C).

El otro grupo, *S. intermedia* (Fig. 3), se genera, en cambio, a partir de las formas integradas por una tendencia conducente a la reducción de la parte basal y alargamiento concomitante del cuello. Al igual que en el caso anterior, dos caminos evolutivos diferentes se dibujan con nitidez. En el primer caso el lopadolito se estrecha, presentando ligeramente ensanchada la parte basal, alargándose el cuello que tiene sus flancos cóncavos (*S. intermedia*) o rectos (*S. tubifera*). En el segundo, la parte basal se dilata, adquiriendo una forma redondeada, mientras el cuello se alarga y estrecha presentando sus flancos rectos (*S. pacifica* Morfo. A y Morfo. B). Una exageración de esta tendencia con aplanamiento de la parte basal conduce a la rama lateral de *S. estevezii* en el Messiniense inferior. A diferencia de lo observado con otras especies, *S. pacifica,* manifiesta durante el Plioceno Inferior una tendencia a la reducción del cuello y ensanchamiento de la parte inferior y media adquiriendo una forma más robusta (Morfo. C).

REFERENCIAS

Deflandre, G., (1942): Coccolithophoridées fossiles d'Oranie. Genres *Scyphosphaera* Lohmann et *Thorosphaera* Ostenfeld. *Soc. Hist. Nat. Toulouse, Bull.,* 77: 125-137.

Kamptner, E., (1955): Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus Insulinde. Eine Mikropalaontologische Untersuchung. *Verh. Kon. Afd. Naturk.,* ser. 2, 50: 1-105.

Lancis, C., (1998): *El Nanoplancton Calcáreo de las Cuencas Neógenas Orientales de la Cordillera Bética.* Tesis Doctoral. Univ. de Alicante. 841p.

Lancis, C. y Flores, J. A., (2004a): Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en

el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la Cuenca Neógena de Alicante Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte I: grupo *S. apsteinii*. Geo-Temas (este volumen).

Lancis, C. y Flores, J. A., (2004b): Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la Cuenca Neógena de Alicante Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte II: grupo *S. pulcherrima*. Geo-Temas (este volumen).

Lancis, C. y Flores, J. A., (2004c). Distribución estratigráfica y consideraciones evolutivas sobre *Scyphosphaera* en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la Cuenca Neógena de Alicante Cartagena (Cordillera Bética Oriental). Parte II: grupo *S.campanula / S. turris*. Geo-Temas (este volumen).

Rade, J., (1975): *Scyphosphaera* evolutionary trends with special reference to eastern Australia. *Micropaleontology*, 21(2): 151-164.

Análisis bioestratigráfico mediante el empleo de nanofósiles calcáreos en la cuenca neógena de San Miguel-Torremendo (Cordillera Bética Oriental)

C. Lancis[1], J. A. Flores[2], F. Sierro[2] y A. Estévez[1]

1 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente. Universidad de Alicante. España. Carlos.lancis@ua.es

2 Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, España. flores@usal.es

ABSTRACT

High and low resolution calcareous nannofossil analyses were carried out in the San Miguel-Torremendo basin identifying the Martini's standard zone NN1, Messinian. The observation of new species and morphotypes and their stratigraphic range in the region improve the standard biostratigraphic pattern. An interval with "marked cyclic oscillations" in the calcareous nannofossil assemblage, as well as an increase in the abundance of Geminilithella jafari in the top the section, announce the "salinity crisis".

***Key words**: Messinian, Calcareous nanofossils, San Miguel-Torremendo basin, Bisotratigraphy, Messinian Salinity crisis.*

INTRODUCCIÓN

La sección del pantano de la Pedrera está ubicada en el borde meridional de la Cuenca del Segura (Alicante, España) (ver Fig. 1). Se trata de una secuencia turbidítica dentro de la Formación Margas de Torremendo (Montenat, 1977) constituida por una alternancia de margas y margocalizas presentando en la parte intermedia-alta varios niveles diatomíticos con abundante fauna de peces.

La Cuenca del Segura, al igual que otras cuencas neógenas de la Cordillera Bética, mantuvieron su conexión, tanto con el Atlántico como con el Mediterráneo hasta el Tortoniense. Probablemente a partir de ese momento el cierre del estrecho Nord-Bético y Rifeño, las aislaron del Atlántico. Desde el Messiniense medio-alto y hasta el inicio del Plioceno, el Mediterráneo estuvo sometido a una intensa evaporación predominando unas condiciones de clima árido, lo que ha quedado reflejado en los sedimentos depositados en dicho periodo. En ese momento tiene lugar, la denominada por Hsü *et al.* (1973) "crisis de salinidad messiniense", durante la que se depositaron grandes cantidades de yesos y sales en todo el Mediterráneo.

El interés de este trabajo viene determinado por el hecho de que se trata de cuencas de las que se dispone de pocos datos bioestratigráficos y paleoecológicos previos (Lancis *et al.*, 1993; Lancis, 1998), donde, por primera vez, se han abordado estos aspectos mediante el uso del nanoplancton calcáreo, lo que puede contribuir a resolver algunos de los problemas geológicos que dichas cuencas plantean.

TÉCNICAS

Las muestras de nanoplancton se han preparado siguiendo las técnicas propuestas por Flores (1985) modificadas por (Lancis, 1998). Se han realizado análisis cualitativos y cuantitativos con diferentes recuentos según la abundancia de los nanolitos, alcanzándose en ocasiones hasta los 275.000 ejemplares registrándose taxones cuya abundancia se sitúa en valores del 0,002 al 0,005%.

ASOCIACIÓN NANOFLORÍSTICA

Análisis de baja resolución

Los análisis cuantitativos muestran que los reticulofenéstridos son los componentes mayoritarios de la asociación nanoflorística. Siguiendo a Flores y Sierro (1989) se han distinguido 4 grupos dentro de ellos entre los reticulofenéstridos:

Reticulofenestra pseudoumbilicus, *Dictyococcites antarcticus*, *Reticulofenestra haqii/minutula* [*Reticulofenestra haqii* más *Reticulofenestra minutula*], *Reticulofenestra rotaria*, Pequeños placolitos (con un tamaño inferior a 3µm y en el que se incluye, *Dictyococcites productus* más *Reticulofenestra minuta*).

Tal y como se observas en las figuras 2 y 3 *Reticulofenestra pseudoumbilicus* se encuentra presente en todo el corte y sus máximos de abundancia se correlacionan bien con *Reticulofenestra haqii/minutula* si bien estas son formas

FIGURA 1. *Localización geográfica de la sección del Pantano de la Pedrera.*

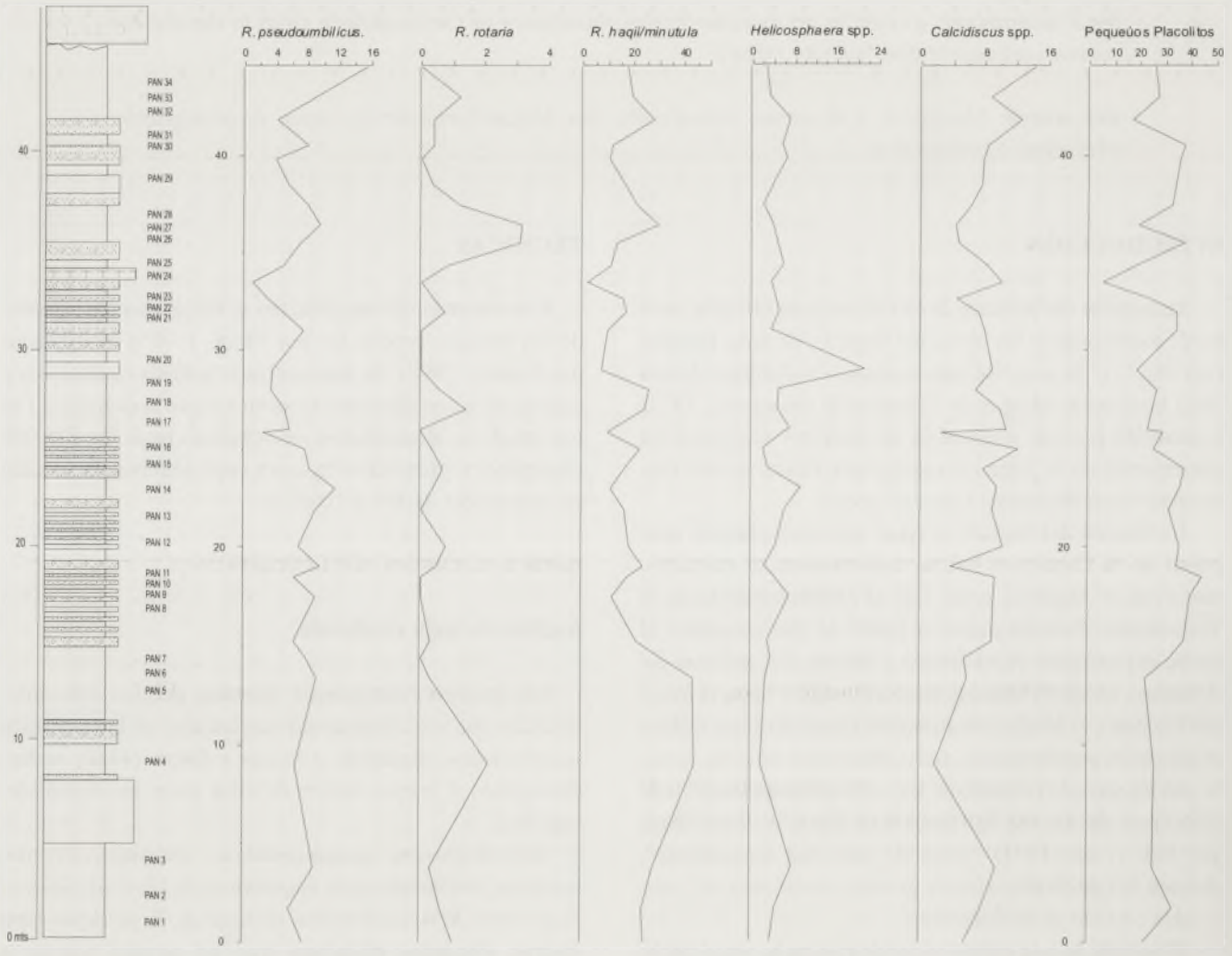


FIGURA 2. *Abundancia de algunas especies significativas de la sección del Pantano de la Pedrera.*

mucho más abundantes llegando a representar en algunos momentos casi el 50% de la asociación. En su distribución se oponen claramente a las abundancia de los helicolitos, *G. jafari* y pequeños placolitos que son formas especialmente abundantes no bajando en general del 20%. En su distribución se observa, en ciertos tramos, una alternancia en sus picos de abundancia que ponen de manifiesto una ciclicidad evidente.

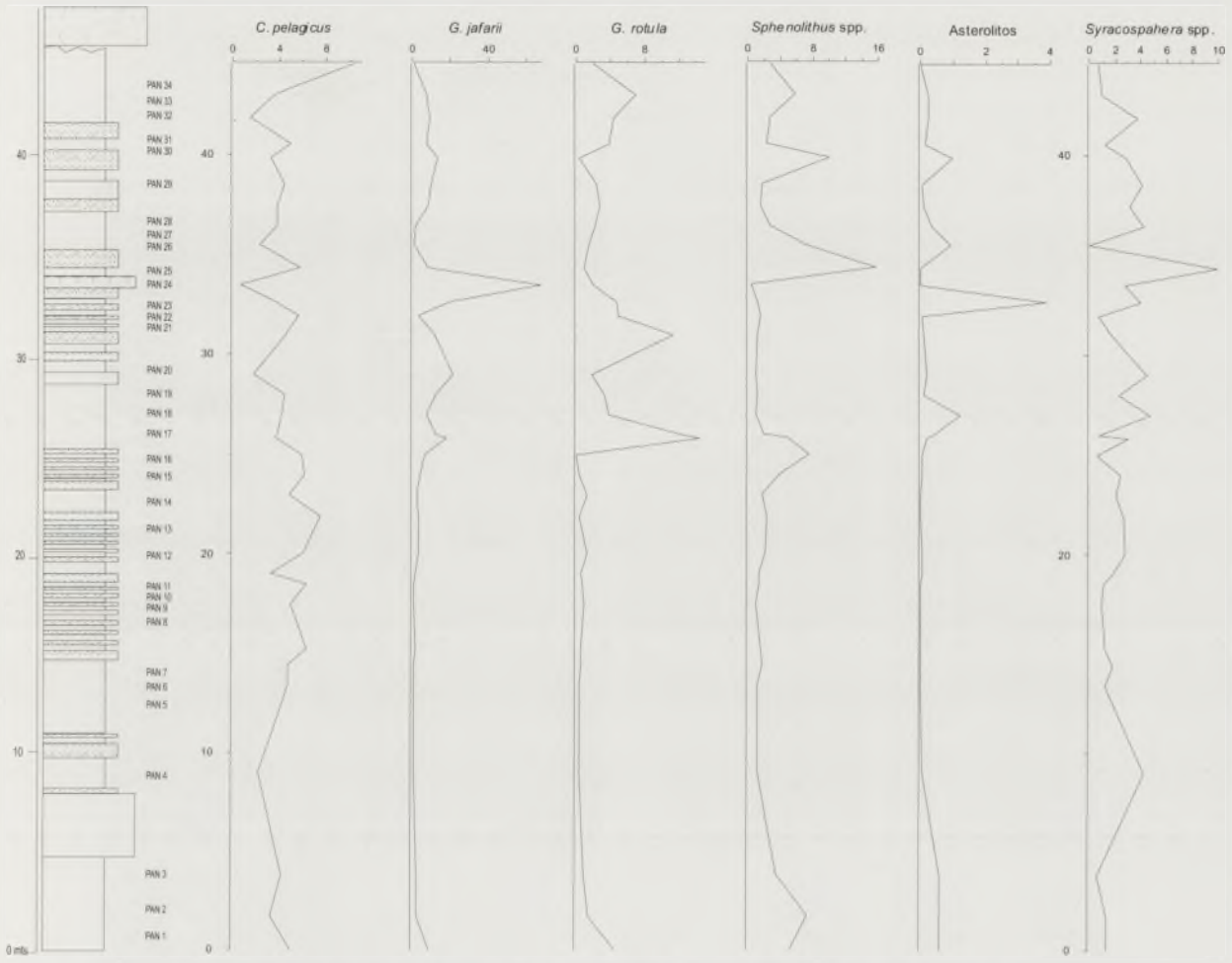


FIGURA 3. *Abundancia de algunas especies significativas de la sección del Pantano de la Pedrera.*

R. rotaria aparece ya desde la primera muestra, localizándose hasta la PAN33. Su distribución va muy pareja a la de *R. haqii/minutula*.

La distribución de *Geminilithella jafari* es especialmente significativa. Pasan a ser formas determinantes en la segunda mitad de la sección, donde se observa una ciclicidad clara con momentos de eclosión que llegan a representar el 70% de la asociación. Su distribución se opone a la de Reticulofenestra y haqii/minutula y no es coincidente con la de *G. rotula* estando esta última más próxima a la de helicolitos y *Calcidiscus* spp. (ver Figs. 2 y 3).

Helicolitos y *Calcidiscus* spp., son abundantes en todo el corte. Y siguen una distribución similar en varios tramos, opuesta en general a la de los asterolitos, *R. pseudoumbilicus* y *R. haqii/minutula*.

Syracosphaera spp. son formas que están también bien representadas en algunos puntos pudiendo representar el 10 % de la asociación como ocurre poco después de la eclosión de *Geminilithella jafarii*.

Análisis de alta resolución

Se han realizado para el estudio de los taxones, en general escasos en número de individuos, pero que presentan importancia bioestratigráfica o paleoecológica. Así, entre los asterolitos se han identificado marcadores bioestratigráficos como *D. quinqueramus o D. berggrenii* en prácticamente todas las muestras, aunque en escaso número. El FAD (*First Appearanece Datum*- Primer registro) aparece en la PAN1 y aunque se deja de observar a partir de la muestra PAN31 y PAN 27 respectivamente, seguramente no coincide con el LAD (*Last Appearance Datum* - Último registro) por el estado de conservación de las muestras (Figs. 4 y 5)

En cuanto a su abundancia, son en general muy escasos, salvo en algunos tramos en los que están mejor representados, como ocurre en la parte final, a partir de los 25 m y en los 10 primeros metros Su distribución coincide bastante bien con la de ceratolitos y *Reticulofenestra* spp. y se opone a la *Geminilithella* spp. o helicolitos.

Los ceratolitos son todavía más escasos que los asterolitos siguiendo un patrón similar.

CONCLUSIONES: EVENTOS BIOESTRATIGRÁFICOS RECONOCIDOS

El conjunto de especies define una asociación Messiniense. Los marcadores bioestratigráficos, tanto de las biozonaciones estándar como de la definida por Lancis

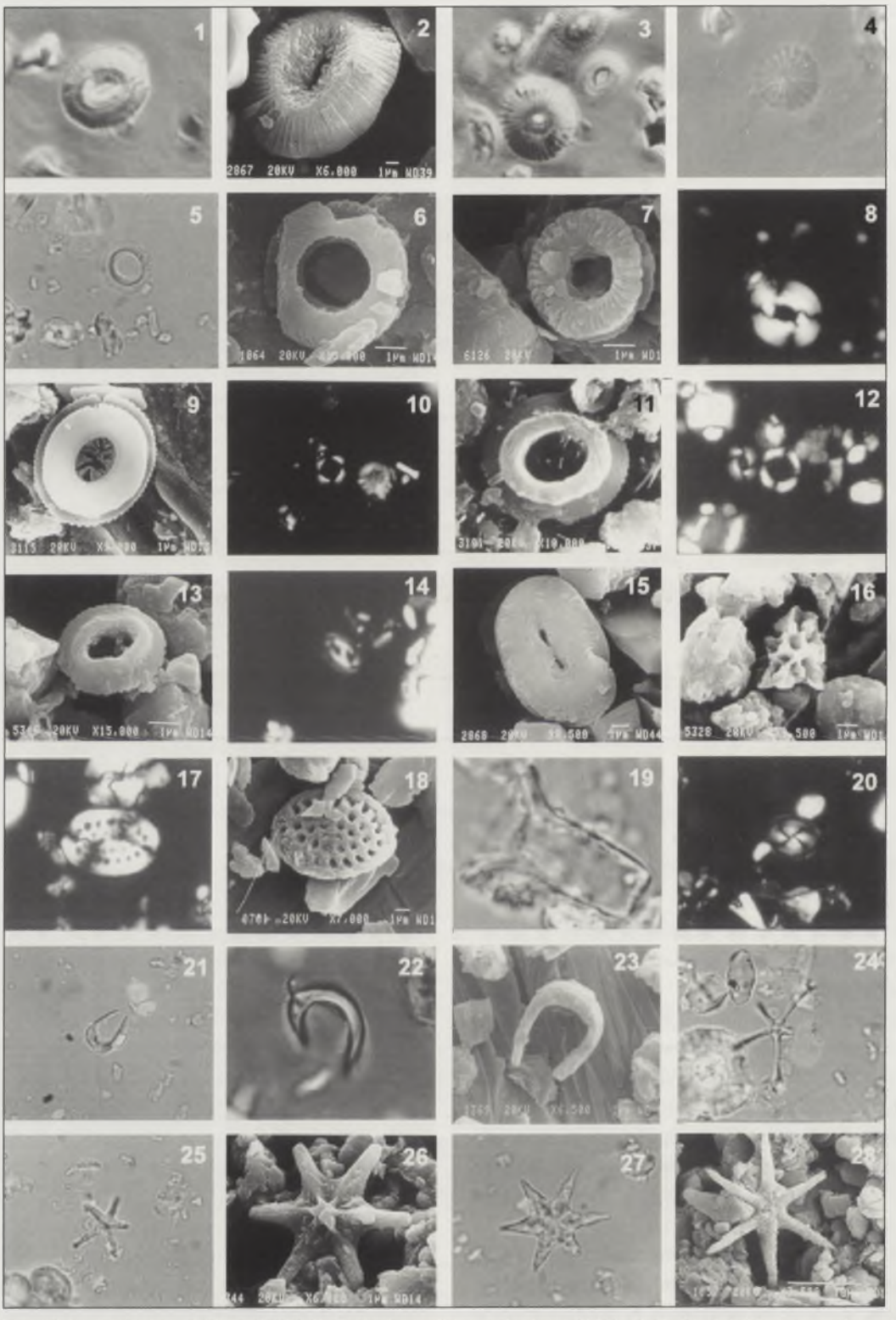


FIGURA 4. **1**.- *Coccolithus. pelagicus. X3000. PAN4. C. F.;* **2**.- *Coccolithus pelagicus. PAN3. M. E.;* **3**.-*Calcidiscus. macintyrei./Coccolithus. pelagicus./Reticulofenestra pseudoumbilicus. X2000. PAN33. C. F;* **4**.- *Calcidiscus leptoporus. X2500. PAN33. C. F;* **5**.- *Geminilithella rotula. X1500. PAN21. N. P.;* **6**.-*Geminilithella rotula. PAN15. M. E.;* **7**.- *Geminilithella jafarii. PAN29. M. E.;* **8**.- *Reticulofenestra pseudoumbilicus. X2500. PAN 20. N. C.;* **9**.- *Reticulofenestra pseudoumbilicus. PAN20. M. E.;* **10**.- *R. rotaria Morfo. A. X1500. PAN 27. N. C.;* **11**.-*Reticulofenestra rotaria Morfo. A. PAN18. M. E.;* **12**.- *Reticulofenestra minutula X2500. PAN4. N. C.;* **13**.- *Reticulofenestra minutula PAN30. M. E.;* **14**.-*Helicosphaera sellii. X2500. PAN22. N. C.;* **15**.-*Helicosphaera carteri. Vista distal. PAN10. M. E.;* **16**.- *Sphenolithus abies. PAN23. M. E.;* **17**.-*Pontosphaera multipora. X2500. PAN10. N. C.;* **18**.-*Pontosphaera multipora. PAN 10. M. E.;* **19**.-*Scyphosphaera. pulcherrima Morfo.B. X2500. PAN10. N. P.;* **20**.- *Syracosphaera cf. lamina. X2500. PAN30. N. C.;* **21**.- *Amaurolithus. delicatus Morfo. A. X1500. PAN1. N. P.;* **22**.- *Amaurolithus. tricorniculatus. X3000. PAN31. N. P.;* **23**.-*Amaurolithus primus/delicatus. PAN1. M. E.;* **24**.- *Discoaster. pentaradiatus. X1500. PAN17. N. P.;* **25**.- *Discoaster. quinqueramus. X1500. PAN 17. N. P.,* **26**.-*Discoaster intercalaris. PAN29. M. E.;* **27**.-*Discoaster intercalaris Morfo. B. X1500. PAN30. N. P.;* **28**.- *Discoaster brouweri. PAN20. M. E.-* **C.F.** *contraste de fases.-* **M.E.** *microscopio electrónico de barrido.-* **N.P.** *nícoles paralelos.-* **N.C.** *nícoles cruzados.*

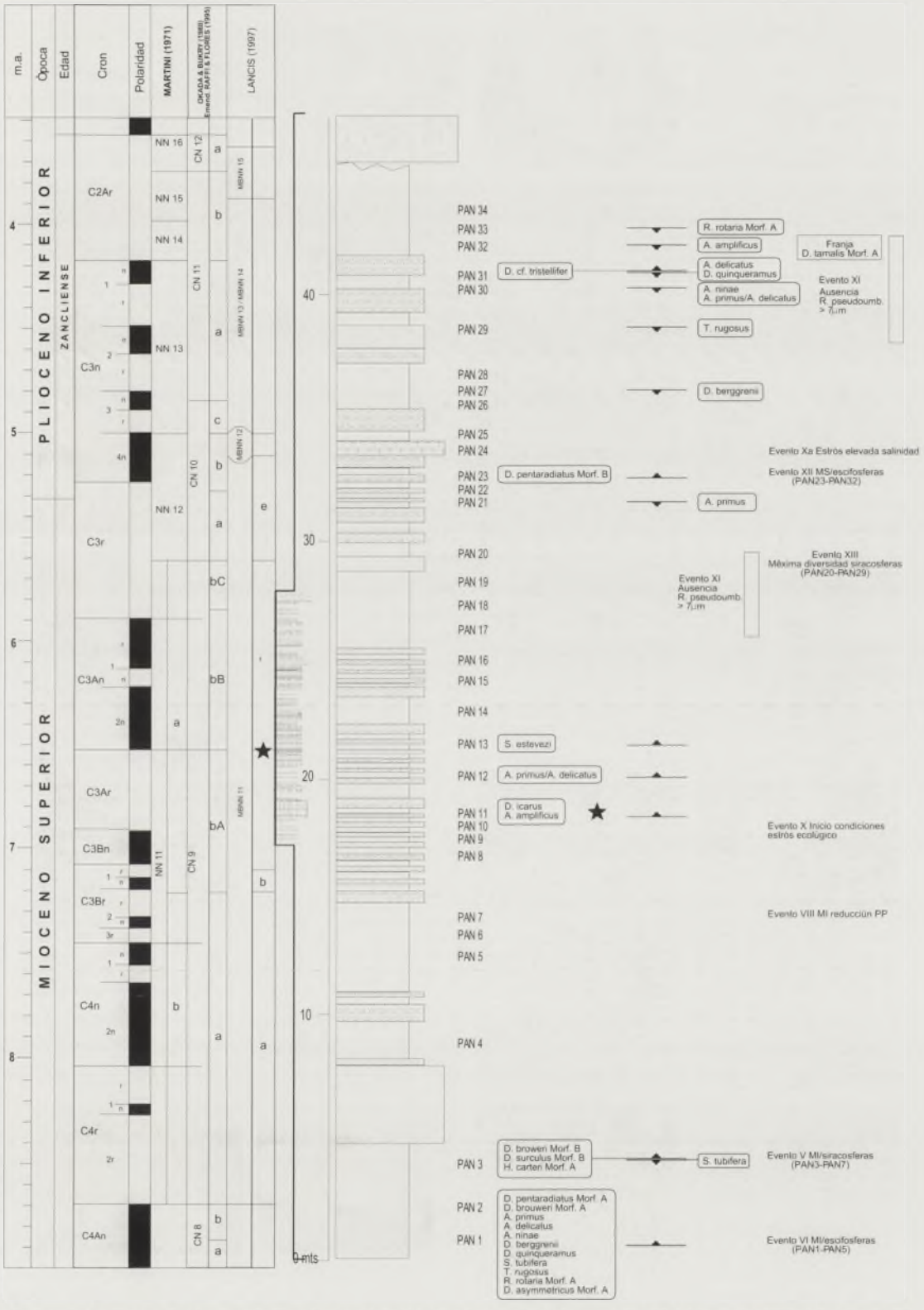


FIGURA 5. *Esquema bioestratigráfico y cronoestratigráfico de la sección del Pantano de la Pedrera así como de los principales eventos de nanofósiles calcáreos identificados.*

(1998), están bien establecidos desde la base del corte y prácticamente a todo lo largo de él. Cabe destacar: la presencia de *Amaurolithus primus, Amaurolithus ninae, Amaurolithus delicatus, Amaurolithus primus/delicatus, Amaurolithus amplificus, Discoaster berggrenii, Discoaster brouweri, Discoaster surculus, Discoaster quinqueramus, Discoaster pentaradiatus, Reticulofenestra rotaria, Reticulofenestra pseudoumbilicus* >7µm, *Geminilithella jafari, Geminilithella rotula, Sphenolithus abies, Sphenolithus neoabies, Sphenolithus verensis*... entre otros, así como diferentes especies y morfotipos de *Scyphosphaera* spp. *y Syracosphaera* spp. (Fig. 4)

La figura 5, muestra los principales eventos observados en esta sección colocados de muro a techo. Se especifica además la bioestratigrafía y crono estratigrafía del corte comparando diferentes biozonaciones.

Cabe destacar:

- El registro regular desde la muestra PAN1 a la PAN27 de *D. berggrenii* y desde la PAN1 a la PAN31 de *D. quinqueramus*. La presencia de *R. rotaria*, desde la PAN1 a la PAN33.

  Se observa asimismo un registro contínuo de *A. primus* entre la PAN1 y la PAN21 y de *A. delicatus* de la PAN1 a la PAN31. También *A. tricorniculatus y A. ninae* se distribuyen de forma regular a lo largo de la sección. Es destacable la presencia de formas integradas *A. primus/A. delicatus* entre la PAN12 y la PAN30. *A. amplificus* se observa desde de la PAN12 hasta la PAN32 y,
- La existencia de diferentes morfotipos de asterolitos incluidos en *D. surculus, D. brouweri, D. pentaradiatus y D. asymmetricus*.
- El reconocimiento de dos conjuntos de *Scyphosphaera* spp. (Sucesos VII y XII) y otros dos de *Syracosphaera* spp. (Sucesos VI y XI) característicos del Messiniense (Lancis, 1998).
- La presencia de formas integradas de *Scyphosphaera* spp, *S. campanula/turris* y *S. intermedia/amphora*, así como de *S. tubífera*.

Aspectos cuantitativos de interés bioestratigráfico lo constituyen

- La clara inversión que se da al principio de la sección, entre el metro 4 y el 15, entre los PP, que eran las formas dominantes, y las *R. haqii/minutula*, que pasan a ser mayoritarias (Suceso IX-MI/reducción PP).
- La existencia de un "intervalo de fuertes oscilaciones cíclicas" en el que los máximos de abundancia de los taxones más representativos de la asociación nanoflorística, como son: *Calcidiscus* spp., helicolitos, *R. haqii/minutula*, PP, *G. jafari, G. rotula, Sphenolithus* spp., *Syracosphaera* spp. y asterolitos, se intercalan entre si de forma característica. Este intervalo se distribuye claramente entre el metro 19 y el final del corte. (Suceso X - Inicio de fuertes oscilaciones cíclicas).
- Dentro del intervalo dominado por el Suceso X, sobresale el espectacular pico de abundancia de *G. jafari*, aproximadamente en el metro 34. Se presenta jalonado por dos anteriores (helicolitos, asterolitos), presentando a continuación y por este orden otros de *Syracosphaera* spp., *Sphenolithus* spp. y *R. haqii/minutula* (Suceso Xa - Eclosión de *G. jafari*).

Tal y como se observa en la figura 5 Lancis (1998) establece una nueva escala bioestratigráfica para estas cuencas dado que son cuenca restringidas durante el Messiniense y presentan una distribución diferente de especies en comparación con el océano, realizando un estudio comparativo con las biozonaciones estándar y otras referidas al Mediterráneo.

Según dicha biozonación, la presente sección se sitúa en la Subzonas MBNN11c (*Amaurolithus delicatus*) y MBNN11d (*Amaurolithus amplificus*) (Lancis, 1998), que se puede correlacionar en las biozonaciones estándar con la Subzonas CN9bA y CN9bB (Okada y Bukry 1980 *emend.* Raffi y Flores, 1995) y a la NN11b de Martini (1971) y correspondiendo, como se cita más arriba, a una edad Messiniense.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con ayuda del Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert.

REFERENCIAS

Hsü, K. J., Cita, M. B. y Ryan, W.B.F. (1973): The origin of the Mediterranean evaporites. *Init. Repts. DSDP*, 13: Washington (U.S. Govt. Print. Off.), 1203-1231.

Flores, J. A. (1985): *Nanoplancton calcáreo en el Neógeno del borde noroccidental de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. de España).* (Inédita). Universidad de Salamanca, 714 p. Resumen–Res. Mem.Tesis. Doc. Facultad de Ciencias–Ed. Univ. Salamanca, 1-37.

Flores, J. A. y Sierro, F. J., (1989): Calcareous nannoflora and planktonic foraminifera in the Tortonia/Messinian boundary interval of East Atlantic DSDP sites and their relation to Spanish and Moroccan sections. *In*: S., Van Heck and J. Crux, Eds. *Nannofossils and their applications*. London: Ellis Horwood: 249-266.

Lancis, C., Flores, J. A., Sierro, F. J., Francés, E., y Estévez, A. (1993): Biostratigraphy and paleoenvironmental implications in the from the Torremendo Marls (Alicante, Spain). *Abstracs of 5th INA Conference* 120-122.

Lancis, C. (1998): *El Nanoplancton Calcáreo de las Cuencas Neógenas Orientales de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral. Univ. de Alicante. 841p.

Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quatemary calcareous nannoplankton zonation. *In* Farinacci, A. (Ed.), *Proc. 2nd Int. Conf. Planktonic Microfossils Roma:* Rome (Ed. Tecnosci.), 2:739-785.

Montenat, C. (1977): Les bassins neogénes du levant d'Alicante et de Murcia. Stratigraphie et paleogeographie et evolution dynamique. *Lyon. Docum. Lab. Geol. Fac. Sc.* 69-345.

Okada, H. y Bukry, D. (1980): Supplementary Modification and introduction of code numbers to the Low-Latitude coccolith biostratigrafic zonation (Burkry, 1973-1975). *Mar. Micropaleontol.*, 5: 321-325.

Raffi, I. y Flores, J. A. (1995): Pleistocene through Miocene Calcareous nannofossils from eastern equatorial Pacific Ocean (Leg 138) *Proc. ODP, Scientific. Results.* 138: 233-285.

Reconstrucción ambiental mediante el empleo de técnicas de análisis factorial sobre nanofósiles calcáreos de la cuenca neógena de San Miguel-Torremendo (Cordillera Bética Oriental)

C. Lancis[1], J. A. Flores[2], F. Sierro y A. Estévez[1]

1 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente. Universidad de Alicante. España. Carlos.lancis@ua.es; flores@usal.es
2 Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, España.

ABSTRACT

During the Messinian, an enormous volume of gypsum and other salts were deposited in the Mediterranean basin known as "the Messinian salinity crisis", and for several authors related with the desiccation of this sea after the closure of the Northbetic and Rifean corridors. In the San Miguel-Torremendo basin are described saline pulses related with the above mentioned "crisis" during the late Messinian. Here, we show the evolution of several (paleo)environmental parameters, using quantitative analyses in the calcareous nannofossils assemblages. Our data suggest a cyclical, probably orbital, oscillation of open ocean and restricted periods

***Key words**: Calcareous nannofossils, Miocene, Messinian, salinity crisis, S. Miguel-Torremendo neogene basin, factor análisis, paleoecology.*

INTRODUCCIÓN

El análisis bioestratigráfico, en base a la nanoflora calcárea, de la sección del pantano de la Pedrera, ubicada en el borde meridional de la Cuenca del Bajo Segura (Alicante, España), ha sido abordado en otro trabajo dentro de esta misma publicación (Lancis *et al.*, en prensa). Dicho estudio permite ubicar el corte dentro del Messiniense. El presente trabajo, se centra en el estudio de los datos paleoambientales de dicha cuenca.

El punto de partida lo constituye el esquema bioestratigráfico y los resultados del análisis cuantitativo, tanto de baja como de alta resolución presentado y discutido por Lancis (1998) y Lancis *et al.* (en prensa).

Tal y como allí se indica, los cocolitofóridos no han sido estudiados tan intensamente como otros grupos del plancton tales como foraminíferos, diatomeas o dinoflagelados, sólo recientemente su interés como indicadores paleoambientales se ha incrementado notablemente, fundamentalmente debido al hecho de que son componentes mayoritarios de los sedimentos oceánicos. Está bien establecido además que ligeras modificaciones en parámetros ambientales tales como temperatura del agua, salinidad, cantidad y tipo de nutrientes, turbulencia, corrientes, profundidad... afectan decisivamente a su abundancia y diversidad.

Dado que se trata de organismos unicelulares muy sensibles a los cambios de estos factores ambientales, el conocimiento de las variaciones que experimentan las comunidades de nanoplancton calcáreo aportan datos fundamentales para la comprensión de la dinámica oceánica, tanto en la actualidad como en el pasado.

La evolución paleoambiental de la cuenca messiniense del Bajo Segura, que se aborda en este trabajo, es especialmente interesante ya que en ella se observan importantes depósitos de yesos depositados durante lo que se ha denominado crisis de salinidad messiniense, permitiendo arrojar luz sobre el inicio y características de dicha crisis.

Para abordar este estudio, de la asociación nanoflorística se han seleccionado las abundancias de un conjunto de especies de requerimientos ambientales conocidos, que nos permiten caracterizar dicha paleocomunidad. Las variaciones en las abundancias de las especies registradas a lo largo del tiempo permiten establecer, con cierta fiabilidad, la evolución paleoambiental de las cuencas en las que proliferan dichas comunidades.

Estos cambios se estudian utilizando el método estadístico de Componentes Principales, cuyos fundamentos técnicos se discuten posteriormente.

Con los datos obtenidos, se ha procedido finalmente a realizar un análisis global de la evolución ambiental y paleogeográfica de esta cuenca, en el lapso de tiempo considerado.

METODOLOGÍA

Los datos cuantitativos de la matriz de de abundancias se han obtenido siguiendo las técnicas propuestas por Flores (1985) modificadas por Lancis (1998) y Lancis *et al.*

TABLA 1. *Contribución de los distintos taxones a cada uno de los factores.*

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
C. pelagicus	-0,15392	0,84139	0,06889	0,11229	-0,03924
Calcidiscus spp.	0,8853	0,17552	0,23107	-0,09364	0,24469
D. antarcticus	-0,11606	0,55292	-0,10873	0,43487	-0,56938
ASTEROLITOS	0,03845	0,16797	-0,05053	0,91584	0,10259
ESCIFPONT.	0,97222	-0,10665	-0,0409	0,02084	0,05328
G. jafarii	0,79195	-0,24921	-0,3248	0,02777	0,02387
G. rotula	0,25404	0,24032	-0,0113	0,1707	0,82743
R. HAQII/MINUTULA	0,19745	0,43213	0,73378	0,02304	-0,15939
HELICOLITOS	0,59205	-0,21514	0,32023	0,17374	0,3142
PP	-0,06052	0,82493	0,12951	0,12507	0,27067
R. REDONDAS	-0,01732	-0,02794	0,87145	0,01683	0,13787
RETICULOFENESTRA	-0,08037	0,63353	0,61891	-0,24271	-0,00252
Syracosphaera spp.	0,60119	-0,08917	0,39779	0,49139	-0,01423

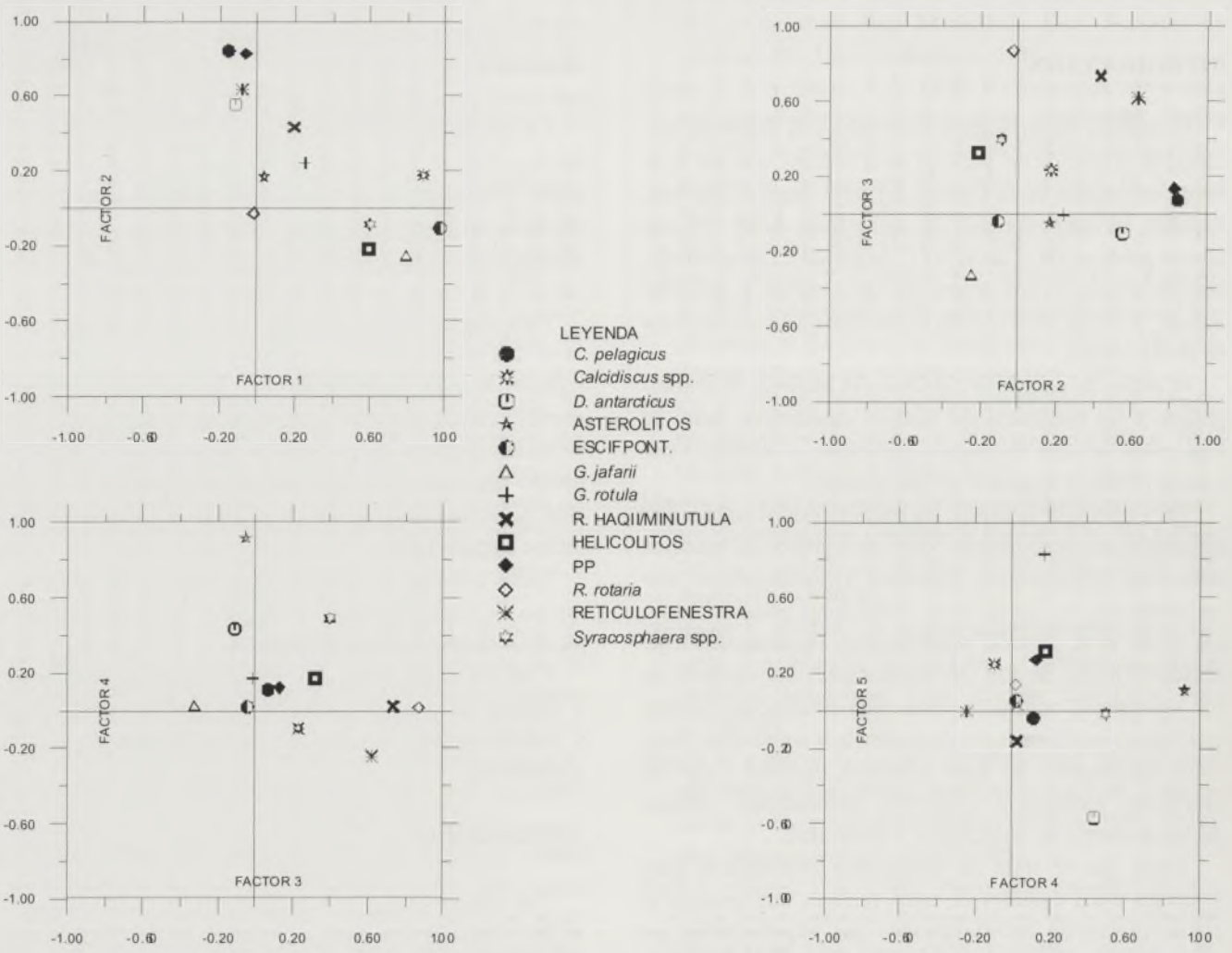


FIGURA 1. *Representación de los factores de ajuste tomados dos a dos en el corte del Pantano de la Pedrera.*

TABLA 2. *Varianza explicada por los cinco factores considerados.*

Variable	Comunalidad	Factor	Valores propios	% de la varianza	Porcentaje acumulado
C. pelagicus	0,75052	1	3,68222	28,3	28,3
Calcidiscus spp.	0,9366	2	3,22175	24,8	53,1
D. antarcticus	0,84431	3	1,63978	12,6	65,7
ASTEROLITOS	0,88153	4	1,11586	8,6	74,3
ESCIFPONT	0,96154	5	0,95429	7,3	81,6
G. jafarii	0,79613				
G. rotula	0,8362				
R. HAQII/MINUTULA	0,7901				
HELICOLITOS	0,62826				

(en prensa). El análisis estadístico se basa en las tablas de abundancia de nº de individuos/mm^2 (Lancis, 1998). Se han seleccionado los siguientes taxones: *Coccolithus pelagicus*, Grupo *Calcidiscus* spp. (*C. macintyrei* y *C. leptoporus*), *Dictyococcites antarcticus, Geminilithella jafari, Geminilithella rotula,* Helicolitos (*Helicosphaera* spp.), Asterolitos (*Discoaster* spp.), Grupo ESCIFPONT (*Scyphosphaera* spp. y *Pontosphaera* spp.), PP (*Reticulofenestra minuta* y *Dictyococcites productus*), R.REDONDAS (*Reticulofenestra rotaria*), RETICULOFENESTRA (*Reticulofenestra pseudoumbilicus y R. gelida*) y Grupo *R. HAQII/MINUTULA (Reticulofenestra haqii/R. minutula),* ya que presentan diferentes requerimientos ambientales entre ellos, que pueden ser interpretados desde el punto de vista paleocológico.

A fin de poder establecer relaciones cuantitativas entre la composición de las comunidades de nanoflora y las variaciones de los factores ambientales a lo largo del tiempo, se ha empleado el Análisis de Componentes Principales para el que se ha utilizado el paquete estadístico del programa SPSS 11.0.

Esta técnica ofrece la posibilidad de reducir el número de variables (taxa) a un número más manejable de nuevas variables mutuamente independientes (factores), que pueden ser relacionadas más fácilmente con las condiciones oceanográficas reinantes. Los factores así obtenidos, son vectores linealmente independientes que representan una combinación lineal de los taxones de partida. De esta forma se pueden contemplar nuevas variables que tienen la peculiaridad de representar propiedades independientes y de evitar la redundancia de la información. Cada componente principal describiría cambios en la asociación florística, que pueden ser atribuidos a variaciones en la abundancia de dos asociaciones hipotéticamente extremas. Además los valores de los factores calculados poseen la peculiaridad de explicar secuencialmente la varianza de los datos en orden decreciente de importancia (Francés *et al.*, 1991).

Los datos de salida del programa consisten en tres matrices. La matriz de correlaciones entre los taxones considerados. La de los factores de carga, que expresa la proporción en que cada factor está representado en cada una de las muestras analizadas y la de los valores de los factores que pone de manifiesto la proporción con que cada taxón contribuye a cada uno de los factores, o lo que es lo mismo, la composición específica de cada eje (ver Tabla 1). Esto último permite realizar una representación gráfica por pares de factores (Fig. 1), de la ubicación de los diferentes taxones, a fin de poder realizar una interpretación de dichos ejes (factores). Dicha interpretación de los factores, que es tarea del investigador, se realiza asimilando cada uno de los ejes a una causa o conjunto de causas interconectadas, que pueden ser de índole oceanográfico, ambiental o tafonómico.

Finalmente hay que indicar, que a la hora de realizar el tratamiento estadístico se han eliminado las muestras cuyo grado de preservación es bajo y que se han tenido en cuenta los datos de la diagonal de la matriz antiimagen de correlación y del coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que miden el grado de significación del análisis realizado.

RESULTADOS

La estadística final obtenida con los datos analizados (ver Tabla 2) permite comprobar que con cinco factores se explica el 81,6% de la varianza. Además los valores de la comunalidad son elevados en todos los casos, lo que indica un grado de fiabilidad notable a la hora de explicar la variabilidad observada. Por otra parte, la significación del análisis estadístico se ha estimado utilizando el coeficiente de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) que tiene un valor de 0,57 por lo que al ser superior a 0,5 se puede considerar significativo. Además, los valores de la diagonal de matriz antiimagen de correlación (no representada) son altos en general, por lo que el grado de significación global del análisis es adecuado.

En la Tabla 1 se representa la matriz de factores que permite poner de manifiesto la proporción con que cada taxón contribuye a cada uno de los factores. En función de ella se realiza la interpretación de los mismos. En la Figura 1 se recogen los gráficos de representación de los factores de ajuste tomados dos a dos.

En base a los criterios expresados por Lancis (1998), se ha dado la siguiente interpretación a cada uno de los factores:

FACTOR 1: Explica casi el 30% de la varianza. Está definido por un conjunto de especies que son quizás las más representativas de las asociaciones de nanoflora observadas.

El grupo con valores más altos es el de las *Scyphosphaera* spp. y *Pontosphaera* spp. (SCIFPONT) (Fig. 1 y Tabla 2), que son característicos de mares cálidos y de zonas de poca profundidad o próximas a la costa. Junto a ellas también tienen cifras elevadas, *Calcidiscus* spp., *G. jafari,* HELICOLITOS (*Helicosphaera* spp.) y *Syracosphaera* spp., típicos de comunidades de aguas cálidas y fértiles en las que pueden presentarse en determinados momentos variaciones importantes de la salinidad, marcadas aquí por los importantes valores que adquiere *G. jafari*. Los valores negativos de *C. pelagicus, D. antarcticus*, que viven en aguas más frías y *RETICULOFENESTRA*, que marcaría medios oceánicos, corroboran estas condiciones (Lancis, 1998).

Si se analiza la distribución de este factor a lo largo del corte (Fig. 2) se observa un máximo ubicado en el metro 33,5 que es coincidente con el momento de eclosión de *G. jafari* (Suceso Xa - PAN24 (Lancis *et al.*, en prensa)). Está asociado a valores negativos de todos los demás factores y es indicador de un notable incremento de la salinidad en la cuenca. Dada la posición bioestratigráfica de este evento, denominado Suceso Xa , muy próximo o coincidente con el inicio de la crisis de salinidad messiniense, (Lancis *et al.*, en prensa) estos incrementos en la concentración de sales estarían relacionados con los pulsos iniciales que desencadenan dicha crisis.

FACTOR 2: Explica el 25% de la varianza observada. Depende fundamentalmente de *C. pelagicus* y "Pequeños Placolitos" (PP), también *D. antarcticus* tiene valores altos para este factor. Por otra parte *G. jafari,* helicolitos,

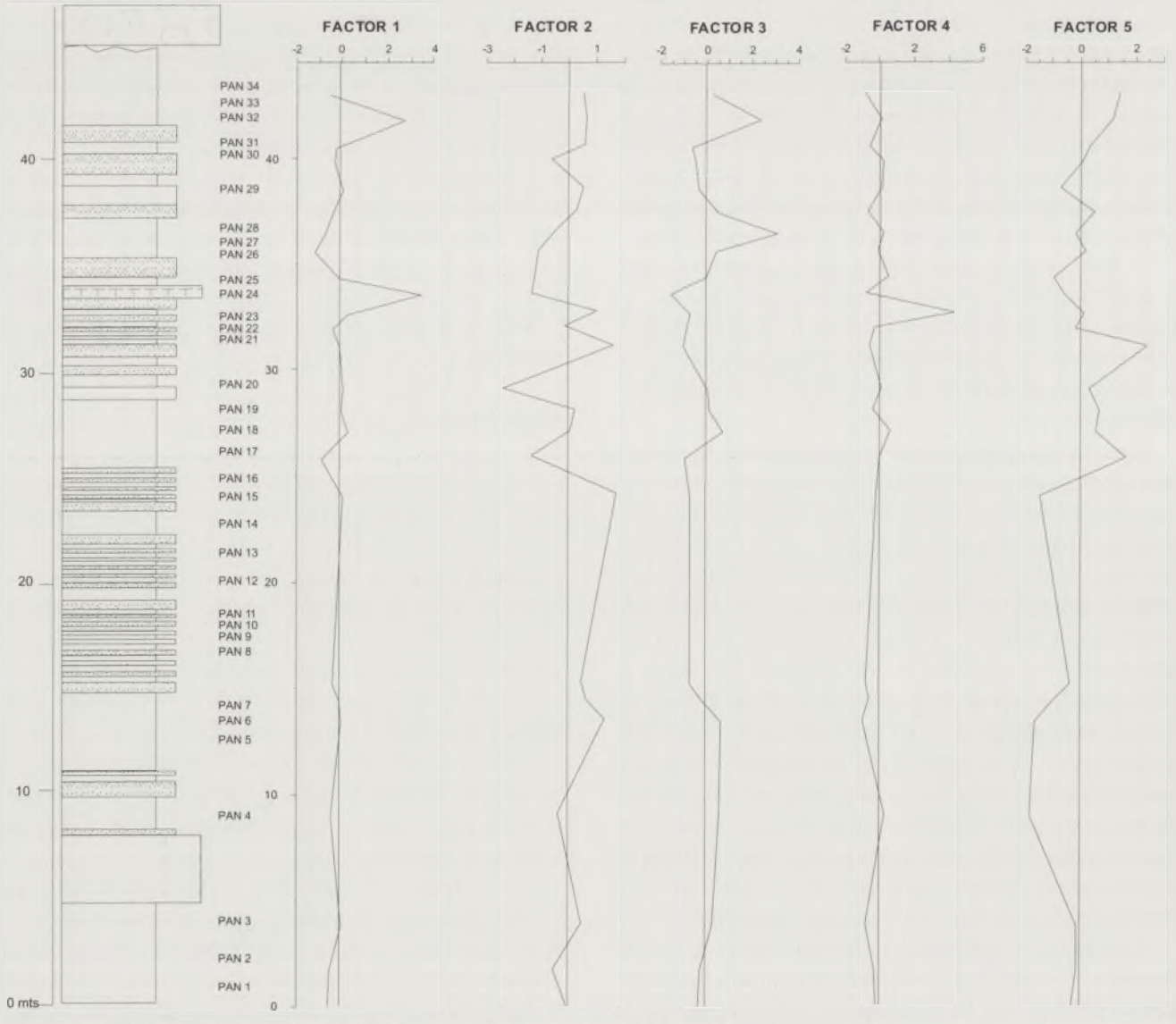


FIGURA 2. *Distribución de los valores de los factores a lo largo de la sección del Pantano de la Pedrera.*

Syracosphaera spp. y R. REDONDAS presentan valores negativos (Fig. 1 y Tabla 2). Se le considera ligado a una temperatura más fría de las masas de agua, en momentos de cierta restricción y poca profundidad de la cuenca. Si se observa la distribución de este factor a lo largo del corte (Fig. 2) cabe destacar su clara oposición al factor 1, indicador de aguas cálidas, así como al factor 3, que marca condiciones marinas abiertas.

FACTOR 3: Explica el 12,5% de la varianza. Esta definido por valores altos en *R. HAQII/MINUTULA*, R. REDONDAS y *RETICULOFENESTRA*. Se trata de especies que durante el Mioceno Superior son indicadoras de ambientes de mar abierto y aguas cálidas (Lancis, 1998), por lo que este factor se le relaciona con dichos medios. Hay que indicar que en estas cuencas las condiciones marinas abiertas no son exactamente oceánicas, como se pone de manifiesto por el hecho de que *R. pseudoumbilicus* no sea la especie más importante en la determinación de este factor.

En su distribución a lo largo del corte (Fig. 2) se observa cómo es dominante al principio de la sección, experimentando posteriormente oscilaciones cíclicas que indican momentos de restricción intercalados con otros en los que imperan las condiciones de mar abierto.

FACTOR 4: Explica el 8,5 % de la varianza. El grupo que lo determina es el de los asterolitos (0,92). Son indicadores de aguas cálidas, profundas y oligotróficas. Los valores de casi 0,5 que adquieren las *Syracosphaera* spp., vendrían provocados por una mayor abundancia de morfotipos oligotróficos (*S.* cf. *histrica*), dentro de la amplia diversidad que se da en este grupo (Lancis, 1998).

FACTOR 5: Explica el 7,3% de la varianza. Depende en sus valores positivos de la abundancia de *G. rotula* (0,83) y en sus valores negativos de la de *D. antarcticus*.

Se ha interpretado este factor ligado a aguas cálidas, si bien incrementos moderados en la salinidad (a las que *G. rotula* se adapta bien, predominando sobre *G. jafari*) y una cierta restricción de la cuenca.

EVOLUCIÓN DE LA CUENCA

En la Figura 2 se representa gráficamente la distribución de valores de los diferentes factores a lo largo de la sección.

A partir de dichas gráficas puede deducirse cómo, en los primeros metros, durante el Messiniense inferior alto (Lancis *et al.*, en prensa) dominan las características de mar abierto marcadas por los valores altos del factor 3, si bien son destacables además dos periodos más fríos (picos del factor 2) y un pulso de mayor profundidad y oligotrofía hacia la mitad de dicho tramo (valores altos del factor 4).

En el Messiniense medio, poco antes de la aparición de los primeros *A. amplificas* entre el metro 5 y hasta el 25 (Lancis *et al.*, en prensa), únicamente el factor 2 presenta valores positivos indicando una época más fría y de mayor restricción en la cuenca.

A partir de ese momento y hasta el metro 36, en el Messiniense medio-superior (Lancis *et al.*, en prensa), se da un periodo de fuertes oscilaciones cíclicas en los valores de todos los factores establecidos. Claramente la importancia de los diferentes parámetros ambientales que determinan estos factores se suceden de forma cíclica provocando continuos cambios en las asociaciones de nanoflora y el predominio, en muchos casos, de especies/taxones oportunistas. Este hecho se corresponde también a las oscilaciones observadas en las distribuciones de abundancia de los diferentes especies/taxones cuyo interés bioestratigráfico es indudable para estas cuencas (Suceso X - Inicio de fuertes oscilaciones cíclicas) (Lancis *et al.*, en prensa). Si se analizan los valores que adquieren los diferentes factores, puede extraerse que la cuenca está sometida durante este periodo a momentos de fuerte "estrés ecológico" que se manifiestan en incrementos moderados de la salinidad, (al principio factor 5), alta oligotrofía y estratificación en la columna de agua (después – factor 4) e incremento brusco de la salinidad (más tarde factor1), relacionado, este último, con la Crisis de Salinidad Messiniense. Cabe pues interpretar, desde el punto de vista ecológico, el suceso X como la consecuencia de un "periodo de fuerte estrés ecológico" en la cuenca, en la que el suceso Xa correspondería a un importante pulso de salinidad ("estrés de elevada salinidad").

El último tramo, en el Messiniense superior (Lancis *et al.*, 2005), está caracterizado por unas oscilaciones mucho menos bruscas de los distintos factores, iniciándose con una vuelta a las condiciones marinas normales, si bien no directamente oceánicas marcadas por el predominio de *R. HAQII/MINUTULA* sobre *RETICULOFENESTRA*. En este periodo siguen observándose pulsos fríos y de restricción (valores altos del factor 2) y oligotróficos (factor 4), así como momentos en que se establecen comunidades maduras de aguas cálidas, fértiles y moderadamente profundas (metro 42 - valores altos de casi todos los factores).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con ayuda del Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert.

REFERENCIAS

Flores, J. A., (1985): *Nanoplancton calcáreo en el Neógeno del borde noroccidental de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. de España).* (Inédita). Universidad de Salamanca, 714 p. Resumen–Res. Mem.Tesis. Doc. Facultad de Ciencias–Ed. Univ. Salamanca, 1-37.

Francés, G., Flores y Sierro, F. J., (1991): Análisis factorial (Modo Q) de la nanoflora calcárea del Mioceno superior en el sondeo ODP 654 (Tirreno, Mediterráneo Occidental). *Rev. Esp. Paleontol.*, 6 (1): 50-58.

Lancis, C., (1998): *El Nanoplancton Calcáreo de las Cuencas Neógenas Orientales de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral. Univ. de Alicante. 841p.

Lancis, C., Flores, J. A., Sierro, F. y Estévez, A., (en prensa). Análisis bioestratigráfico mediante el empleo de nanofósiles calcáreos en la cuenca neógena de S. Miguel-Torremendo (Cordillera Bética Oriental). *Geo-Temas* (este volumen).

Las "espiriferinas" del Jurásico Inferior: una mirada retrospectiva a los estudios de Daniel Jiménez de Cisneros

M. O. Manceñido

Dpto. Paleontología Invertebrados, Museo de Ciencias Naturales, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina. mmanceni@fcnym.unlp.edu.ar

"Un ejemplar solo, forma una especie; si se encuentran dos, se señalan como dos especies; si tres, como tres especies...pero si se encuentran veinte...entonces, es una sola especie". Jiménez de Cisneros (1935c: 14)

ABSTRACT

The last Mesozoic survivors of a conspicuous stock of Paleozoic-dominant articulated brachiopods, spiriferinides are important because when they died out in the Early Toarcian (due to a global oceanic anoxic event), this also meant the extinction of spire-bearers worldwide. Since the proposal of the genus Spiriferina by the middle of 19th century, until the first edition of the "Treatise on Invertebrate Paleontology", the disparity of forms recorded in Lower Jurassic deposits remained accomodated within that single genus. Thereafter, however, several more genera were introduced, and it is interesting to provide an overview of the historical development of the main classificatory schemes applied to these brachiopods throughout the 20th century. In this context, it is apposite to cast a backward glance to the personal views of the Spanish naturalist Daniel Jimenez de Cisneros, whose insightful systematic diagram considered the effects of intraspecific variation and defied the straight-jacket of monothetic conceptions then in vogue. Finally, a new genus Cisnerospira (type species S. adscendens Deslongchamps) is dedicated to him.

Key words: *Early Jurassic, Brachiopods, Spiriferinidina, overview.*

INTRODUCCIÓN

Los Spiriferida (*s.l.*) constituyen un interesante grupo de braquiópodos articulados, que fueron dominantes en el Paleozoico, persistiendo en el Triásico y Jurásico Inferior, y que ocuparon un sitial preferencial en los estudios de Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás. Entre ellos, los espiriferinidos revisten particular importancia pues su exterminio en el Toarciano temprano —resultado de un evento anóxico oceánico a escala global— marca también la extinción de los rinconelliformes portadores de espiralios (Ager 1987).

DISCUSIÓN

El género ***Spiriferina*** fue propuesto por d'Orbigny (1847: 268), destacando caracteres tales como su conchilla inequivalva, ornamentación variable (lisa o con costillas radiales simples), pared punctuada, e, interiormente, presencia de septo medio flanqueado por placas dentales, y braquidio espiralado (dos conos, con base central y ápices inclinados hacia la región cardinal). Inicialmente no asignó ninguna especie, recién en 1849, incluyó once, y dio su distribución como "Sinemurien-Liasien" [=Sinemuriano-Pliensbachiano]. Posteriormente, Davidson (1853: 82, lám. 6, fig. 60) designó la especie tipo: *Terebratulites rostratus* Schlotheim, 1822, incluyendo *Spirifer rostrata* Zieten, 1832 como sinónimo (véase Manceñido 1981). La figura 1 muestra tendencias de incremento en la cantidad de especies y géneros denominados a través del tiempo, notándose que hasta 1964 la disparidad de formas provenientes del Jurásico Inferior, se mantuvo dentro de ese único género, apareciendo nuevas propuestas genéricas sólo en años recientes (cf. Pitrat, 1965; Carter *et al.*, 1994). Sin embargo, ese proceso de subdivisión, aparentemente tardío, posee raíces más antiguas, como lo revela el desarrollo histórico de los principales esquemas clasificatorios aplicados sucesivamente.

Inspirado en ideas de Quenstedt, quien sugirió que el género se podía subdividir por rasgos externos (tales como presencia o ausencia de costillas, surco y pliegue), Rothpletz (1886: 158-164, 171-172), ofreció una clasificación en grupos, admitidamente artificiales, para facilitar la determinación de las especies poco comunes, (dejando explícitamente pendiente un agrupamiento natural en linajes según relaciones de parentesco), a saber:

A. Asinuosae. Especies sin seno medio en la parte posterior de la conchilla.

A.I. Laeves. Conchillas completamente lisas, sin costillas ni estrías (7 especies, incluyendo *Spiriferina alpina* Oppel y *S. gryphoidea* Uhlig)

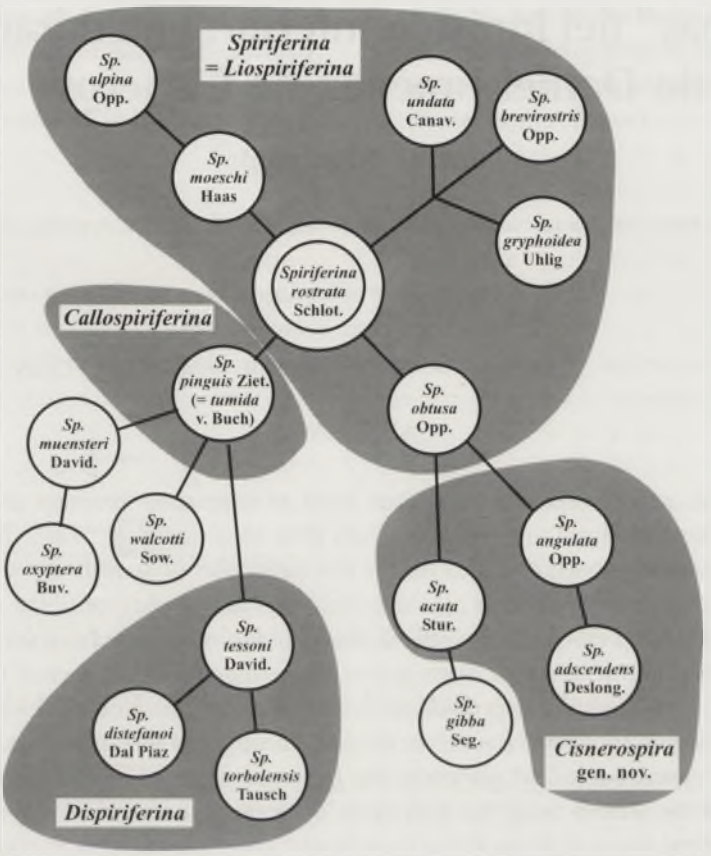


FIGURA 1. *Diagrama mostrando cantidad de géneros y especies, registrados en el Jurásico Inferior, a través del tiempo.*

A.II. Costatae. Conchillas ornamentadas con estrías o pliegues radiales (3 especies, incluyendo *S. fimbria* Rothpletz)

B. Sinuosae. Con un seno medio conspicuo en la parte posterior de la conchilla.

B.I. Laeves. Conchillas completamente lisas, sin costillas ni estrías (13 especies, incluyendo *S. rostrata* Schlotheim, *S. adscendens* Deslongchamps, etc.)

B.II. Costatae. Conchillas ornamentadas con estrías o pliegues radiales.

B.II.a) Laevisinuosae. Las estrías, pliegues o costillas radiales sólo se encuentran sobre los flancos alados de las conchillas, mientras que seno y pliegue son lisos (13 especies, incluyendo *S. walcotti* Sowerby, *S. oxyptera* Buvignier, *S. pinguis* Zieten [non Sowerby], etc.)

B.II.b) Costatisinuosae. Las costillas radiales cubren tanto los flancos alados, como también seno y pliegue (8 especies, incluyendo *S. davidsoni* Deslongchamps, *S. tessoni* Davidson).

Después Corroy (1927: 6-36) presentó una sistematización muy similar, reconociendo los 4 grupos siguientes:

I. Spiriferinas no costuladas. Conchillas sin rastros de costulación, en general más anchas que largas y con un seno poco marcado; tipificado por *S. alpina* Oppel, incluyendo 5 especies y 1 variedad.

II. Spiriferinas con costulación poco perceptible. Conchillas débilmente costuladas (pasando a veces a no costulada), generalmente espesas, con umbón prominente y un seno bien marcado; tipificado por *S. tumida* (v. Buch), con 3 especies y 6 variedades.

III. Spiriferinas con costulación bien marcada. Conchillas con costillas radiales bien evidentes (muy agudas a veces, otras reducidas), con umbón muy recurvado, seno conspicuo, profundo y liso; tipificado por *S. walcotti* (Sowerby), con 2 especies y 3 variedades.

IV. Spiriferinas multicostuladas. Conchillas siempre más anchas que largas, formando expansiones alares laterales, con un gran número de costillas fuertes, área triangular amplia, y umbón raramente recurvado; tipificado por *S. quenstedti* Rollier, abarcando 7 especies, incluyendo *S. oxyptera* (Buvignier) y *S. davidsoni* (Eudes-Deslongchamps)

En 1965, Siblík introdujo el género *Dispiriferina* que se corresponde estrictamente con el grupo "Costatae-Costatisinuosae (B.II.b)" de Rothpletz (1886). Luego, Rousselle (1977: 155-171) adoptó el mismo esquema de Corroy, y al no advertir formas de pasaje, formalizó la proposición de nuevos géneros, admitiendo:

Género ***Spiriferina*** d'Orbigny 1847 (= Grupo III de Corroy) conchillas con pocas costillas bien marcadas y angulosas; interárea grande y bien delimitada; punctuaciones pequeñas y poco densas; incluyó 2 especies, considerando (erróneamente) como especie tipo.a *S. walcotti* (Sowerby)

Género ***Callospiriferina*** Rousselle 1977 (= Grupo II de Corroy) con pliegue dorsal y surco ventral bien marcados

pero no angulosos, y costillas laterales del mismo tipo pero atenuadas; interárea bastante estrecha; punctuaciones abundantes y densas; láminas dentales pueden unirse al septo medio por un callo no punctuado; designó a *Callospiriferina tumida* (v. Buch) como especie tipo, incluyendo también 5 de sus "variedades" o especies adicionales.

Género ***Dispiriferina*** Siblík 1965 (= Grupo IV de Corroy) con costillas bien marcadas y numerosas, a menudo dicotomizadas; pliegue dorsal y surco ventral pueden estar replegados; interárea grande y bien delimitada; punctuaciones difíciles de evidenciar; además de la especie tipo, *D. davidsoni* (Eudes-Deslongchamps), refirió 3 más con certeza, y con dudas a *D.* ? *oxyptera* (Buvignier)

Género ***Liospiriferina*** Rousselle 1977 (= Grupo I de Corroy) conchillas no costuladas, con interárea estrecha; punctuaciones grandes y densas; designó a *Liospiriferina rostrata* (Schlotheim) como especie tipo, incluyendo varios sinónimos y 3 especies adicionales [pero sin advertir que así devenía un sinónimo objetivo posterior de *Spiriferina* (*sensu stricto*), cf. Carter et al. 1994]

Más recientemente, se han propuesto otros dos géneros nuevos, para conchillas globosas, básicamente lisas (tanto pliegue como flancos): ***Calyptoria*** Cooper 1989 (con flancos oscuramente costulados y carente de espinas o gránulos superficiales, comprende a la especie tipo, *Ca. extensa* Cooper 1989, y otra más), y ***Cingolospiriferina*** Pozza 1992 (con finas estrías radiales y cierta tendencia a una tenue biplicación, abarca la especie tipo, *Ci. cingolana* Pozza 1992, y un par más). Lamentablemente, en ambos casos, los autores también han asumido que el tipo de *Spiriferina* sería *S. walcotti* (influidos por Pitrat 1965), en lugar de *S. rostrata* (lo correcto, según puntualizara Manceñido 1981).

En tal contexto, merece rescatarse la visión personal de Jiménez de Cisneros (1921a: 488-494, figura de texto p. 489, Fig. 2, aquí) quien, entre las *Spiriferina* presentes en depósitos "liásicos" (Jurásico Inferior) del territorio español, también reconoció 4 grupos:

Grupo 1º. Conchillas lisas, con bocel [= pliegue medio] escaso o nulo, nates [= umbón ventral] poco incurvado o sólo arqueado (2 especies, incluyendo *S. alpina* Oppel).

Grupo 2º. Conchillas con bocel escaso o nulo, superficie lisa o marcada de líneas de crecimiento, y nates bastante incurvado; forma más o menos ovoide, tamaño discreto (3 especies, incluyendo *S. gryphoidea* Uhlig).

Grupo 3º. Conchillas siempre con bocel en la valva dorsal, y surco (a veces muy profundo) en la ventral, nates poco incurvado, apenas arqueado, o completamente derecho; superficie sin costillas radiales, o sólo ligeramente indicadas; a veces la valva ventral se alarga tanto que la dorsal toma aspecto operculiforme, otras, muestran asimetría frecuente (5 especies, incluyendo *S. adscendens* Desl.).

Grupo 4º. Conchillas provistas de bocel, y costillas radiales bien manifiestas; a partir de formas de tránsito [*S. pinguis* (Zieten) = *S. tumida* (v.Buch)], una serie de formas clásicas [4.a] presentan en la valva dorsal un bocel

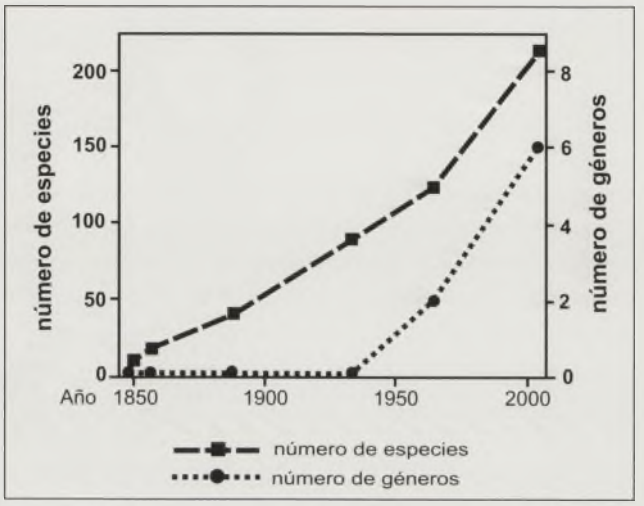


FIGURA 2. *Agrupación sistemática de las especies del género Spiriferina encontradas en el lías medio alpino (según Jiménez de Cisneros, 1921) y su relación con géneros introducidos posteriormente.*

muy marcado, indiviso, y a veces muy ancho, como en *S. walcotti* (Sow.) o *S. oxyptera* (Buv.); mientras que en otro subgrupo [4.b], el bocel se divide en (2 a 4) costillas que también están expresadas en el seno de la valva ventral (como en *S. tessoni* Dav. y especies similares).

De un análisis comparativo (*cf.* Fig. 2), se advierte que su esquema posee un alcance y perspectiva algo diferentes, y que reviste aspectos de originalidad (aunque no representa un árbol genealógico). Jiménez de Cisneros consideró con amplitud los efectos de la variación intraespecífica, colocando a la muy variable *Spiriferina rostrata* Schlot. como nexo basal de todos esos grupos por él individualizados, y su enfoque tiene el mérito de haberse desligado de la rigidez de concepciones monotéticas imperantes por aquella época. Es evidente que su primer y segundo grupos, sumados, se corresponden bien con las "Asinuosae-Laeves (A.I)" de Rothpletz (1886), y parte del Grupo I de Corroy (1927). Por su parte, el tercer grupo suyo (más el nexo basal) quedarían contenidos dentro de las "Sinuosae-Laeves (B.I)" de Rothpletz (1886), y resto del Grupo I de Corroy (1927). En cuanto a su cuarto grupo, las formas de transición equivaldrían al Grupo II de Corroy (1927), y ellas, conjuntamente con el subgrupo 4.a (casi homologable al III de Corroy 1927), representarían a su vez las "Costatae-Laevisinuosae (B.I.a)" de Rothpletz (1886); mientras que el subconjunto 4.b resulta equiparable netamente con las "Costatae-Costatisinuosae (B.II.b)" de Rothpletz (1886), y gran parte del Grupo IV de Corroy (1927).

Además, no todas las apreciaciones del ilustre murciano encuentran correlato fiel en los agrupamientos discernidos y/o denominados por otros autores –precedentes, y aún posteriores– (véase Fig. 2). Nótese que algunas formas como *S. oxyptera* (Buv.) guardan una posición incierta, dudosamente asignada a *Dispiriferina* por Rousselle (1977), pero no incluida en dicho género por el propio

Siblík (1965, lo cual parece más razonable). Otro caso de notable interés, concierne al conjunto centrado alrededor de *S. adscendens* Desl., cuyas diferencias manifiestas permiten diagnosticar un nuevo taxón genérico: ***Cisnerospira*** gen. nov., con *S. adscendens* Deslongchamps 1859 como especie tipo, caracterizado por conchillas lisas, con valvas ventrales muy desarrolladas, subpiramidales, dorsales de menor convexidad, operculiformes, y espiralios cónicos, subparalelos, cuyos ápices apuntan al interior del umbón ventral. Tales rasgos distintivos de su morfología externa e interna pueden verificarse, respectivamente, en Jiménez de Cisneros (1935c, lám. 1, fig. 4-4´) y en Ager (1987, fig. 2). Cabe aclarar que la exclusión de *S. gibba* Seguenza (*s.s.*) obedece a la presencia de costulación radial delicada sobre los flancos de la especie siciliana, aunque el material español ilustrado bajo ese nombre por Jiménez de Cisneros (1921a) probablemenete sí pertenezca al nuevo género. Paleobiogeográficamente, *Cisnerospira* es representante típico del entorno Mediterráneo del dominio del tethys, y paleoecológicamente, plantea interesantes interrogantes en cuanto al modo de vida más probable, ya sea posado sobre fondos blandos apoyándose sobre el área cardinal extensa y aplanada, o bien hincado subperpendicularmente dentro del sedimento, con la comisura sobreelevada respecto de la interfaz agua/sustrato.

AGRADECIMIENTOS

A los organizadores del Simposio, por haber solventado mi participación y permitido que examine la colección Jiménez de Cisneros, valioso legado para la Ciencia conservado gracias al afán de sus descendientes.

REFERENCIAS

Ager, D. V. (1987): Why the rhynchonellid brachiopods survived and the spiriferids did not: a suggestion. Palaeontology, 30(4): 853-857.

Carter, J. L., Johnson, J. G., Gourvennec, R. y Hou, H-F. (1994): A revised classification of the Spiriferid brachiopods. Annals of Carnegie Museum, 63(4): 327-374.

Cooper, G. A. (1989): Jurassic brachiopods of Saudi Arabia. Smithsonian Contributions to Paleobiology, 65: 1-139.

Corroy, G. (1927): Les Spiriférides du Lias Européen et principalement du Lias de Lorraine et d´Alsace. Annales de Paléontologie, 16(1): 1-36, lám. 1-4.

d'Orbigny, A. (1847): Considérations zoologiques et géologiques sur les brachiopodes ou palliobranches. Comptes Rendus, Académie des Sciences de Paris, 25: 193-195, 266-269.

Davidson, T. (1853): On the Classification of the Brachiopoda. En: A Monograph of the British Fossil Brachiopoda. Vol. I. Part III.. Monographs of the Palaeontographical Society, 7 (21): 41-136, lám.6 -9.

Jiménez de Cisneros, D. (1921): Las especies del género *Spiriferina* del Lías medio español. Memoria de la Real Sociedad Española de Historia Natural, tomo extraordinario del Cincuentenario: 487-494, lám. 32.

Jiménez de Cisneros, D. (1935): La fauna liásica de los Cerros de Ayala y de la Cruz de la Algueña en la parte occidental de la provincia de Alicante. Memorias de la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales, 7: 5-32, lám. 1.

Manceñido, M. O. (1981): A revision of Early Jurassic Spiriferinidae (Brachiopoda, Spiriferida) from Argentina. En: Cuencas Sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur (W. Volkheimer y E. Musacchio, Eds.). Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico, Buenos Aires, Vol. 2: 625-660.

Pitrat, C. W. (1965): Spiriferidina. En: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda (R. C. Moore, Ed.). Geological Society of America & University of Kansas Press, Lawrence, Vol. 2: H667-H728.

Pozza, G. C. (1992): *Cingolospiriferina*, nuovo genere di Brachiopodi nel Lias inferiore marchigiano (Italia centrale). Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 31(2): 207-222.

Rothpletz, A. (1886): Geologisch-palaeontologische Monographie der Vilser Alpen mit besonder Berücksichtigung der Brachiopoden-Systematik. Palaeontographica, 33(1-3): 1-180, lám. 1-17.

Rousselle, L. (1977): Spiriférines du Lias moyen et supérieur au Maroc (Rides Prérifaines; Moyen Atlas) et en Espagne (Chaîne Celtibérique orientale). Notes du Service Géologique de Maroc, 38(268): 153-175, lám. 1.

Siblík, M. (1965): Some new Liassic brachiopods. Geologický Sborník, 16(1): 73-82, lám. 5-6.

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Excursión por los alrededores de Agres. Estudio del medio físico y biótico de la Sierra de Mariola (Alicante)

A. Cutillas[3], C. Lancis[1,2], J. F. Baeza Carratalá[1], J. M. Güell[4] y C. Sáez[5]

1 Dpto. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apto. 99. 03080 San Vicente del Raspeig. Alicante. carlos.lancis@ua.es, jf.baeza@ua.es
2 IES Jorge Juan. Avda. General Marvá, s/n. 03080 Alicante
3 IES nº 14. Lomas de Juan XXIII (Segundo Sector) s/n. 03015 Alicante. cutillas@uv.es
4 IES nº 19. Avda Ciudad León de Nicaragua nº 8. 03015 Alicante. jomaguto@hotmail.com
5 IES El Vinalopó. Novelda. Alicante. merrysaez@yahoo.es

ABSTRACT

In order to keep up the tradition initiated in our school by Professor Daniel Jiménez de Cisneros in 1904, we intended to initiate students into field studies, and knowledge of their natural environment. In this work we present a pool of activities related with the study of the natural environment of the Alicante Province (Spain), performed with students from first level of BA. It was conducted by teachers from the Department of Biology and Geology of the "Jorge Juan" High school (Alicante) and other centres, together with other Biologists and Geologists. Our general goal was to achieve a progressive learning and to enhance the interest of students in Science. This didactic experience started with practical as well as theoretical activities in the laboratory and in the botanical garden of our centre that lasted 25 hours distributed in seven sessions, and was completed with field studies in Mariola mountain during a period of three days.

Key words: *Ecology, Mariola Mountain, BA Didactic, Field studies.*

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Secundaria apenas contempla horas lectivas de carácter práctico. Con el fin de instruir a los alumnos en el conocimiento del medio natural, aptitud que es considerada básica para el aprendizaje de las Ciencias Naturales, un grupo de profesores del I.E.S. Jorge Juan de Alicante se propuso organizar actividades extraescolares que fueran motivadoras y, al mismo tiempo, formativas, para alumnos de Secundaria, dentro del ámbito científico.

Se pretendía reforzar el aprendizaje significativo y despertar el interés del alumnado de Educación Secundaria por la Ciencia, iniciar a los alumnos en los trabajos de campo y en el conocimiento de su entorno natural a través del estudio integral de una zona de interés geo-biológico y concienciarlos de la necesidad de proteger el Patrimonio Natural.

Para ello, se organizaron talleres extraescolares con alumnos de Bachillerato, que contemplaban actividades de preparación teórico-prácticas en el laboratorio, en el bosque ilustrado del I.E.S. Jorge Juan de Alicante y trabajos de campo en la Sierra de Mariola con una estancia de tres días para aplicar los conocimientos y habilidades desarrolladas durante las sesiones de preparación.

RESULTADOS

Después de 25 horas, distribuidas en siete sesiones, de preparación teórico-práctica, en la Sierra de Mariola, tomando como base el albergue del Santuario de la Mare de Deu de Agres, se inició un trabajo de tres días, utilizando las mañanas para la toma de datos y muestras y las tardes para el análisis y la puesta en común.

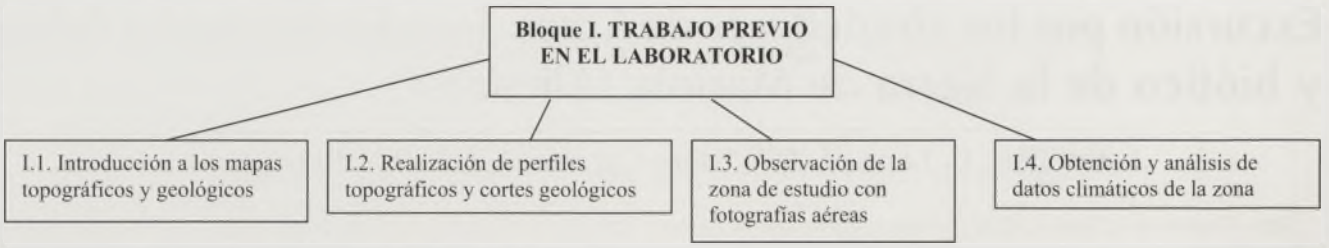
Las actividades se dividieron en cuatro bloques:

Trabajo Previo

- Bloque I. Trabajo previo en el laboratorio:
- Bloque II. Trabajo en el bosque ilustrado

Actividad desarrollada en Agres

- Bloque III. Estudio de la vegetación de la Sierra de Mariola
- Bloque IV. Introducción a la Geología y Paleontología de la Sierra de Mariola.



BLOQUE I. TRABAJO PREVIO EN EL LABORATORIO

Se pretendía dotar a los alumnos de una serie de destrezas y conocimientos para aplicar en el estudio del medio físico de la zona natural seleccionada.

I.1. Introducción a los mapas topográficos y geológicos

Como inicio de las actividades de preparación, los alumnos mantuvieron un primer contacto con la cartografía y la simbología topográfica y geológica, así como con los principales sistemas de coordenadas. La utilización de brújula y clinómetro se practicó en un corte presente en el propio Instituto, midiendo la dirección y el ángulo de buzamiento de los estratos (Fig. 1).Por último, se introdujo a los alumnos en los sistemas de posicionamiento sobre un mapa, tanto con la brújula como con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

I.2. Realización de perfiles topográficos y cortes geológicos

Con el fin de aplicar los conceptos y habilidades aprendidos en la sesión anterior, se realizaron sencillos perfiles topográficos y cortes geológicos de la zona elegida para realizar las actividades de campo. Se seleccionaron dos lugares de especial interés, el anticlinal presente cerca del Morro del Contador y el paraje conocido como Balcón de Llopis. El primero se eligió porque se observaba con claridad la estructura de un anticlinal, con el núcleo al descubierto por la erosión, y el segundo por ser una zona de interés geomorfológico y paleontológico donde iban a trabajar los alumnos posteriormente. Además, se rememoraba de esta forma, el estudio de localidades visitadas tiempos atrás desde el Instituto General y Técnico de Alicante (Jiménez de Cisneros, 1907d).

FIGURA 1. *Uso de la brújula y clinómetro para la determinación de la dirección y ángulo de buzamiento de estratos presentes en el patio del IES Jorge Juan.*

I.3. Observación de la zona de estudio con fotografías aéreas

Continuando con las actividades previas a la salida de campo, se procedió al reconocimiento de la zona de estudio a partir de fotografías aéreas y se comparó con la cartografía, identificando relieves característicos, zonas con distinta cobertura vegetal, pendiente, etc. Por último, se realizaron mapas de distribución de vegetación y de riesgos potenciales, utilizando transparencias sobre las fotografías y superponiendo las distintas capas de información para localizar las zonas de interés.

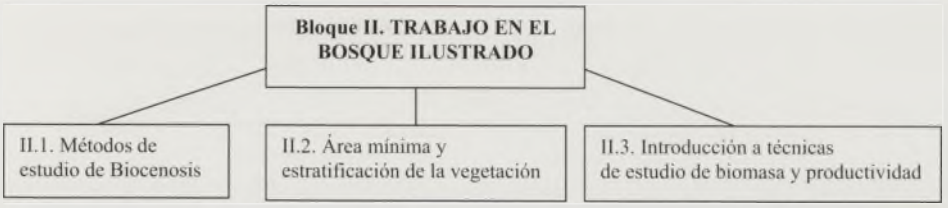
I.4. Obtención y estudio de datos climáticos

Para finalizar este primer bloque de actividades de preparación, se realizaron climogramas a partir de datos obtenidos del Atlas Climático de la Comunidad Valenciana (Pérez-Cuevas, 1994). También se recogieron y analizaron datos meteorológicos de la estación situada en el bosque ilustrado del I.E.S. Jorge Juan con el fin de familiarizar a los alumnos con la metodología utilizada en la ciencia meteorológica.

BLOQUE II. TRABAJO EN EL BOSQUE ILUSTRADO

Para completar la preparación de los estudios de campo, se realizaron actividades de análisis de la Biocenosis, ubicando el trabajo en el bosque ilustrado presente en el centro escolar. Dicho bosque reconstruye la vegetación típica de un bosque mixto mediterráneo, conteniendo varios especimenes de encinas, robles, fresnos e incluso tejo y serbal, con un estrato arbustivo desarrollado y característico.

Los cuidados practicados desde 1989, año en el que se inició la plantación de las especies arbóreas, y el microclima



creado artificialmente han permitido el desarrollo de este "*ecosistema*" en el patio del Instituto.

II.1. Métodos de estudio de Biocenosis

En primer lugar se preparó a los alumnos para el reconocimiento *de visu* de especies vegetales del ámbito mediterráneo presentes en la Sierra Mariola. Para ello, se utilizó el bosque ilustrado presente en el propio Instituto, al contener éste especies similares y, cuando fue necesario, se recurrió al uso de guías visuales (Stübing y Peris, 1998). También se hicieron prácticas de determinación de especies vegetales mediante el uso de claves dicotómicas (Mateo Sanz y Crespo, 2001). Se observaron, además especies animales, fundamentalmente insectos y aves, presentes en el bosque ilustrado o en las colecciones del Instituto.

II.2. Área mínima y estratificación de la vegetación

Se introdujo a los alumnos en conceptos como Comunidad Vegetal, abundancia, diversidad, dominancia, estratificación, etc. y se practicó así mismo un estudio de área mínima (área más pequeña en la cual la composición florística de la Comunidad Vegetal en cuestión, está adecuadamente representada) en el bosque ilustrado del I.E.S. Jorge Juan. También se hizo especial hincapié en que se distinguieran *in situ* diferencies especies de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo y valoraran su contribución a la estructura de una Comunidad Vegetal.

II.3. Introducción a técnicas de estudio de biomasa y productividad

Con estas nociones se pretendía estudiar aspectos relacionados con la dinámica de los ecosistemas. Se realizaron para tal fin estudios de biomasa arbórea en el bosque ilustrado. Se utilizó una especie dominante del bosque mediterráneo, la encina. Se estimó el peso seco de ramas de diferente grosor previamente seleccionadas, separando la madera de las hojas. Posteriormente se cubicó el tronco y, tras medir el diámetro de cada una de las ramas, mediante un análisis comparativo de regresión, se pudo estimar la biomasa total del árbol. Mediante una aproximación y utilizando datos bibliográficos pudo determinarse la biomasa arbórea total de las encinas de la parcela del bosque ilustrado.

Se estimó, asimismo, la superficie foliar mediante el recuento del número de hojas y la medición de su superficie. Los datos obtenidos se analizaron y se construyeron rectas de regresión para correlacionar los datos de grosor de ramaje y peso seco y superficie foliar.

BLOQUE III. ACTIVIDAD DESARROLLADA EN AGRES: ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN DE SIERRA MARIOLA

III.1. Área mínima e inventarios

Utilizando el mapa topográfico E. 1:10.000 y la fotografía aérea de la zona, se determinaron varios transectos en los que aplicar las técnicas de estudio de área mínima aprendidas en el Instituto, pudiendo establecer, de esta forma, la biodiversidad vegetal presente en la Sierra de Mariola, mediante la realización de inventarios de especies vegetales y estudios de su cobertura en las áreas definidas (Fig. 2). Especial interés se prestó al lugar conocido como Valle de los Tejos. Por último, en sesiones de tarde, se procedía a determinar, en el laboratorio de campo, las especies vegetales frecuentes, mediante claves dicotómicas, siempre y cuando estas especies no estuviesen catalogadas ni protegidas legalmente.

III.2. Estudios de biomasa en el encinar

Se realizaron estimas aproximadas de la biomasa de una zona de encinar, efectuando medidas de troncos y ramas y utilizando las gráficas de regresión elaboradas previamente en el Instituto. Se desarrolló, por tanto por parte de los alumnos, un estudio empleando herramientas y técnicas de aproximación cuantitativa en sus análisis ecológicos.

FIGURA 2. *Alumnos realizando estudios de área mínima en la Sierra Mariola.*

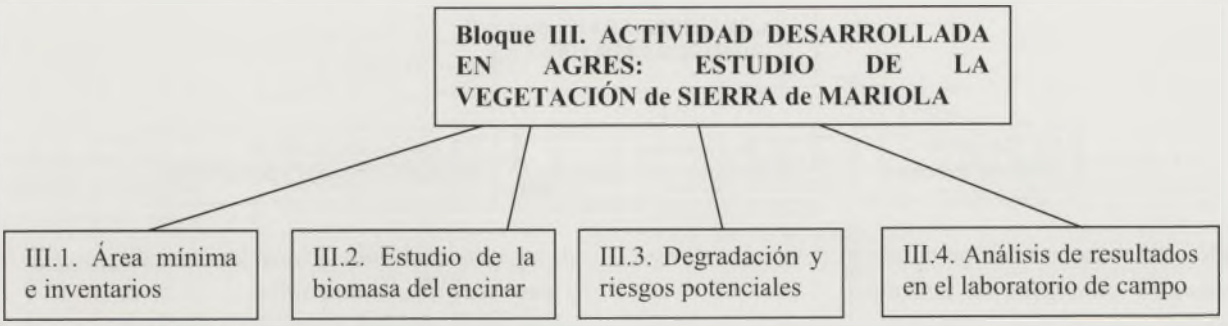


FIGURA 3. *Alumnos en sesión vespertina de análisis y puesta en común de datos obtenidos durante la mañana.*

III.3. Degradación y riesgos potenciales

Con el fin de concienciar a los alumnos en la necesidad de proteger el patrimonio natural, se visitó una zona próxima al Valle de los Tejos donde se observan los efectos de incendios recientes. Se evaluaron los posibles riesgos de erosión en función del proceso de regeneración vegetal, la pendiente y litología del terreno.

III.4. Análisis de los resultados en el laboratorio de campo

Después de cada jornada de campo, se pusieron en común los diferentes trabajos realizados por distintos grupos y se analizaron los resultados (Fig. 3):

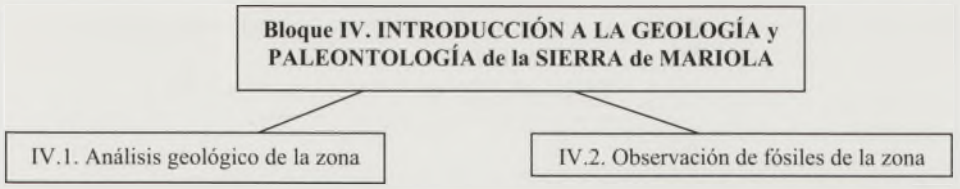
- Se ubicó la zona a estudiar en el mapa topográfico utilizando las fotografías aéreas.
- Se realizó el inventario y determinación de las especies vegetales de las áreas mínimas.
- Se realizó un esquema de las variaciones de la vegetación con la altitud.
- A las medidas de ramas y troncos de encinas se les aplicó las rectas de regresión previamente elaboradas en el laboratorio del instituto para estimar la biomasa del encinar y comparar posteriormente los resultados. También se estimó la biomasa arbórea total de la zona mediante técnicas de fotointerpretación, realizando aproximaciones de la densidad arbórea
- Se compararon las especies que aparecen en una zona sin degradar y las indicadoras de la degradación. Se evaluaron los riesgos potenciales de degradación de la zona y se discutieron las medidas a adoptar para intentar corregirlos.

BLOQUE IV. INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA DE LA SIERRA DE MARIOLA

IV.1. Análisis geológico de la zona

Se hizo un estudio del anticlinal presente junto al Morro del Contador. Una observación general del anticlinal permitió distinguir los flancos cretácicos y el núcleo descubierto jurásico (IGME, 1975). Así mismo, se midieron buzamientos en los flancos que corresponden a materiales cretácicos. En el Balcón de Llopis se observó el desarrollo del lapiaz, relacionándolo con la climatología y litología de la zona (Fig. 4). Así mismo, desde este lugar privilegiado, se observaron relieves característicos de la Provincia y se localizaron y caracterizaron diferentes tipos de ocupación del territorio, lo que sirvió de introducción en conceptos como paisaje, geomorfología, medio perceptual y antropización.

FIGURA 4. *El Balcón de Llopis. Se observa el lapiaz desarrollado y los relieves próximos.*



IV.2. Observación de fósiles de la zona

Para finalizar con las actividades de campo, se estudiaron los fósiles presentes en el Balcón de Llopis. Los fósiles de edad cretácica característicos de la zona, ammonites, belemnites, braquiópodos y rudistas (Castro, 1998), sirvieron para concienciar a los alumnos de la necesidad de preservar los yacimientos paleontológicos por su valor científico.

CONCLUSIONES

Con esta experiencia didáctica se consiguieron los objetivos propuestos al inicio de la misma:

- — Introducción en el estudio de un paraje natural
- — Iniciación en técnicas de trabajo de campo y laboratorio empleados en estudios geológicos y ecológicos.
- — Valorar la importancia del medio natural y que conozcan especies endémicas de la zona.
- — Concienciación de la necesidad de proteger el Patrimonio Natural.

Las sesiones teórico-prácticas previas (25 horas distribuidas en 7 sesiones) prepararon a los alumnos para un mejor aprovechamiento de las actividades de campo (3 días en Sierra Mariola). Se descubrió también la complejidad de los estudios ecológicos, interdisciplinares e integradores de conocimientos de ámbitos como la geología, la botánica, la climatología, etc.

Una adecuada motivación permitió que los alumnos adquirieran conocimientos y manejaran conceptos por encima de su nivel académico, haciéndoles sentir protagonistas del proceso de descubrimiento científico.La valoración de esta experiencia fue altamente gratificante tanto por parte del alumnado como por parte del profesorado. Los alumnos se sintieron protagonistas de la investigación científica creándoles un estímulo intelectual y un clima de trabajo óptimo. Por último, cabe destacar el interés de la introducción, dentro del horario lectivo del Bachillerato Científico, de actividades prácticas evaluables, y el consiguiente reconocimiento de las necesidades específicas de horario y medios.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado en parte por la A.P.A. del Instituto de Educación Secundaria Jorge Juan de Alicante, la Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM), y la Editorial Santillana.

REFERENCIAS

Castro, J. M. (1998): *Las plataformas carbonatadas del Valanginiense superior-Albiense superior en el prebélico de Alicante*. Tesis Doctoral Universidad Granada, 464 p.

I.G.M.E. (1975): Mapa Geológico Nacional, E. 1:50.000 (Proyecto MAGNA), Hojas 820 (Onteniente) y 821 (Alcoy).

Mateo Sanz, G. y Crespo, M. B. (2001): Manual para la Determinación de la Flora Valenciana (2a edición). Ed. Moliner. 503 p.

Stübing, G. y Peris, J. B. (1998): Plantas Silvestres de la Comunidad Valenciana. Ed. Jaguar. 624 p.

Pérez Cuevas, A. J. (1994): Atlas climático de la Comunidad Valenciana: 1961-1990. Valencia: Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports. 206 p.

Análisis informatizado de señales sonoras en el laboratorio de prácticas de Física de 2º de Bachillerato

M. Fernández-Alonso, G. Mínguez-Vega, J. Lancis, V. Climent, L. Martínez-León y V. Durán

Departament de Ciències Experimentals, Universitat Jaume I, 12080 Castelló, Spain. fernande@exp.uji.es

ABSTRACT

This communication describes an educational project that has been set-up in order to familiarize the students with the new trends in the field of the new technologies during the latest years. In this project, compelling reasons will be offered to the students in order to facilitate their own approaching to technological realities, like for example computers equipped with analogical-to-digital devices, as well as to realize new concepts, like the management of information in real-time or the computation of mathematical operations by using electronic devices. This project is based on the necessity of innovate the current educational resources and to adapt them to the new technologies. Specifically, the project focuses in the development of an experiment for the Physics laboratory of 2nd degree of Bachillerato, which exposes some properties of time-variable electrical signals by using very simple circuits (RC circuit), but still, allowing a very detailed and an interesting analysis of them. Moreover, it will be shown that it is even possible to manipulate physically the electrical signals in order to operate several mathematical transformations like derivative or integral operations.

Key words: *RC circuit, sound filtering, integrator, differentiator.*

APLICACIÓN DE LOS FILTROS RC PASA-BAJA Y PASA-ALTA AL ANÁLISIS DE LA VOZ HUMANA

Un simple circuito RC puede operar como un filtro de frecuencias (Sears *et al.*, 1999; Tipler, 1999). Para aplicar este filtraje al sonido producido por la voz humana, se han elegido los valores R=1 kΩ y C=470 nF (Kinsler *et al.*, 2000; Savioli, 2003).

En primer lugar se ha de hacer el registro o grabación de la propia voz a través de un micrófono conectado directamente a la tarjeta de sonido del ordenador personal, tal como se muestra en el esquema (a) de la Figura 1. Para grabar esta señal sonora en un fichero que sea después reproductible se utilizará un programa estándar de grabación de sonidos que esté instalado en el ordenador (e.g. Cool Edit 96).

Siguiendo un procedimiento paralelo al del párrafo anterior se ha de grabar la misma voz a través de un micrófono conectado a la entrada de un filtro pasa-baja y la salida de éste se ha de conectar a la tarjeta de sonido del ordenador personal, tal como se muestra en el esquema (b) de la figura 1.

Finalmente se ha de grabar la misma voz a través de un micrófono conectado a la entrada de un filtro pasa-alta y la salida de éste se ha de conectar a la tarjeta de sonido del ordenador personal, tal como se muestra en el esquema (c) de la figura 1.

Posteriormente, con el mismo programa de tratamiento de ficheros sonoros, se realiza, respectivamente, el análisis del espectro frecuencial de cada uno de los registros sonoros. Se obtienen las gráficas de la sensación sonora (en dB) en función de la frecuencia mostradas en las figuras 2(a), 2(b) y 2(c), respectivamente.

Utilizando el mencionado programa de tratamiento del sonido se puede realizar la audición sucesiva de los tres registros sonoros y así apreciar la diferencia cualitativa entre los mismos.

CARACTERÍSTICAS DE UN CIRCUITO RC SERIE COMO INTEGRADOR

Un simple circuito RC permite realizar la integral de una función variable con el tiempo, ésta será, en concreto, el voltaje de entrada que alimenta el circuito, V_{in}. En la Figura 3 se muestra el circuito integrador, en el cual el voltaje de salida, V_{out}, se toma en el condensador C. A altas frecuencias, o sea para $\omega >> 1/RC$, el condensador no tiene tiempo suficiente para cargarse, su voltaje será entonces pequeño, con lo que el voltaje de entrada es aproximadamente igual al voltaje en la resistencia.

$$V_{in} = I\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \qquad (1)$$

$$\omega C >> R \quad \Rightarrow \quad V_{in} \cong IR \tag{2}$$

$$V_{out} = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C}\int I\,dt \cong \frac{1}{C}\int \frac{V_{in}}{R}\,dt \tag{3}$$

$$\boxed{V_{out} = \frac{1}{CR}\int V_{in}\,dt} \tag{4}$$

La figura 4 muestra el montaje y resultados experimentales del circuito RC como dispositivo integrador.

CARACTERÍSTICAS DE UN CIRCUITO RC SERIE COMO DIFERENCIADOR

Un simple circuito RC permite realizar la derivada de una función variable con el tiempo, ésta será, en concreto, el voltaje de entrada que alimenta el circuito, V_n. En la figura 5 se muestra el circuito diferenciador, en el cual el voltaje de salida, V_{out}, se toma en la resistencia. A bajas frecuencias, o sea para $\omega << 1/RC$, el condensador tiene tiempo suficiente para cargarse hasta que su voltaje se aproxima al voltaje de entrada.

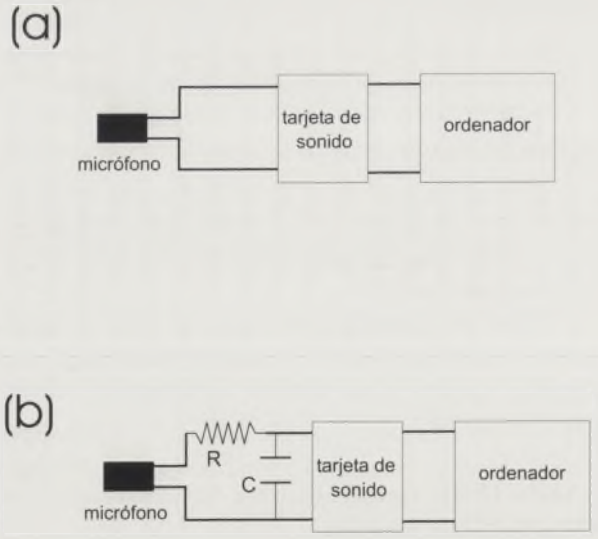


FIGURA 1. *Esquemas para grabar un sonido en el ordenador. (a) Grabación directa de un sonido. (b) Filtrado pasa-baja de un sonido. (c) Filtrado pasa-alta de un sonido.*

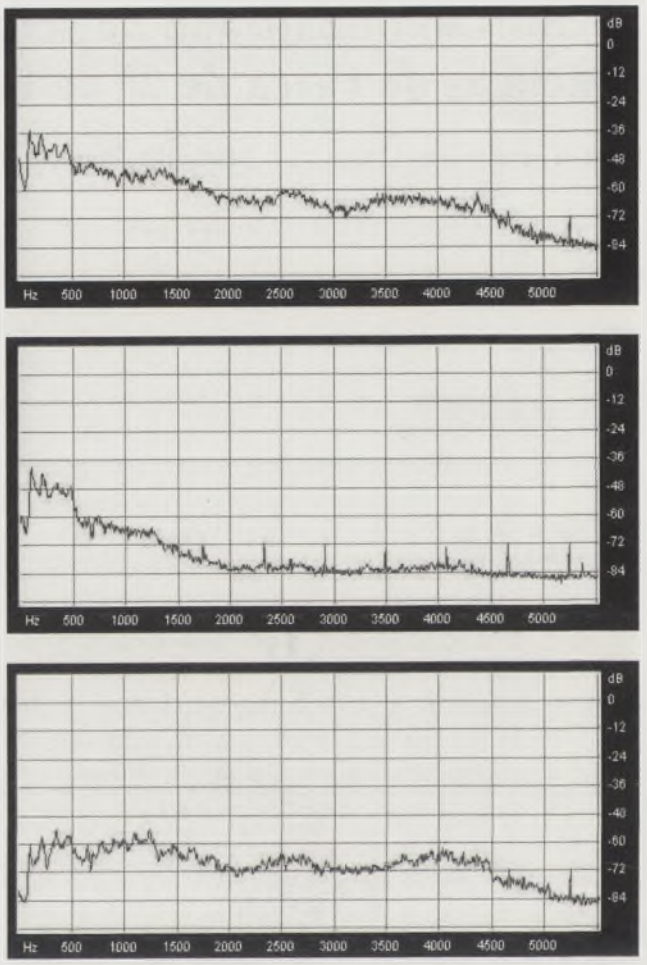


FIGURA 2. *Espectros frecuenciales de los registros sonoros. (a) Sonido sin filtrar. (b) Filtrado pasa-baja de un sonido. (c) Filtrado pasa-alta de un sonido.*

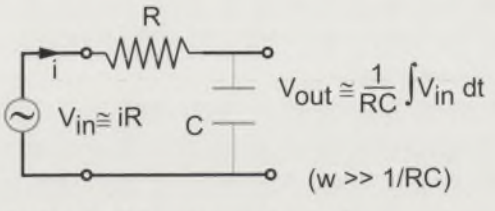


FIGURA 3. *Circuito RC serie como integrador.*

$$V_{in} = I\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \tag{5}$$

$$R << \frac{1}{\omega C} \quad \Rightarrow \quad V_{in} \cong \frac{I}{\omega C} = V_C \tag{6}$$

$$V_{out} = RI = R\frac{dQ}{dt} = R\frac{d}{dt}CV_c = RC\frac{dV_c}{dt} \tag{7}$$

$$\boxed{V_{out} \cong RC\frac{d}{dt}V_{in}} \tag{8}$$

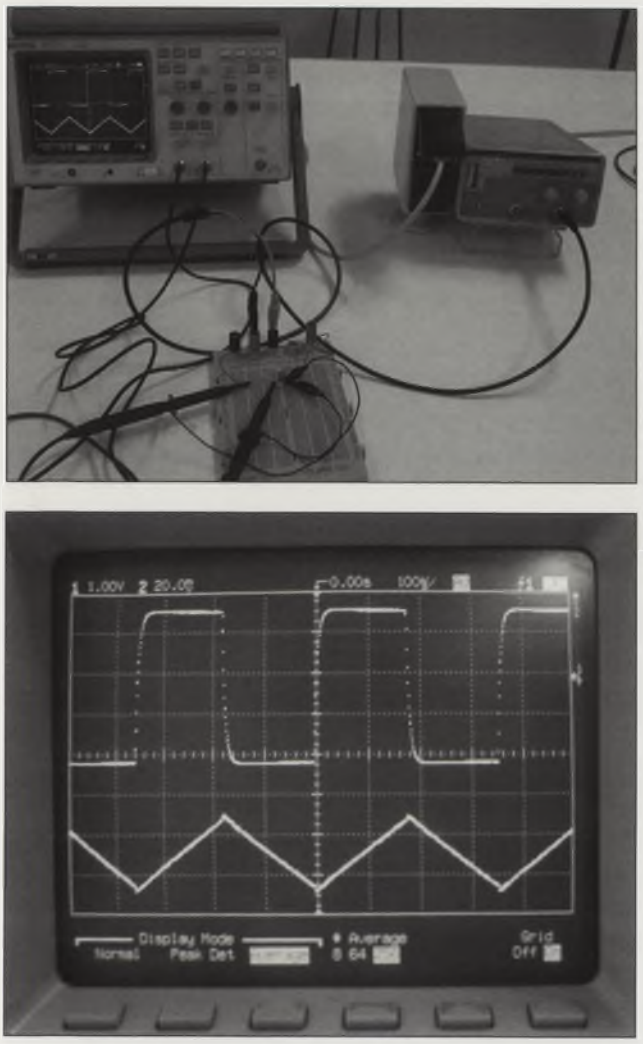


FIGURA 4. *(a) Montaje realizado en el laboratorio para el uso de un circuito RC como integrador. (b) Detalle de la pantalla del osciloscopio con el voltaje de entrada, V_{in}, (superior) y el de salida, V_{out}, (inferior).*

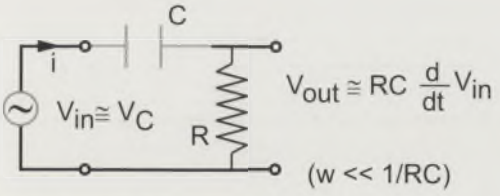


FIGURA 5. *Circuito RC serie como diferenciador.*

FIGURA 6. *Detalle de la pantalla del osciloscopio con la señal de entrada, V_{in}, (triangular) y la de salida, V_{out}, (cuadrada).*

La figura 6 muestra los resultados experimentales del circuito RC como dispositivo diferenciador, utilizando un montaje realizado en el laboratorio análogo al mostrado en la Figura 4(a). Como señal de entrada, V_{in}, se selecciona en el generador una función de onda triangular y entonces como señal de salida, V_{out}, se obtiene una señal cuadrada.

REFERENCIAS

Kinsler, L. E., Frey, A. R., Coppenns, A. B. y Sanders, J. V. (2000): Fundamentals of Acoustics. John Wiley & Sons, New York.

Savioli, C. U. (2003): Introducción a la Acústica. Edición: e-book (formato Acrobat Reader, PDF). Libreria Editorial Alsina.

Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D. y Freedman, R.A. (1999): Física Universitaria (Volumen 2). Addison Wesley Longman de México S.A.

Tipler, P. A. (1999): Física para la ciencia y la tecnología (Volumen 2). Editorial Reverté.

Una aplicación didáctica para la generación de sismogramas sintéticos

J. J. Galiana-Merino[1], J. Rosa-Herranz[1], P. Jáuregui-Eslava[2], S. Molina-Palacios[2] y J. J. Giner-Caturla[2]

1 Dpto. Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, Universidad de Alicante, 03690 - San Vicente del Raspeig, Alicante (Spain), e-mail: juanjo@dfists.ua.es, Julio@dfists.ua.es

2 Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, 03690, S. Vicente del Raspeig, Alicante, (Spain). e-mail: pedro.jauregui@ua.es, Sergio.Molina@ua.es, jj.giner@ua.es

ABSTRACT

We have developed an interactive Matlab™ tool to show, in an intuitive way, the generation, propagation and record of local earthquakes. The software is aimed for students from secondary school and first university courses. The software uses as crustal model a three layer structure where the user can select the following parameters: depth, density, P-wave velocity, S-wave velocity (for a given Poisson coefficient), P-wave attenuation, and S-wave attenuation. The source model is the Brune's pulse, but any other wave can be also selected through the program's menu. Other options are related with the Rayleigh waves and the hipocenter. The simulation process considers direct waves, multiple reflected and refracted waves, P-to-S conversions, head waves, and surface waves. The propagation of these waves is affected by different phenomena as geometrical attenuation and dispersion. After simulating, the program allows to show the contribution of each wave and trajectory to the final seismogram. The seismogram, representative of the ground movement, can be also convolved with the response of a Wood-Anderson or a Mark L4-C seismometer. Moreover, real or synthetic noise can be added to the seismogram in order to obtain a signal similar to the real records.

***Key words**: Synthetic seismogram, P waves, S waves, Rayleigh waves.*

INTRODUCCIÓN

La Tierra en su conjunto se puede describir como un filtro que convierte una señal de entrada impulsiva en una serie de vibraciones que son registradas como un sismograma. El filtrado llevado a cabo por la Tierra consiste básicamente de cuatro procesos (Robinson, 1988):

- — Conversión de un impulso en una onda dentro de la zona fuente.
- — División de una onda en una sucesión de ondas como efecto de las reflexiones y refracciones en las interfases.
- — Dispersión geométrica.
- — Absorción.

En este trabajo se han analizado los tipos principales de onda que van a aparecer en un sismograma de componente vertical (P, SV, Rayleigh), teniendo en cuenta tanto los efectos que sobre estas ondas tienen las diferentes interfases como los efectos asociados a las pérdidas de energía debido a los fenómenos de dispersión geométrica y absorción. Todos estos conceptos combinados adecuadamente son los que nos proporcionan el sismograma sintético final.

Para ello se ha realizado una 'toolbox' para Matlab 5.3 llamada "Sismogramas-Sintéticos" que incorpora todas las funciones necesarias para la generación de este tipo de sismogramas en un modelo estratificado de tres capas homogéneas (Jáuregui-Eslava, 1997).

Estas funciones se controlan a través de una interfaz del usuario, incluida con la 'toolbox' (Fig. 1). Esta interfaz se divide inicialmente en dos pantallas. En la primera, el usuario puede introducir para cada una de las tres capas los siguientes parámetros: espesor, densidad, velocidad de propagación de las ondas P y S y las constantes de atenuación asociadas con las ondas P y S. En la segunda pantalla se introducen datos referentes al tipo de pulso sísmico, las ondas Rayleigh, y la posición relativa fuente-sensor. El tipo de fuente sísmica se puede introducir en la simulación a través de un fichero de datos o un 'script' de Matlab. En cuanto a las ondas Rayleigh, los datos solicitados son: la velocidad de fase, la velocidad de grupo, la frecuencia central, el ancho de banda para la simulación de la dispersión, y la constante de atenuación. Por último, permite seleccionar la posición x-z tanto de la fuente como del sensor, con la única restricción de que éstos se han de encontrar sobre la primera capa.

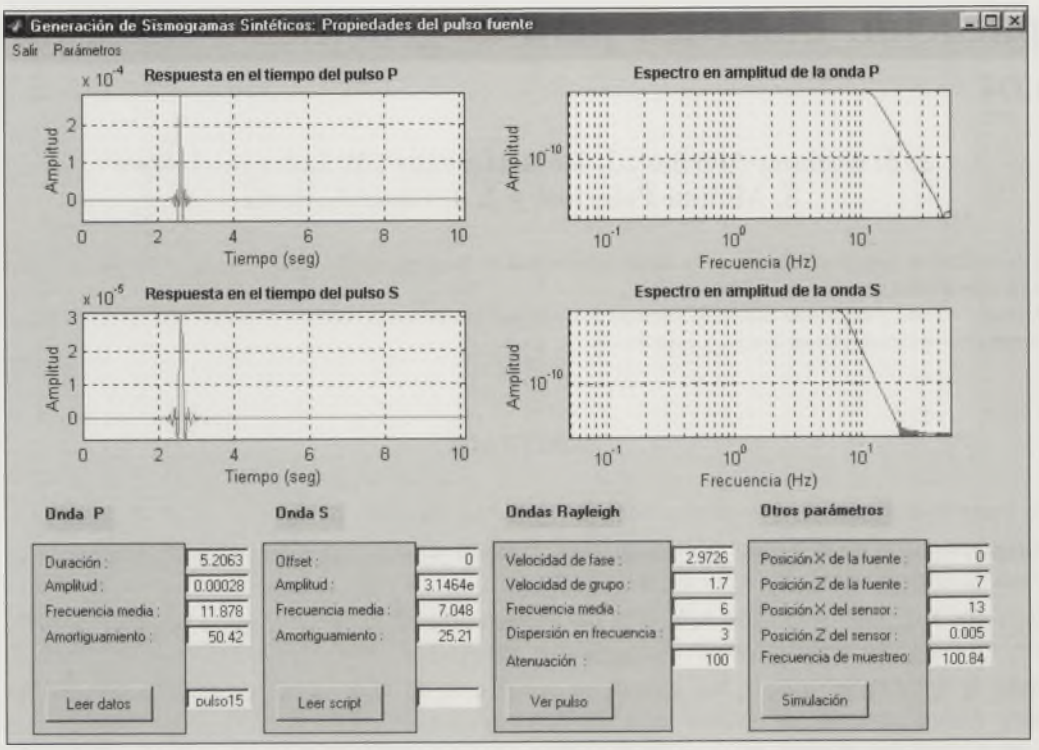


FIGURA 1. *Interfaz del usuario del programa de simulación.*

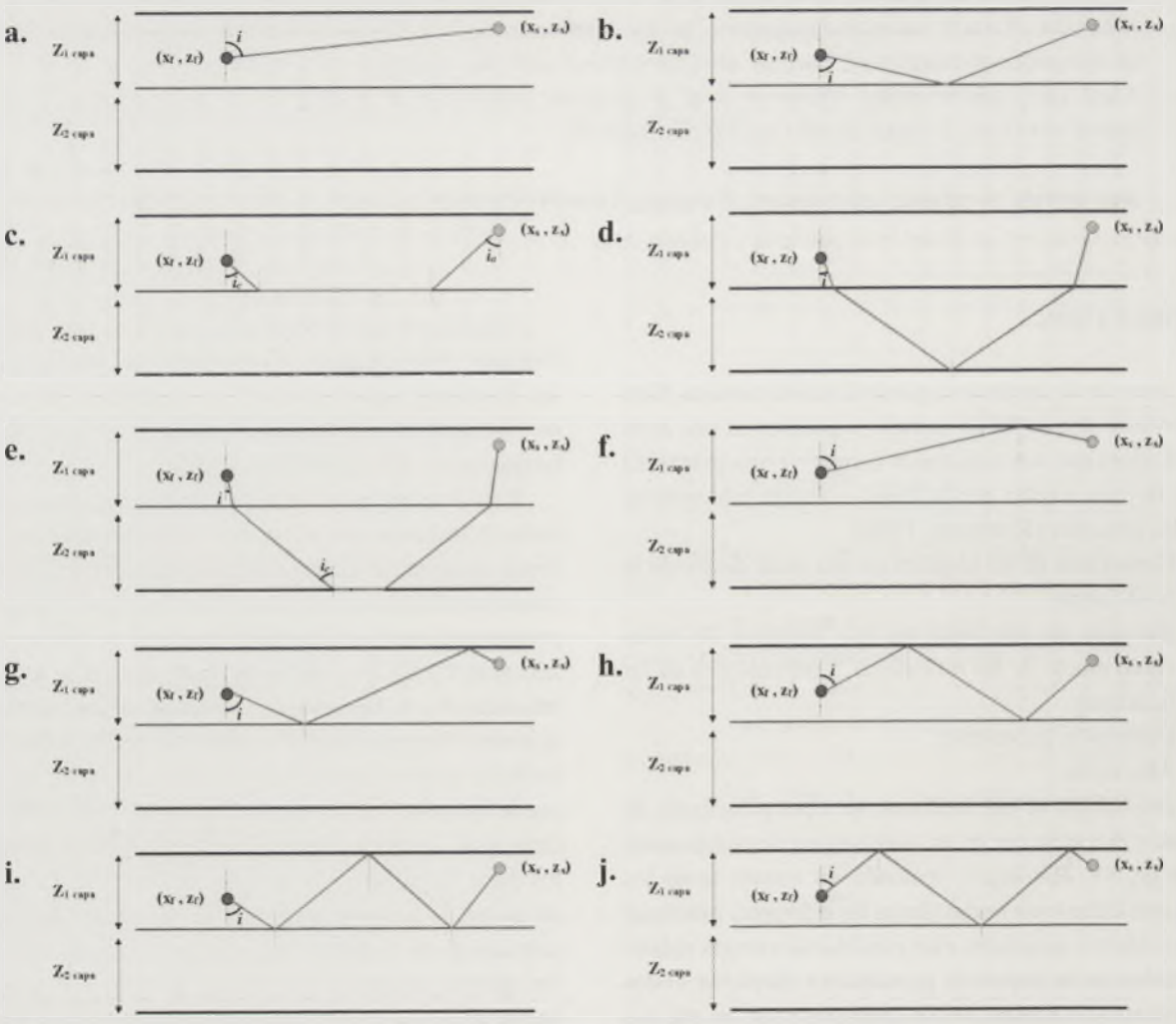


FIGURA 2. *Trayectorias de los rayos.*

TABLA 1. *Propiedades asociadas a las capas del modelo de corteza.*

Parámetro	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad (km)	9	18	40
Densidad (kg/m^3)	2500	2600	3000
Velocidad de la onda P (km/s)	5.60	6.70	8.10
Velocidad de la onda S (km/s)	3.23	3.87	4.68
Factor de atenuación de la onda P	34	40	170
Factor de atenuación de la onda S	17	20	85

Bajo esta interfaz se encuentra un conjunto de funciones que se encargan de generar el sismograma sintético, cuya forma final (a la llegada al sensor) depende fundamentalmente de tres cosas: las trayectorias escogidas para la simulación, el tipo de pulso fuente, y los parámetros característicos introducidos (velocidades, frecuencia de dispersión de la onda Rayleigh, etc.).

MARCO TEÓRICO

Selección de las trayectorias de los rayos

Para generar los sismogramas sintéticos mediante el método de trazado de rayos se ha seleccionado un conjunto de 94 posibles trayectorias, a las que se le añadido la contribución de la onda Rayleigh. Estas trayectorias se han escogido de forma que el número total de reflexiones y refracciones no supere el número de tres.

Los rayos con mayor número de interacciones con interfases llegan con una amplitud muy pequeña y por eso ya no se han considerado.

El conjunto de rayos trazados se puede clasificar en 10 tipos de trayectorias distintas (Fig. 2).

Selección del pulso fuente

Para poder obtener el sismograma sintético en la posición del sensor es necesario convolucionar un determinado pulso fuente, que representará el desplazamiento producido por una explosión o ruptura en el área inmediata a la zona de la fuente, por una función, que se podría denominar función o filtro Tierra, que dará cuenta de las diferentes reflexiones y refracciones sufridas por el pulso fuente al desplazarse desde el hipocentro hasta la posición del sismómetro.

La envolvente del espectro del pulso de desplazamiento de una onda S para campo lejano se puede modelizar como (Brune, 1970):

$$\langle u(\omega)\rangle = \langle \Re_{\theta\phi}\rangle \frac{\sigma\beta}{\mu}\frac{r}{R}F(\varepsilon)\frac{1}{\omega^2+\delta^2} \qquad (1)$$

donde $\langle \Re_{\theta\phi}\rangle$ es el patrón de radiación promedio que toma un valor de 0,4 (Brune, 1970); μ es el factor de rigidez; r es el radio de una superficie de dislocación circular equivalente; R es la distancia hipocentral, σ es el esfuerzo efectivo, $F(\varepsilon)$ es la fracción de la caída de esfuerzos y $\delta = 2{,}34 \cdot (\beta / r)$ (Brune, 1971).

La función anterior se puede expresar de la siguiente forma:

$$\langle u(\omega)\rangle = \left[\langle \Re_{\theta\phi}\rangle \frac{\sigma\beta}{\mu}\frac{r}{R}F(\varepsilon)\frac{1}{\delta^2}\right]\frac{1}{1+\left(\frac{\omega}{\delta}\right)^2} \qquad (2)$$

donde para unos valores dados, el término entre corchetes será igual a una constante y por tanto la ecuación (2) se podrá escribir como:

$$\langle u(\omega)\rangle = \frac{A_0}{1+\left(\frac{\omega}{\delta}\right)^2} \qquad (3)$$

La ecuación anterior se puede identificar con un filtro Butterworth de 1 orden, donde el parámetro δ se corresponde con la frecuencia de corte ω_c.

Sin embargo, en sismogramas reales se puede comprobar como la caída del espectro del primer pulso es de un orden bastante mayor que 1. Por este motivo, en varias referencias (Correig, 1996; Jáuregui-Eslava, 1997) se utiliza una función como la siguiente:

$$\langle u(\omega)\rangle = \frac{A_0}{1+\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^\gamma} \qquad (4)$$

donde el término A_0 se corresponde con el módulo de la región plana del espectro a frecuencias bajas, mientras que γ controla la pendiente de caída del espectro a frecuencias altas.

Para un sismograma real dado se pueden calcular los valores de A_0, ω_c, y γ ajustando el espectro en desplazamiento real con la función (4) (Jáuregui-Eslava, 1997). Esto nos sirve para realizar una estimación del rango en el que oscilan estos parámetros y así poderlos utilizar a la hora de generar un pulso sintético mediante la ecuación (4).

En nuestro caso se obtiene que A_0 es del orden de 10^{-3} a 10^{-4} m·s; $f_c = \omega_c / 2\pi$ varía en torno a 8 Hz para las ondas S; y el factor γ suele ser superior a 15.

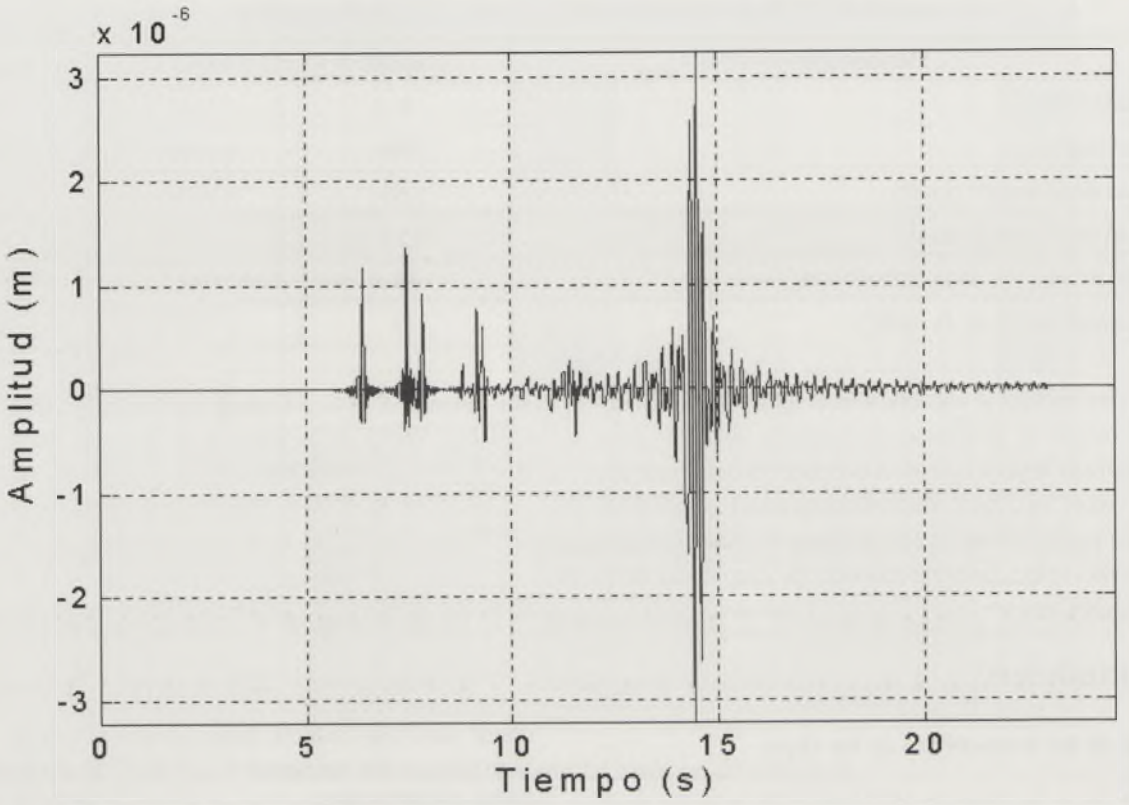


FIGURA 3. *Sismograma sintético local s(n).*

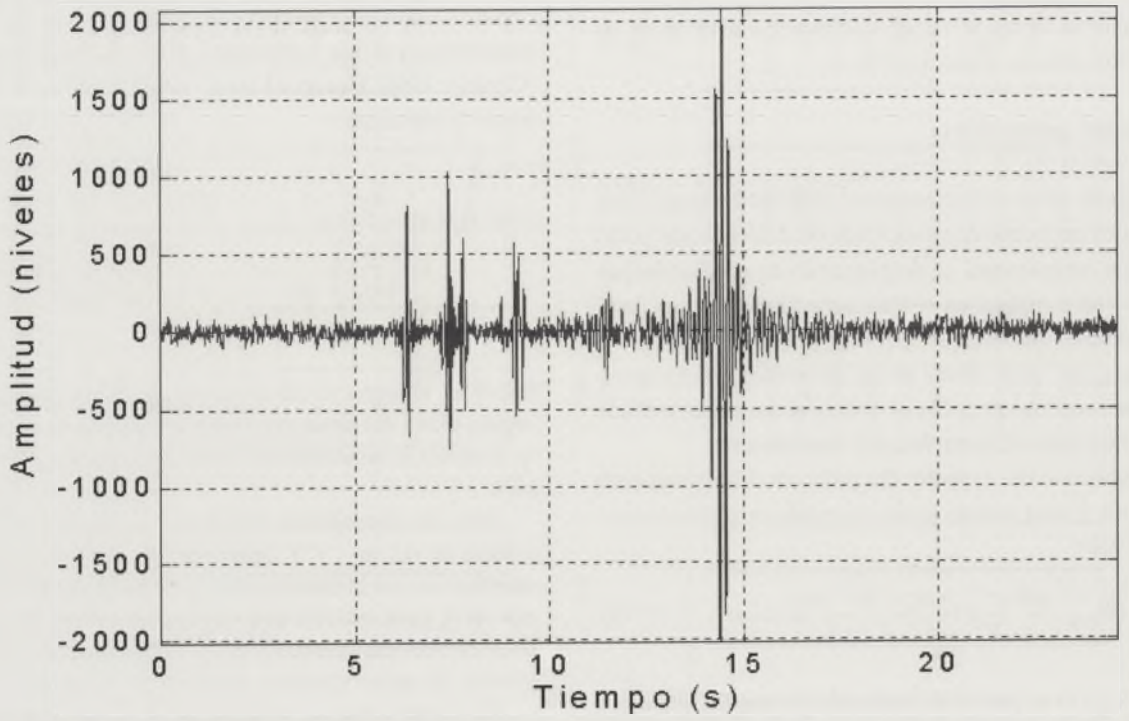


FIGURA 4. *Sismograma sintético s(n) convolucionado con la respuesta instrumental de una de las estaciones y con ruido real añadido (SNR=5).*

Selección de parámetros característicos

Antes de llevar a cabo cualquier tipo de simulación hay que seleccionar el conjunto de parámetros que se va introducir en el programa. Con el fin de conseguir una situación lo más parecida a la real, es importante que los valores que se den a estos parámetros sean unos valores coherentes, acordes con las características del ámbito de la red local. No obstante, cada usuario es libre de introducir cualquier otro tipo de conjunto de parámetros.

En la tabla 1 se muestran los valores que se han asignado por defecto a los parámetros relativos al modelo estratificado de tres capas.

El espesor de cada una de las tres capas, y la velocidad de la onda P en cada una de ellas viene dado por el modelo de estructura de corteza propuesto por Jáuregui-Eslava (1997).

La velocidad de la onda S, β, depende de la velocidad de la onda P, α, a través de la relación de Poisson.

$$\frac{\beta}{\alpha} = \sqrt{\frac{0{,}5-\sigma}{1{,}0-\sigma}} \qquad (5)$$

Para la mayoría de rocas, $\sigma \approx 0{,}25$ (Fowler, 1990), y por tanto la relación anterior se puede expresar como:

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{3}}\alpha \qquad (6)$$

En cuanto a los factores de atenuación, estos dependen de la profundidad y son diferentes para las ondas P y S. En al tabla 1 se muestran los valores aproximados de Q_S para la Cordillera Bética (Lana *et al.*, 1999). En cuanto a los valores de Q_P, estos se pueden obtener suponiendo que $Q_P \approx 2Q_S$ (Lana *et al.*,1999).

La densidad de cada una de las capas se ha asignado teniendo en cuenta que la densidad de la corteza oscila entre 2600 y 2900 kg/m^3 (Dziewonski y Anderson, 1981) y que además ésta es cada vez mayor conforme aumenta la profundidad.

A continuación se indican también los parámetros referentes a la onda Rayleigh. La velocidad de fase de este tipo de onda superficial está relacionada con la velocidad de fase de las ondas P y S, y se puede obtener a través de la siguiente expresión (Lay y Wallace, 1995):

$$\frac{c^2}{\beta^2}\left[\frac{c^6}{\beta^6} - 8\frac{c^4}{\beta^4} + c^2\left(\frac{24}{\beta^2} - \frac{16}{\alpha^2}\right) - 16\left(1 - \frac{\beta^2}{\alpha^2}\right)\right] = 0 \qquad (7)$$

Donde c es la velocidad de fase buscada. Para una relación de Poisson $\sigma \approx 0{,}25$, esta ecuación se reduce a:

$$c = 0{,}9194\,\beta \qquad (8)$$

La velocidad de grupo de las ondas Rayleigh depende de la propia velocidad de fase y de la variación de ésta con el número de onda k.

$$v_g = c + k\frac{dc}{dk} \qquad (9)$$

En general, en la Tierra la velocidad de fase decrece monótonamente con la frecuencia, de manera que $dc/dk<0$ (Lay y Wallace, 1995) y por tanto se puede escoger una velocidad de grupo tal que $v_g<c$.

En cuanto al factor de atenuación de las ondas de superficie, Q_R, éste toma generalmente un valor del orden de 100 para ondas de periodo corto y de unos pocos cientos para ondas de periodo largo (Lay y Wallace, 1995).

De manera experimental se puede estimar la frecuencia central de oscilación de las ondas Rayleigh, resultando que ésta es siempre algo menor que la frecuencia de la onda S.

Por último, con el fin de representar los sismogramas que se obtienen en función del tiempo, se ha escogido una frecuencia de muestreo de 100 Hz.

RESULTADOS

En este apartado se muestra un ejemplo de un sismograma sintético obtenido mediante este programa. Para este caso (Fig. 3) se ha utilizado un pulso fuente con las siguientes características: $A_0 \approx 2{,}0\cdot10^{-4}$ m·s; f_c = 10 Hz, y γ = 45. Los parámetros relativos a la estructura de la corteza son los mismos que figuran en la tabla 1 salvo las constantes de amortiguamiento, que se han escogido como Q_α = 22 y Q_β = 13 para la primera capa; y Q_α = 22 y Q_β = 16 para la segunda capa. Para la onda Rayleigh se ha supuesto una velocidad de grupo de 1,7 km/s, una frecuencia central de 6 Hz, un ancho de banda de dispersión de 3Hz, y un factor de atenuación de 100. Por último, el foco de la fuente se ha situado a una profundidad de 7 km, mientras que el sensor se ha situado a una profundidad de 1 m y a una distancia epicentral de 21 km.

Aparte del resultado gráfico, el programa de simulación devuelve un fichero de texto donde se encuentra información detallada acerca de cada uno de los rayos que han contribuido a la representación final. Esta información indica para cada tramo recto y para cada interfase de la trayectoria el porcentaje de flujo de energía final, el ángulo de incidencia, el espacio recorrido, el tiempo empleado, y la posición x-z final.

A partir de estos datos, se puede observar como muchos de los rayos sufren una fuerte atenuación al reflejarse (o refractarse) sobre una interfase. De ahí que su contribución al sismograma final sea muy pequeña. Además, también se puede notar la ausencia de alguna de las trayectorias mostradas en la figura 2. Esto es debido a que el programa evalúa previamente para cada caso la posibilidad matemática de que pueda producirse una trayectoria dada. En nuestra situación en particular, para el ejemplo mostrados no llegan a producirse ondas precursoras en la interfase entre las capas segunda y tercera ya que la distancia fuente-sensor es muy pequeña.

El sismograma sintético obtenido representa de forma teórica el movimiento del suelo que excita el sensor, pero no la señal que sería registrada por la red local. Para obtener esta última señal será necesario convolucionar el sismograma $s(n)$ con la correspondiente respuesta instrumental del sismógrafo y añadirles una determinada señal de ruido.

$$x(n) = h(n) * s(n) + z(n) \quad (10)$$

En esta ecuación, $h(n)$ representa la respuesta impulso asociada al sismógrafo, $z(n)$ es una señal de ruido característica del emplazamiento, y $x(n)$ es la señal tal y como sería registrada.

Una vez que se dispone de la respuesta instrumental y de la señal de ruido, se pueden obtener los sismogramas sintéticos tal y como serían registrados por la red local (Fig. 4).

CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta un nuevo software de simulación de sismogramas locales que utiliza el método de trazado de rayos y la información geológica relativa al entorno restringido de actuación de una red local.

El objetivo de esta aplicación consiste en proporcionar una herramienta sencilla para los estudiantes que les permita comprender la propagación de las ondas P y S dentro de un modelo local de corteza de tres capas. Este programa muestra como contribuye cada trayectoria y tipo de onda a la señal final que llega al sismómetro. En la señal final también se incluye la contribución de las ondas Rayleigh. Esta herramienta compilada para ejecutarse en equipos con sistema operativo Windows, sin necesidad de tener instalado Matlab, puede obtenerse a través del autor principal mediante petición por e-mail.

Por último, los sismogramas obtenidos con esta aplicación no sólo simulan el movimiento del suelo en la posición del sensor sino también los efectos que sobre éste tiene la respuesta instrumental y el ruido asociados a cada uno de los emplazamientos, dando de este modo una visión más realista del tipo de sismogramas que se registrarían por una red local determinada.

AGRADECIMIENTOS

A la Red Sísmica Local de la Provincia de Alicante y al Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert (Diputación Provincial de Alicante) por la ayuda económica proporcionada (re.847 m).

REFERENCIAS

Brune, J. (1970): Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. *Jour. Geophys. Res.*, 75-26: 4997-5009.

Brune, J. (1971): Correction to Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. *Jour. Geophys. Res.*, 76-20: 5002.

Correig, A. (1996): On the measurement of the predominant and resonant frequencies. *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 86-2: 416-427.

Dziewonski, A. y Anderson, D. (1981): Preliminary reference earth model. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 25: 297-356.

Fowler, M. (1990): *The solid earth. An introduction to global geophysics*. Cambridge University Press, 472p.

Jáuregui Eslava, P. (1997): *Estudio de la operatividad de redes sísmicas locales aplicado a la optimización de los recursos de la Red Sísmica Local de la Universidad de Alicante*. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, 277p.

Lana, X., O. Caselles, J. A. Canas, J. Badal, L. Pujades, M.D. Martínez (1999): Anelastic structure of the Iberian Peninsula obtained from an automated regionalization algorithm and stochastic inversion, *Tectonophysics*, 304: 219-239.

Lay, T. and Wallace, T. (1995): *Modern Global Seismology*, Academis Press, 521p.

Robinson, E. and Çoruh, C. (1988): *Basic exploration geophysics*, John Wiley and Sons, 562p.

Investigando las inundaciones periódicas y sus efectos en la Educación Secundaria. Aplicación a la Rambla de las Ovejas (Alicante)

J. Lillo

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Vigo. Avda. Buenos Aires, s/n. 36002. Pontevedra (España). E-mail: jlillo@uvigo.es

ABSTRACT

A simple geometric-mathematical model is applied to the understanding of floods and their effects, by its application to the Rambla de las Ovejas (near Alicante city, Spain) that took place on 20th October 1982. The process followed with students of Secondary Education is explained here, inserting it in a Global Science Literacy outline, by the application of a methodology of guided investigation that supposes a sequence of activities for the resolution of the problems derived from the proposed investigation. The application of this model shows us that the students learn to be aware of global problems better if they start from the local ones and use the new technologies in order to understand and classify floods as a global problem.

Key Words: *Problem Solving by Guided Research, River Floods, Global Science Literacy, Earth Sciences Education, Experimental Models.*

ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN AL MODELO PROPUESTO

Siendo coordinador de la Materia Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente para el D. U. de Galicia dirigí la redacción del Diseño Curricular de dicha materia, cuyo desarrollo realizamos a través del enfoque "La Tierra planeta vivo" (Lillo y Lucas, 1999). Este enfoque fue consolidándose a través de los contactos mantenidos con el Profesor Mayer de la Universidad de Ohio que coordinó el desarrollo de los enfoques ESE (Earth Science Education) y GLS (Global Science Literacy). Ver entre otras las siguientes obras de Mayer (2002, 2003) y Lillo (2001 y 2004 en prensa), que toman todas ellas un enfoque sistémico, basado en los sistemas que operan en la Tierra.

Las mencionadas propuestas engloban varios paradigmas de actualidad, como son el Constructivismo Social, el llamado Paradigma Ecológico, la Educación Global y la Alfabetización Científica y Técnica (Fourez *et al.*, 1997). En todos ellos, a nuestro juicio, el problema de su traslado a situaciones de construcción del conocimiento escolar, reside en cómo los alumnos construyen conocimiento científico desde la consideración de los problemas globales, que están presentes en el enunciado de los curricula actuales en la mayoría de los países.

La resolución de un problema global requiere del planteamiento sucesivo de interacciones y problemas encadenados en orden a construir esquemas o aproximaciones explicativas para finalmente enseñar/aprender a construir un modelo general, que en ciencias debe intentar, en la medida de lo posible, ser un modelo matemático o bien una aproximación en desarrollo del mismo.

En esta línea se enmarca el modelo que presentamos, con el cual realizamos investigaciones sucesivas sobre las inundaciones del río Sar que afectaban a Padrón, provincia de Coruña (ver Lillo, 1999 y 2001), y posteriormente sobre el Umia, provincia de Pontevedra (investigación en curso), que afectan periódicamente a Caldas de Reyes, empleando en todos los casos una metodología de resolución de problemas de investigación, utilizando el método de investigación guiada (Furió, 2001).

Nuestro sencillo modelo geométrico-matemático (Fig. 1) se aplica a la resolución del problema "hasta donde llegaría una inundación, si el agua de escorrentía se encontrase con una presa de anchura y altura dados", y se reduce a la consideración de un valle fluvial geométricamente perfecto, en el que el volumen de agua caído, ante una presa que actúa como obstáculo. También pueden producir los mismos efectos otros obstáculos que impiden el drenaje del cauce fluvial o lo disminuyen, tales como algunas causas naturales (arrastres de troncos, desprendimientos de laderas del valle, etcétera) o bien por obras humanas mal planificadas. Una interesante introducción al tema podría ser el rastreo de causas utilizando las hemerotecas de los medios de comunicación de masas o Internet respecto a inundaciones recientes o históricas de la región investigada. Ver respecto a la Rambla de las Ovejas los aguaceros excepcionales recopilados en Gil, A. (1983, p. 112)- a la evacuación, se

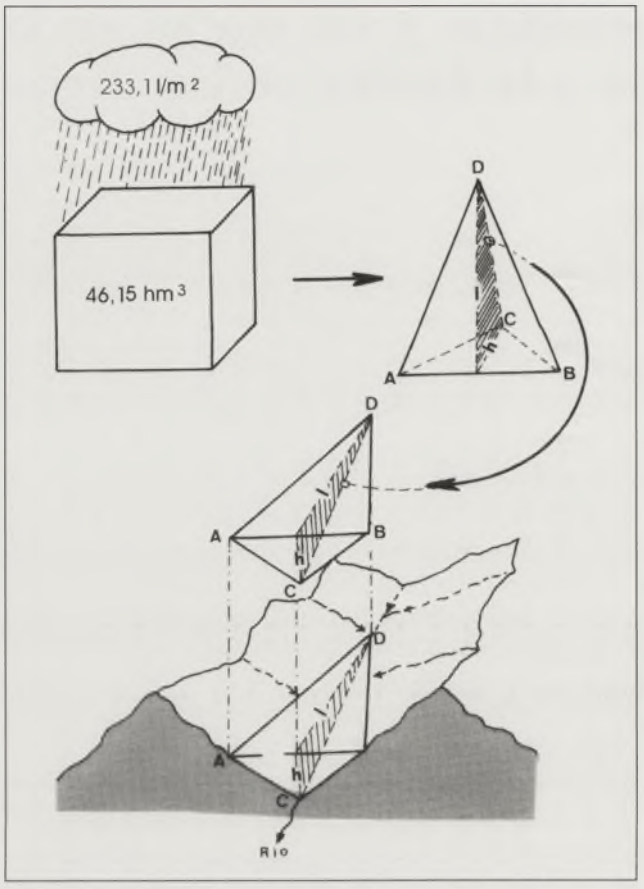


FIGURA 1. *Explicación en el texto.*

distribuiría formando un prisma recto de base triangular en el cual las dimensiones del triángulo basal (anchura-**a**- y altura-**h**-serían las dimensiones de la presa-obstáculo, y la altura del prisma recto, sería la longitud horizontal (**l**) que alcanzaría el agua represada por dicha presa-obstáculo.

METODOLOGÍA DE APLICACIÓN AL CASO DE LA RAMBLA DE LAS OVEJAS (ALICANTE)

En la secuencia por investigación guiada hemos seguido la siguiente secuencia de actividades para resolver los problemas que se plantean:

Problema 1º: *"¿Por qué se producen periódicamente inundaciones en la Rambla de las Ovejas?"*.

Su resolución se aborda desde la búsqueda y selección de la noticia de la inundación y sus consecuencias en los medios de comunicación e Internet , y requiere abrir "cajas negras" sobre términos como "gota fría" y otros conceptos meteorológicos y climáticos. (Ver Morales, Bru y Box., 1983).

Actividad Primera: "*Debatir sobre qué aspectos pueden influir en una inundación y cuáles serían los daños colaterales en personas y bienes*".

Los resultados apuntan claramente que los alumnos destacan la consideración de la cantidad de lluvia precipitada y que dicha precipitación se produzca en un corto espacio de tiempo. Aunque algunos grupos indican algunos factores como los defectos de construcción, la edificación junto al canal de desagüe del río, etcétera.

Actividad segunda: "*Buscar en los medios de comunicación los datos de los valores relevantes que influyeron en la inundación (litros de lluvia caídos por metro cuadrado), así como datos que permitan cuantificar los daños (altura de la inundación en las casas afectadas, pérdidas materiales, etcétera)*".

En la actividad investigada para la Rambla de las Ovejas, la precipitación recogida el día 20 de octubre de 1982 fue de 233,1 l / m^2, y la altura del agua en la desembocadura alcanzó al primer piso de las casas construidas en el margen del barranco, fuera de su cauce (Ver marcas en la figura 3B).

Problema 2º: *"¿Hasta dónde llegará la inundación?"*.

En la resolución de este problema radica el esquema fundamental de nuestro modelo de la figura 1. Su resolución implica calcular el agua precipitada en la cuenca de la Rambla de las Ovejas, y trasladar el supuesto cubo que contendría la precipitación caída, en un prisma triangular, que sería el que formaría el agua una vez que alcanzase el valle fluvial. Esta presa sería equivalente al triángulo de la base del prisma, cuya altura sería la altura alcanzada por el agua en su desembocadura, y cuya anchura sería la del valle fluvial a esa altura (esta anchura también puede ser considerada en otros tramos donde se produzcan estrechamientos u obstrucciones que actúen como presas naturales, y en este caso el problema se trasladaría al cierre de la cuenca fluvial por ese punto, ver datos aportados por Morales, Bru y Box, 1983, p.63 en el caso del Barranco de las Ovejas). La altura del prisma recto sería la longitud que alcanzaría el agua embalsada en el valle del río. Calculada dicha altura y teniendo en cuenta la escala del mapa utilizado, se mide esta distancia desde la desembocadura de la rambla y se comprueba si dicha distancia alcanza pueblos, ciudades, campos de cultivo, etcétera, en el interior de la cuenca.

Para que los alumnos de Secundaria calculen el agua recogida en la cuenca, se les proporciona un dibujo de la cuenca a escala 1:100.000, al que se le superpone un papel milimetrado, en el que a esta escala un cm^2 equivale a 1 km^2, y se cuentan las cuadrículas completas que caen dentro del dibujo de la cuenca, a las que se le suman el número de las incompletas, dividido por dos (Sirva como referencia el dibujo de la figura 2).

En el caso de la Rambla de las Ovejas que comentamos, cayeron 233,1 l/m^2, en una cuenca que dibujada s.e.u o. a escala 1:100.000, da una extensión aproximada de unos 198 km^2. Para esta cuenca el volumen recogido sería 46153,8 x 10^6 litros, es decir, 46,153 hm^3. Si nos imaginamos que este volumen se recoge en un cubo, y se trasvasa al prisma recto de la Fig. 1, y considerando un represamiento en su desembocadura de 100 m de ancho y 10 m de alto, la longitud que alcanzaría el agua depositada horizontalmente, y retenida por esta presa-obstáculo, sería de 276,922 km^2. Morales, Bru y Box (1983), hacen un cálculo por subcuencas, empleando escala más detallada y obteniendo una superficie de 226,62

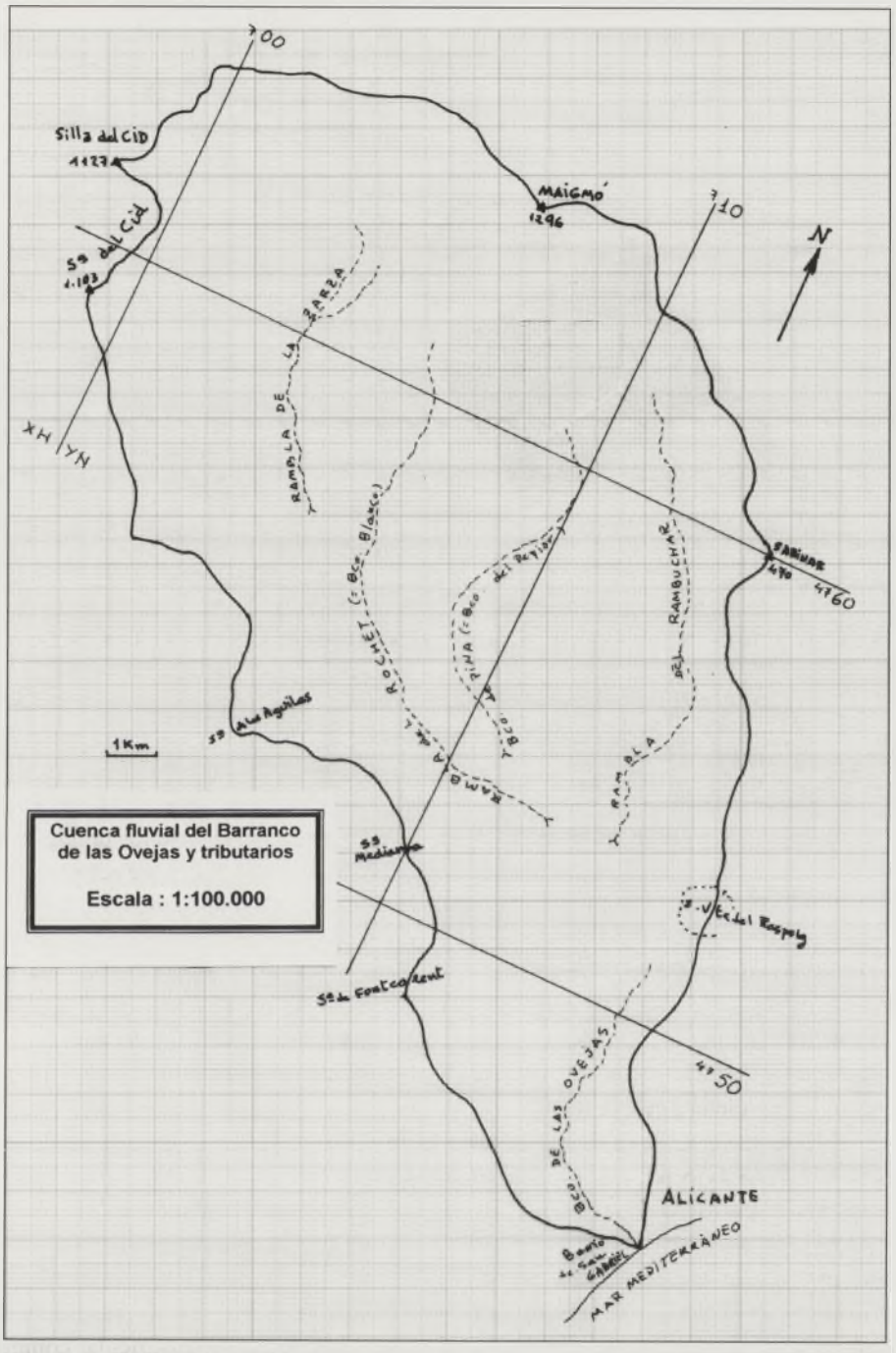


FIGURA 2. *Explicación en el texto.*

km², en cuyo dibujo aprecio algunas disconformidades con el mío, pero que para el caso y nivel en que nos estamos moviendo no me parece de interés discutir, ni desvía de la intención didáctica propuesta. Los cálculos aplicados a dicha cuenca con sus datos, daría una longitud alcanzada por la inundación de 316,950 km, algo mayor que la nuestra, lo que haría más evidente que el agua tendría que provocar desbordamientos necesariamente.

Resulta evidente que en esta cuenca, que tiene menos de 30 km de longitud máxima, resulta insuficiente una presa-obstáculo de las dimensiones consideradas, lo que provoca los desbordamientos y daños que se observan en las figuras 3A y 3B.

La explicación secuencial de cómo se van obteniendo estos datos se muestra, más adelante en las actividades tercera y cuarta.

El desarrollo de la construcción conceptual de lo comentado implica a nivel de trabajo de aula abrir "cajas negras" sobre conceptos como: "forma de cuantificar la precipitación total caída en la cuenca hidrológica", "uso de cambios de escala", "cálculo de áreas de superficies geométricas irregulares", consideración de la "exactitud y/o aproximación en los cálculos matemáticos", etcétera, lo cual se consigue mediante la secuencia de actividades siguiente:

Actividad Tercera: Consta de tres actividades encadenadas:

FIGURA 3: *A) Desembocadura de la Rambla de las Ovejas en el momento de la inundación del 20-10-82. Puede verse la crecida máxima en la marca mas oscura de la pared de los edificios del fondo. B) Daños observables en las obras públicas al bajar la crecida de las aguas.*

3.1: "*Delimitar la forma de la cuenca hidrológica de la Rambla de las Ovejas*". Su comprensión se lleva acabo abriendo la caja negra "trazado de una cuenca hidrológica", que se explica en Lillo (1999a, p. 211, Fig. 83 y p. 228, fig. 90). En nuestro ejemplo, como hemos indicado, conviene que el profesor proporcione al alumno la forma de la cuenca a escala 1:100.000, como la de la Fig. 2.

3.2: "*Calcular la superficie de la misma en m²*". Esto implica abrir la caja negra "cálculo de una superficie irregular" superponiendo una cuadrícula, lo cual se explica en Lillo (1999a., p. 214, Fig. 83).

3.3: "*Calcular la cantidad de agua recogida en dicha cuenca sabiendo que la precipitación medida por el Instituto Nacional de Meteorología en el Observatorio de Alicante el 20 de Octubre de 1982 fue de 233,1 /m²*".

Actividad Cuarta.- Implica resolver el siguiente problema: "*Vas a construir una presa como la de la Fig. 2, que contenga toda el agua de lluvia calculada en la actividad 3.3, en un valle fluvial de laderas de pendiente uniforme, de forma que la sección del valle sea un triángulo de base igual a la anchura (a) del lugar en el que vas situar la presa, y de altura (h) igual a la que deba tener la presa. Si sitúas una presa de altura h= 10 m en un valle de anchura a = 100 m ¿qué longitud alcanzaría el agua embalsada por dicha presa?*"

Su resolución implica abrir otra caja negra sobre la consideración del volumen de un prisma (Vp) y su aplicación concreta al prisma recto de base triangular de nuestro modelo. La fórmula que expresa dicho volumen es:

$$Vp = 1/3\ Sb\ .\ l$$

Siendo el área de la base del prisma (Sb) la de un triángulo (St), cuya superficie es igual a base por altura dividido por dos.

$$l = 3Vp / S_b$$

Realizados estos cálculos los alumnos miden, a la escala del mapa, la distancia desde el lugar donde se produce el represamiento y comprueban si, para cada caso, el pueblo o zona más alejada afectados caen dentro del área inundada. Su comprensión requiere introducir la caja negra "concepto de escala de un mapa".

UTILIZACIÓN DE MAQUETAS EXPERIMENTALES PARA INDAGAR OTROS FACTORES QUE AUMENTEN O RETRASEN LOS EFECTOS E INTENSIDAD DE LAS INUNDACIONES

El uso de maquetas experimentales (Lillo, 2001 y Lillo, en prensa), permite comprender el papel de la existencia de suelos permeables o la presencia/ausencia de vegetación, mediante las actividades que siguen:

Actividad quinta: "*Construye una maqueta como la de la figura 4 y experimenta sobre ella el papel que ejercería la presencia de suelos permeables y/o la vegetación frente a la inundación (La comparación de los daños de inundaciones anteriores a 1992, año en que se dotó al cauce de una capacidad potencial de evacuación de 735 m³/s, permiten comprender como los daños causados por el agua evacuada en 1982, que se calculó en 400 m³/s, y que fue la causante de pérdidas materiales y de vidas humanas, quedaron subsanados para inundaciones posteriores, como la de 1997 que llegó a evacuar 100m³/s, por obras de corrección acometidas en su cauce, tales como encauzar tramos del cauce o reforestar algunas zonas de la cuenca. Véase en la página web de a Comunidad Valenciana el Plan de reforestación de dicha comunidad y disposiciones que lo aplican)*".

Experimentos realizados con maquetas de este estilo por mis alumnos han dado valores en torno al 35% de retención de agua por un suelo arenoso y en torno al 25% en el caso de simulación de la vegetación por musgo. Combinando los dos factores obtuvieron en torno al 26,5%, hecho que les pareció sorprendente, porque esperaban también la suma de los valores que se obtenían por separado. (Ver Lillo, 2004, en prensa).

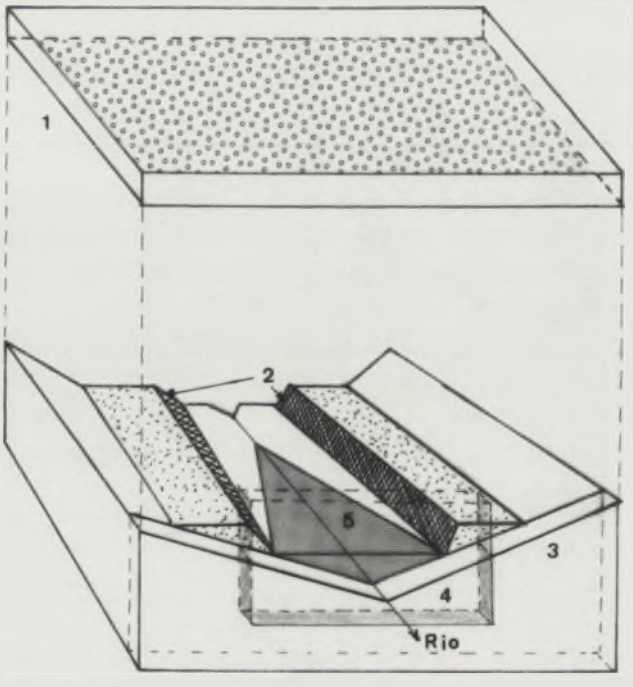


FIGURA 4: *Maqueta experimental: 1. Bandeja perforada para simular el agua de lluvia. 2. Malla de alambre para retener la arena. 3. Doble pared. 4 Lugar para insertar el tope que haga de presa (Practicar en la doble pared un orificio para evacuación del agua represada). 5. Prisma recto de base triangular que formaría el agua represada.*

CONSIDERACIÓN DEL PROBLEMA DE LAS INUNDACIONES A ESCALA REGIONAL Y/O GLOBAL

Se plantea como actividades de búsqueda de datos y a la vista de los mismos realizar un intento de identificar cuáles de ellas se comportan como las del modelo estudiado y cuáles no. Se completa ensayando una clasificación de los tipos de inundaciones en función de sus causas.

Actividad sexta: "*Utilizando Internet y las visitas a las hemerotecas de los diarios e instituciones oficiales de la zona, comprobar en la historia reciente en qué medida se han mitigado los efectos de las inundaciones como consecuencia de obras de mejora del cauce o de reforestación en la cabecera y superficies incultas de la cuenca de la Rambla de las Ovejas*".

Actividad séptima: "*Investiga si las inundaciones recientes en otros lugares de la Comunidad Valenciana o del Estado Español pueden explicarse con el modelo resuelto*".

Actividad Octava: "*Utilizando los anuarios de algunos de los periódicos regionales y nacionales buscar las inundaciones más importantes registradas en los años 2000, 2001, 2002 y 2003 y qué fenómeno meteorológico las han causado. Utilizar Internet para ampliar detalles de las mismas*".

Actividad novena: "*Con los datos obtenidos en la actividad anterior, intenta establecer una clasificación de los tipos de inundaciones utilizando categorías tales como: a) Inundación del valle fluvial por efecto del fenómeno denominado "gota fría", b) Inundaciones debidas a otros fenómenos de carácter meteorológico, c) Influenciadas por coincidir mareas vivas, d) Influenciadas por obras públicas mal planificadas, e) Otros fenómenos distintos a los apuntados*".

PRINCIPALES CONCLUSIONES OBTENIDAS

1. El modelo presa, reducido al sencillo modelo geométrico-matemático expuesto, constituye una herramienta didáctica muy útil para que los alumnos de Secundaria comprendan las causas y consecuencias de las inundaciones.

2. Así mismo comprenden fácilmente que la limitación del desagüe se produce por obstrucción, bien en su desembocadura (mareas vivas que limitan el desagüe) o bien en cualquier otro tramo (existencia de presas de obra, obras públicas deficientes, obstrucción de los arcos de los puentes, desprendimientos de laderas que producen represamientos, etcétera).

3. Con el uso de maquetas experimentales construidas por ellos mismos según el esquema de la figura 4, entienden mejor las causas que pueden retrasar o anular el efecto de las inundaciones, tales como la existencia de suelos permeables o la presencia-ausencia de cubierta vegetal.

4. Como consecuencia de lo anterior también comprenden que las inundaciones pueden agravarse debido a los efectos de la deforestación por incendios o talas abusivas, cambios de usos del suelo o acciones antrópicas mal planificadas.

5. Igualmente son capaces de utilizar los medios de comunicación de masas e Internet para verificar la repetición de causas y consecuencias a escala regional o global, así como de establecer sencillas clasificaciones de los distintos tipos de inundaciones investigadas.

BIBLIOGRAFÍA

Fourez, G. et al., (1997): *Nos savoirs sur nos savoirs. Un lexique d'epistemologie pour l'enseignement. Bruxelles: De Boeck Université.*

Furió, C. (2001): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Proyecto Docente. Universidad de Valencia, Valencia.

Gil, A.(Ed.) (1983): Lluvias torrenciales e inundaciones en Alicante. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante.

Lillo, J. y Lucas, N. (1999): Focusing on Earth as a Living Planet: a Curriculum Project for Preuniversity level in Galicia (NW Spain). *Teaching Earth Sciences*, 24 (1): 29-33.

Lillo, J. (1999): *El principio de localización y sus consecuencias didácticas. Secuencias de actividades sobre la percepción y la representación del espacio en el estudio del medio físico natural*. Vigo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Vigo.

Lillo, J. (2001): ¿Cómo construir conocimiento desde los problemas globales que plantea un curriculum en Alfabetización en Ciencia Global (Global Science Literacy)? Aplicación a un problema de actualidad: las inundaciones fluviales. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra ,VI Congreso*, (1) : 303-304.

Lillo, J. (en prensa): Investigando las inundaciones mediante el modelo presa. En: Libro jubilar al Profesor Dr. D. Eugenio García Rodeja. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago.

Mayer, J. (Ed.) (2002): *Global Science Literacy*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Mayer, V. J. (2003): A Theoretical and Conceptual Foundation for Global Science Literacy. En: Implementig Global Science Literacy (V.J. Mayer,Ed.). Earth Systems Program, University of Ohio, chap. 1: 5-22.

Morales, A.; Bru, C. y Box, M. (1983): Condiciones morfológicas y chubascos de fuerte intensidad horaria en la cuenca vertiente del Barranco de la Ovejas (Alicante). En Gil A. (Ed.), *Lluvias torrenciales e inundaciones en Alicante*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante, 27-72.

Olcina, J. (1993): *Tormentas y granizadas en las tierras alicantinas*. Instituto Universitario de Geografía. Alicante: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante.

La educación científica: los experimentos de Van Helmont y Priestley

V. J. Mangas Martín, P. Martínez Núñez y M. A. Oltra Cámara

Dpto. CC. de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apdo. Correos, 99. 03080 Alicante. vj.mangas@ua.es, Pilar.Martinez@ua.es, marco.oltra@ua.es

ABSTRACT

Scientific knowledge and skills acquired by students during pre-university education has diminished since legislative changes were introduced in Spain during the 1990's. As a result, education in the field of science is suffering. Some initiatives are currently underway in Great Britain and the United States to improve pre-university education in the sciences. This paper discusses these methods and proposes possible adaptations for the Spanish system. Information technology (IT) presents educators and teachers with innovative teaching tools, which are very well-received by students/ to which students are already accustomed, and can be used to complement other basic methods such as laboratory and field work. The Plant Physiology Area of the Earth and Environmental Sciences Department of the University of Alicante is developing projects based on the use of IT as a teaching tool in science education. This article presents two interactive animations based on the historical experiments designed by van Helmont and Priestley in order to motivate students and to teach them some of the concepts of plant nutrition and the relationship between photosynthesis and respiration, respectively.

Key words: *Science education, information technology (IT), Van Helmont and Priestley experiments, interactive animations in Biology.*

EL CONOCIMIENTO Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

El conocimiento científico y las destrezas de los estudiantes de enseñanzas anteriores a la universidad han disminuido en una proporción difícil de cuantificar, tras los cambios legislativos introducidos a principios de los años noventa en España. Como consecuencia, la enseñanza de las ciencias actualmente está atravesando momentos delicados en España. Otros países de la Unión Europea, como Gran Bretaña, también presentan el mismo problema. Prueba de ello es el hecho de la escasez de alumnado en algunas titulaciones universitarias de ciencias e ingeniería, así como la escasa puntuación alcanzada en pruebas internacionales. Pero esta situación podría empeorar en los próximos años si en España se confirma el descenso del número de estudiantes de ciencias, fenómeno que ya se está produciendo en escuelas y universidades de Gran Bretaña en la última década, lo que ha traído consigo una disminución del número de profesores de ciencias, de forma que, por ejemplo, en el año 2000 sólo se cubrieron 200 de las 800 vacantes de profesores de física.

Lo descrito anteriormente sucede a pesar de que España se encuentra situada entre los quince primeros países en investigación científica a nivel mundial y que Gran Bretaña ocupa uno de los primeros lugares. A principios de 2004, el ISI (Instituto Thomson para la Información Científica, de Estados Unidos) ha publicado un trabajo con los 4800 investigadores más citados de mundo, distribuidos en 21 campos científicos, referidos a biología, medicina, física, química, ingeniería y ciencias sociales, tras analizar 19 millones de artículos y 5 millones de autores, entre 1981 y 1999 (http://hcr3.isiknowledge.com/home.cgi). En dicha clasificación, aparecen 12 científicos españoles pertenecientes a 10 campos científicos diferentes (Física, Biología Molecular y Genética, Agricultura, Ecología y Medio Ambiente, Química, Neurociencia y Farmacología, Medicina Clínica, Informática, Inmunología y Matemáticas), que trabajan cinco de ellos en cuatro universidades españolas (Autónoma de Madrid, Barcelona, Valladolid y Zaragoza), cuatro en centros de investigación del CSIC y los restantes en el CNIO, en el CIEMAT y en el laboratorio farmacéutico Almirall Prodesfarma. Por su parte, Gran Bretaña cuenta con 352 investigadores más citados durante las dos últimas décadas del siglo XX, de Japón aparecen 193 investigadores, de Alemania 192, de Canadá 145, de Francia 113, de Holanda 65, de Italia 46, de Suecia 45, de Israel 37, de Bélgica 24, de Dinamarca 23 y de China 13. Algunos países que muestran un menor número de investigadores más citados que España son India que cuenta con 8, Finlandia y Noruega con 7, Rusia con 5,

Irlanda y Brasil con 4, Grecia con 3, Polonia con 2, Portugal con 1 y Turquía con 0. Evidentemente, el país con el mayor número de investigadores más citados es Estados Unidos con 3124. Estos investigadores han demostrado una gran influencia en su campo, manifestada en el número de veces que sus colegas han citado sus artículos. Próximamente, va a publicarse la búsqueda referida al período 1983-2002, con 21 millones de artículos y 5,1 millones de nombres de autores, en la que aparecen unos mil nombres nuevos. Datos obtenidos por este mismo Instituto Thomson ISI indican que la ciencia española, en su conjunto, se situaba, en 2004, en el undécimo lugar a nivel mundial.

Para intentar revertir esta situación de crisis de la enseñanza de las ciencias, en Gran Bretaña, se está desarrollando desde Septiembre de 2002 el programa INSPIRE (Innovative Scheme for Post-docs in Research and Education), avalado por el Imperial College de Londres en colaboración con una compañía farmaceútica, que ofrece tres años de contrato a investigadores postdoctorales, combinado con un curso de formación de profesores (Peplow, 2004). Dichos jóvenes investigadores postdoctorales emplean la mitad de su tiempo enseñando en escuelas de primaria y secundaria de Londres. Se pretende, sobre todo, impulsar las vocaciones científicas en los estudiantes de primaria con el fin de asegurar una próxima generación de científicos y cambiar la tendencia de descenso en el número de alumnos y profesores de ciencias. El programa representa una colaboración entre la universidad, la empresa y las autoridades educativas y se va a extender a otras universidades y escuelas del país. El papel de los investigadores postdoctorales en las escuelas, con su experiencia y formación, puede ayudar a los estudiantes a acercarse a la ciencia. Transcurridos los tres años, los investigadores postdoctorales optan por continuar su trabajo en centros universitarios o dedicarse a la enseñanza en las escuelas. ¿Por qué no hacer una aplicación similar en España, ofreciendo un trabajo digno y meritorio a jóvenes doctores, a tiempo parcial, con el fin de estimular el interés por las ciencias y la investigación y aumentar el nivel científico de los estudiantes de nuestras escuelas, colegios e institutos?

NUEVOS RECURSOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Debido al crecimiento explosivo del conocimiento científico, los estudiantes de hoy necesitan aprender y manejar conocimientos básicos en continua expansión. También se espera de ellos que comprendan y sigan la información cruzada entre diferentes disciplinas, para lo que necesitan conocer aspectos fundamentales de varias materias y, lógicamente, han de ser capaces de integrar dicho conocimiento (Mangas, 1982). Por otro lado, recientemente, diversos autores del King College de Londres (Dillon *et al.*, 2004) consideran que los métodos de enseñanza de las ciencias están dominados por la idea de que la ciencia es neutral, objetiva y desapasionada, cuando, en realidad, esas premisas no se dan, actualmente, respecto, por ejemplo, a los debates sobre los cultivos transgénicos y a las células madre. De ahí que propongan una revisión de los métodos de enseñanza para motivar a los profesores a que expongan ante sus alumnos sus puntos de vista y expliquen cómo y por qué han alcanzado esa opinión, con lo que se conseguirán en los alumnos opiniones más positivas y realistas de la ciencia, y se desarrollarán en ellos habilidades para que diferencien y analicen teorías, encuentren más información y no acepten automáticamente la información recibida.

Los estudiantes de hoy son claramente diferentes de los de hace unos años porque se encuentran influenciados por unos recursos nuevos, principalmente el uso de ordenadores y de Internet, que genera en ellos diferentes expectativas. Los profesores deben salir al encuentro de esas expectativas, no quedarse atrás y utilizarlas para motivar al alumnado, haciendo que dichas herramientas contribuyan a su formación científica tanto durante su enseñanza reglada como durante su ejercicio profesional. Pero frente a esta tendencia de uso entusiasta de las tecnologías de la información (TI) existen profesores de ciencias que prefieren la "cosa real", es decir, que consideran que la emoción, la motivación, la inspiración que proviene del contacto directo con los seres vivos o con procesos que ocurren en los seres vivos no se produce con una presentación en PowerPoint o una animación (Tranter, 2004). Por ello, combinar actividades prácticas de laboratorio y de campo con el uso de las TI resulta, hoy, la mejor manera de acercar el conocimiento, las destrezas o habilidades y las actitudes de las materias de ciencias a los estudiantes.

ALGUNAS APLICACIONES DE LAS TI EN BIOLOGÍA

Recientemente, se están desarrollando iniciativas en relación con la enseñanza de la Biología, como la promovida por el Instituto Nacional de la Salud de los EE.UU. titulada "Digital Biology: The Emerging Paradigm", que durante los próximos 10 años pretende entremezclar programas biomédicos con biología y medicina, usando TI como herramienta de enseñanza, de forma que los estudiantes aprendan a usar más eficientemente las TI (Huang, 2004). Las TI proporcionan a profesores y educadores métodos de enseñanza innovadores, que son muy apreciados por los estudiantes, dado su alto nivel de destreza en dichas tecnologías, por lo que éstas deben ponerse al servicio de la enseñanza de las ciencias. A veces las TI se limitan a buscar información en la web, sin embargo se pueden crear escenarios de aprendizaje o animaciones en el ordenador y posteriormente colgarlos en la web para un acceso restringido a nuestros alumnos o bien ofrecerlos a toda la comunidad.

También destaca el proyecto SUMMIT (Stanford University Medical Media and Information Technologies) de laboratorios virtuales de la Facultad de Medicina de la

Universidad de Stanford, creado en 1998 y cuyo principal objetivo es incrementar la formación científica de los estudiantes mediante el uso de recursos multimedia interactivos en la enseñanza de conceptos de biología y difundirlos vía internet, generalmente de modo restringido. A través de animaciones y simulaciones, los estudiantes visualizan e interactúan con procesos dinámicos en el cuerpo humano, presentados de manera flexible y con enfoque multidisciplinar (como biomedicina, informática médica y bioingeniería). Las animaciones y simulaciones del laboratorio virtual intentan captar la atención de los estudiantes mostrando primero los conceptos y procesos y luego ofreciendo un juego de simulación o problema en el que los estudiantes han de aplicar dichos conceptos. En los cuatro años que se viene aplicando el programa de laboratorios virtuales, éste ha dado muy buenos resultados, a juicio de sus responsables (Huang, 2004).

Por último, en el área de Fisiología Vegetal del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante, con el apoyo del Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad para la aplicación de las nuevas tecnologías en la enseñanza, estamos desarrollando un proyecto de elaboración de materiales multimedia para exponerlos en el aula y difundirlos en la plataforma Campus Virtual para que nuestros alumnos se beneficien de las TI en su aprendizaje de la materia Fisiología Vegetal. Con esta finalidad hemos diseñado dos animaciones que recogen dos experimentos históricos, uno de Jan Baptista van Helmont (1577-1644) y otro de Joseph Priestley (1733-1804), así como animaciones que muestran conceptos básicos como turgencia, plasmolisis y plasmolisis incipiente y también una animación que aborda las relaciones hídricas en plantas en la que el estudiante interactúa introduciendo valores de potencial hídrico, temperatura y humedad relativa con lo que induce variaciones en el flujo de agua en las interfases suelo-raíz, raíz-xilema, xilema-hoja, hoja-floema y hoja-atmósfera.

En este trabajo se exponen las animaciones realizadas mediante Macromedia Flash Player sobre los históricos experimentos de van Helmont, de 1624 (Mangas *et al.*, 2004) y de Priestley, de 1771 (Mangas *et al.*, 2004).

La primera animación intenta mostrar la contribución del agua al crecimiento de un sauce y la interpretación dada por el médico y químico flamenco Jan Baptista van Helmont, mediante tres preguntas que hacen que el estudiante de Fisiología Vegetal interactúe con la animación y no se limite a visionarla de manera pasiva y ofreciendo una introducción y un desarrollo que ayuda a comprender aspectos relevantes de la nutrición de las plantas. Se trata de un experimento cualitativo y cuantitativo, diseñado de manera cuidadosa, probablemente el primero en Biología, que van Helmont interpretó erróneamente al atribuir el aumento de peso del sauce casi exclusivamente al agua, sin valorar el importante papel de la fuente de todo el carbono de la biomasa, el dióxido de carbono del aire, en el crecimiento de las plantas (y ello a pesar de que van Helmont conocía que hay varias clases de aire y que había identificado dicho gas como producto de la combustión, de la fermentación y de la acción de los ácidos sobre la caliza (De la Rosa *et al.*, 1990).

La segunda animación se refiere a la circulación del oxígeno procedente de la fotosíntesis de una planta, durante el día, a través de un circuito cerrado donde vive un ratón encerrado en una campana, que consume dicho oxígeno en su respiración. Muestra la relación entre ambos procesos, cambiantes a lo largo del día y de la noche, de acuerdo con la formulación del pastor inglés Joseph Priestley, quien descubrió en 1771 que "la vegetación purifica el aire viciado por la respiración de los animales o por la combustión" y tres años después, por vía química, el elemento oxígeno, al que llamó "aire deflogisticado". La animación presenta, pues, una aportación trascendental en la historia de la ciencia: la explicación racional del papel de las plantas en la purificación del aire.

Las animaciones pueden visionarse en el aula al inicio de la exposición de los temas de nutrición de las plantas y de la fotosíntesis. Muestran contenidos científicos mediante imágenes diseñadas con técnicas "familiares" para los estudiantes lo que implica un componente de motivación, analizan conceptos previos, introducen aspectos de historia de la ciencia, revisan diseños experimentales, relacionan conceptos de química, fisiología y física y, por último, promueven debates. Estos recursos educativos también pueden ofrecerse, a través de internet, de manera restringida –a los estudiantes de las asignaturas en la plataforma Campus Virtual de la Universidad de Alicante– o de manera abierta.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco de un proyecto de investigación para la aplicación de las nuevas tecnologías en la enseñanza, convocatoria 2003, del Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad de la Universidad de Alicante.

REFERENCIAS

De la Rosa, M. A., Hervás, M., Serrano, M. y Losada, M. (1990): *Fotobioquímica*. Editorial Síntesis. Madrid.

Dillon, J., Grace, M. y Oulton, C. (2004): Some critical reflections on the teaching of controversial issues in science education. *Development Education Journal*, 10: 3-6.

Huang, C. (2004): *Virtual Labs: E-learning for Tomorrow*. Public Library of Science (PLoS) Biology, 2, nº 6.

Mangas Martín, V. J. (1982): La enseñanza de las Ciencias Naturales en las Escuelas Universitarias del Profesorado de EGB. *Actas I Symposium Internacional de Didáctica General y Didácticas Especiales*. Málaga.

Mangas, V. J., Martínez, P. y Oltra, M. A. (2004): *Experimento de van Helmont (1577-1644).* CD-ROM. Universidad de Alicante.

Mangas, V. J.; Martínez, P. y Oltra, M. A. (2004): *Fisiología Vegetal. Animaciones. El experimento de Priestley.* CD-ROM. Universidad de Alicante.

Peplow, M. (2004): Science Eduation: Doing it for the kids. *Nature*, 430: 286-287.

Tranter, J. (2004): Biology: dull, lifeless and boring? *Journal of Biological Education*, 38: 104-105.

El uso de la cartografía SIG en la didáctica de las Ciencias Ambientales

J. E. Martínez Pérez

Unidad de Cartografía Ambiental. SICAI. Universidad de Alicante, Apto. 99. 03080. San Vicente del Raspeig. Alicante. je.martinez@ua.es

ABSTRACT

The traditional Education model has not been exactly famous because of its new technologies implementation, particularly in practical disciplines such as Natural Sciences. Traditionally, the teacher has been considered as the main source of knowledge and the student as a passive receiver of information. The training cycles should take the shape of a group of teaching-learning methods where the practice and the use of the technology, to the service of the student and the teaching staff, is something usual and in keeping with reality of every moment, reaching a state of building the knowledge where the students are responsible for an important part of learning process. Therefore, this work is focused in the use of the Geographical Information Systems (GIS) as a tool for the analysis of data in the teaching of Natural Sciences, mainly as a means of study and analysis of the environment and ecological relations among the elements that form it, based on the integrating approach of the Landscape Ecology.

Key words: *Teaching-learning methods, Nature Sciences, Cartography, GIS, Landscape Ecology.*

INTRODUCCIÓN

El modelo educativo tradicional no ha destacado precisamente por la aplicación de las nuevas tecnologías, más cuando nos referimos a disciplinas eminentemente prácticas como las Ciencias de la Naturaleza. Tradicionalmente, se ha considerado al profesor como la fuente principal (o única) del conocimiento y a los estudiantes como receptores pasivos de la información. En la actualidad, acostumbrados a los grandes avances tecnológicos y del conocimiento, el poder de las telecomunicaciones y la omnipresencia de los ordenadores, por su bajo coste y facilidad de uso, nos encontramos todavía con grandes deficiencias en la enseñanza.

Los ciclos formativos deben configurarse como un conjunto de métodos de enseñanza-aprendizaje donde la práctica y el uso de la tecnología, al servicio del alumno y del profesorado, sea algo cotidiano y acorde a la realidad de cada momento, llegando a un estado de construcción del propio conocimiento donde los estudiantes son responsables de buena parte del proceso formativo.

Para que este tipo de enseñanza ideal se produzca es necesario que los profesores se encuentren cómodos y cuenten con estrategias para mantener la atención en el aula, además de estar suficientemente instruidos para el manejo de las últimas tecnologías y para su aplicación en temas de investigación y análisis (Jarrett, 1997).

En el caso de la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza, o Ciencias Ambientales, cuando se pretende trasladar la realidad del entorno al espacio aséptico de un aula, independientemente del grado formativo en que se esté trabajando, nos encontramos con la problemática de la modelización de los procesos ambientales y la síntesis comprensiva de los mismos, tanto para docentes como para alumnos. Este problema se agrava si tenemos en cuenta que no hay una vulgarización en el uso de estas herramientas tecnológicas fuera del ámbito puramente investigador o de especialización empresarial.

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA ANALIZAR EL ENTORNO: EL SIG

Generalmente, existe una gran preocupación por la transmisión eficaz de los conocimientos y la información. Si estas inquietudes las trasladamos al plano de la problemática ambiental vemos que la preocupación por los temas ambientales ha experimentado un fuerte incremento en el ámbito académico y social, al tiempo que los problemas relacionados con el entorno se han ido haciendo más patentes.

Si consideramos que los conocimientos, que deben adquirir los actores del futuro de nuestro planeta, pueden ser la clave para la supervivencia, nos encontramos en la obligación moral de favorecer su desarrollo cognitivo y profesional de la forma más eficaz posible, por lo que debemos recurrir a instrumentos de síntesis de la información. Más aún cuando se pretende llegar a un elevado nivel de compresión de la problemática ambiental. Así, se conseguirá formar a personas capaces de enfrentarse a buena parte de las situaciones conflictivas que estamos viviendo. De

FIGURA 1. *Esquema de transmisión de la información a través de la creación de cartografía, donde el mapa es considerado como una herramienta para la comunicación.*

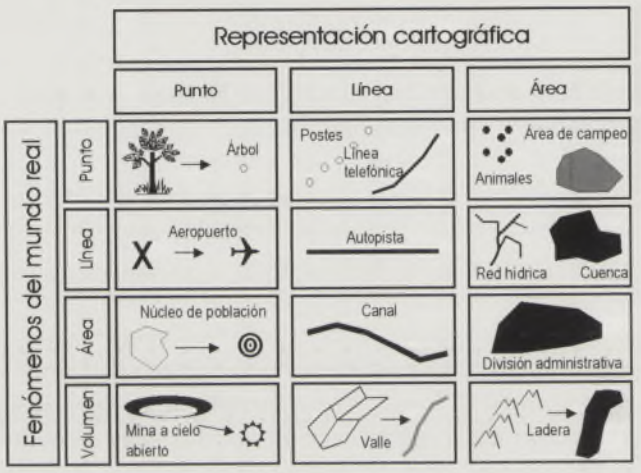


FIGURA 2. *La cartografía como medio de simplificación de la realidad.*

ahí la importancia de la introducción, implantación y uso de nuevas tecnologías como los sistemas de información geográfica (SIG).

Un SIG es, básicamente, una herramienta destinada al análisis de datos espaciales. Esta herramienta permite la recolección, el almacenaje, el análisis o la manipulación y, finalmente, la representación de tales datos.

Cuando el objeto de estudio son las variables relacionadas con el entorno, los SIG aportan una serie de importantes ventajas entre las que se encuentran: la posibilidad de homogeneizar los datos relativos al medio ambiente, la restitución gráfica de los datos con cierta rapidez y, a un coste relativamente bajo, la rápida actualización de las bases de datos y de las representaciones espaciales obtenidas a partir de éstas, o la obtención de datos sintéticos sobre la percepción del medio (Courboules *et al.*, 1988).

La información introducida en el SIG es transformada y elaborada con objeto de conseguir modelos realistas de los procesos que ocurren en el entorno. Así, los modelos se convierten en un medio habitual de interpretación (Fig. 1), ya que se trata de una representación simplificada de la realidad en el que aparecen algunas de sus propiedades.

Una vez elaborados los modelos, el medio más habitual de transmitir la información generada en un SIG es la impresión de un mapa temático. Para obtener una buena cartografía es necesario combinar diferentes capas de información espacial, llegando a un equilibrio entre la simplificación y la compresión de la información representada. Estas capas se pueden agregar en la secuencia que resulte más conveniente, tanto para el usuario, como para los fines que se persigan. Así, el mapa, como producto de la realidad modelizada, se convierte en uno de los elementos fundamentales para la interpretación del medio (Fig. 2).

Una de las principales ventajas del SIG es la posibilidad de contrastar y verificar el modelo obtenido con mediciones en campo, pudiendo llegar a desarrollar estrategias para un mejor ajuste entre la realidad y el modelo, con el consiguiente incremento de la precisión de los datos elaborados (Martínez Pérez, 1999).

En la cartografía tradicional, esta interacción con los elementos del mapa no es posible, ya que la información permanece estática. Sin embargo, con los SIG, es la capacidad del usuario la que hará de estas herramientas unos elementos altamente interactivos, no solo por la posibilidad de visualizar, sino por la facilidad para transformar, analizar e interpretar la información incorporada. Por esta razón, el SIG se convierte en un firme candidato para el análisis eficiente de la información extraída del territorio y relacionada con las variables ambientales que lo caracterizan (clima, relieve, litología, vegetación, fauna, etc.).

Según lo expuesto anteriormente, el uso del SIG, basado en una tecnología que permite la representación gráfica de datos con un componente geográfico, se convierte en una herramienta que puede estimular adecuadamente la dinámica y las necesidades complejas de las clases de ciencias (Baker, 2002).

A pesar del potencial de estas herramientas, lo que supondría un uso habitual de las mismas, a la vez que justificado, tanto en las distintas titulaciones universitarias relacionadas con el medio ambiente como en otros ciclos formativos, la introducción y aplicación de los SIG es algo poco significativo, más aún cuando descendemos hacia los niveles de educación secundaria y primaria, donde la introducción de la informática es, hoy día, un caballo de batalla. Así vemos que las disciplinas que han ido incorporando este tipo de herramientas son las estrechamente ligadas al territorio, principalmente las de carácter geográfico (Geografía, Ordenación del Territorio, etc.), aunque se han ido introduciendo tímidamente en las titulaciones relacionadas con el estudio del entorno, desde un punto de vista más naturalista o de interrelación de los elementos (Biología, Ecología, etc.).

En la actualidad, cuando se empieza a comprender que los problemas ambientales deben ser tratados de manera integrada y multidisciplinar, el SIG ha resurgido como una herramienta de vital importancia para unos profesionales que se dedican a este creciente mercado del denominado "*medio ambiente*" y que se forman bajo el paraguas de las Ciencias Ambientales.

ECOLOGÍA DEL PAISAJE: CIENCIA DE SÍNTESIS

Al igual que un cuerpo no se sostiene si en su interior no se ha desarrollado un esqueleto sólido, el SIG es una

herramienta vacía, carente de significado, si no hay un núcleo de profesionales con conocimientos, que den sentido a la información incorporada en el sistema y a los resultados extraídos del mismo. En el caso de las Ciencias Ambientales, encontramos que buena parte de estos conocimientos pueden provenir del análisis del paisaje, ya que reúne las condiciones suficientes para convertirse en expresión de los procesos que se desarrollan en el mismo.

De este modo, la gestión y la conservación de la naturaleza requieren un conocimiento básico de la ciencia ecológica a todos los niveles, especialmente centrándose en los aspectos ecológicos del paisaje. La ecología de las especies y las comunidades se puede ocupar fácilmente de un análisis a nivel local, lo que supondría una visión parcial de los procesos. Si, por el contrario, se hace una tentativa de desarrollar la comprensión de la infraestructura ecológica, la capacidad de documentar la información y desarrollar modelos sobre áreas grandes es vital. Aquí es donde los sistemas de información geográfica y su potencial entran en juego (Bridgewater, 1993).

Gracias al enfoque holístico de la Ecología del Paisaje, ya que el paisaje funciona como un medio de integración, esta nueva disciplina se está introduciendo con fuerza en el mundo de la educación y de la ciencia, lo que ha supuesto llegar a un punto de confluencia con el interés social y científico despertado en la sociedad a través de una mayor sensibilización ambiental.

El paisaje, considerado como una realidad tangible vivenciada, debe ser captado globalmente, como un todo, en el que la experiencia cobra un papel fundamental para la comprensión de los procesos y la edificación de nuevas experiencias, permitiendo un incremento del saber (Plata Suárez, 1993). El paisaje se convierte pues en un vehículo educacional que irá evolucionando con la madurez del alumno hasta el extremo de permitir un análisis de los componentes que lo configuran e identificando las relaciones entre los distintos elementos.

Así, la irrupción del estudio del paisaje ha supuesto, quizá ahora más que antes, la creación de diseños metodológicos multidisciplinarios en los que participan determinadas áreas de conocimiento, especialmente las de carácter social y físico-natural. Incluso, el tema paisaje, enfocado convenientemente desde esta perspectiva curricular, se convierte en tema transversal, facilitando, además, asumir con garantía el reto de la educación ambiental (Gómez Ortiz, 2001).

De este modo, conjugando el conocimiento del medio, a través de la síntesis paisajística, y el análisis de las relaciones que se producen entre los distintos elementos, a través del uso del SIG, multiplicamos las posibilidades de comprensión, análisis e interpretación de lo que sucede a nuestro alrededor, favoreciendo el desarrollo intelectual del alumnado y favoreciendo la apreciación del territorio como un todo en el que el hombre es una pieza más.

CONCLUSIONES

Los SIG y otras tecnologías similares se han convertido en recursos educativos muy útiles, ya que los estudiantes encuentran un medio de aprendizaje práctico basado en la ciencia y la tecnología, dándose una mejora en el rendimiento de las habilidades del profesorado y promoviendo el uso del SIG en varias disciplinas (Vanblargan y Cristini, 1999). Esto supone una ventaja a la hora de analizar y comprender las relaciones complejas entre los elementos de los sistemas naturales, al tiempo que se estimula el aprendizaje de manera cooperativa y multidisciplinaria.

El uso de las tecnologías conlleva un esfuerzo de aprendizaje y adaptación, que se incrementa con el grado de aplicación, la materia y el nivel educativo. Por esta razón, la complejidad en el uso de los SIG se incrementa conforme se van cubriendo las distintas etapas del trabajo, por lo que se requiere un modelo de enseñanza-aprendizaje más divergente, sin limitaciones (Baker, 2003). Así, a pesar del potencial de estas herramientas, muchos profesores encuentran que el tiempo es un factor limitador en el uso del SIG, ya que precisan instrucción no incluida en su formación, lo que supone una importante dedicación de horas personales, añadidas a las de enseñanza de las aplicaciones a los estudiantes, antes de comenzar a trabajar con los datos espaciales, convirtiéndose en una auténtica barrera (Baker y Case, 2000).

Al igual que ocurre con el resto de aplicaciones informáticas, ligadas estrechamente a las características tecnológicas del momento, aparecen nuevos programas SIG y versiones aún más eficaces. Así, actualmente podemos encontrar en el mercado una amplia gama de productos que se adaptan a las necesidades personales, contando con la posibilidad de adquirir ampliaciones sobre el paquete básico, lo que en ocasiones supone un importante desembolso de capital y, por lo tanto, la imposibilidad de su uso en ámbitos no ligados a la enseñanza superior. Como respuesta a esta demanda es cada vez más habitual encontrar productos de libre distribución con características similares a las de los fabricantes más conocidos, por lo que sólo se trata de adaptarse a estos nuevos sistemas de trabajo.

Los SIG son elementos dinámicos, que se han incorporado en nuestra vida, y que continúan creciendo gracias a sus múltiples aplicaciones. En las últimas décadas, con la incorporación de los datos procedentes de la percepción remota (fotografía aérea, imagen satélite, etc.), los profesionales y los estudiantes están ganando oportunidades para entrar de lleno en el análisis de los datos y las relaciones espaciales a escalas aún mayores. De este modo, es posible alcanzar la comprensión de fenómenos globales, como el cambio climático o el agujero de ozono, creando escenarios de discusión para la búsqueda de soluciones posibles y garantizando una toma de decisiones responsable.

REFERENCIAS

Baker, T. R. (2002): *The effects of Geographic Information System (GIS) Technologies on students' attitudes, self-efficacy, and achievement in middle school science*. Ph.D. Dissertation, University of Kansas, School of Education, 204 p.

Baker, T. R. (2003): *Introducing GIS in the classroom: A Process Framework*. http://kangis.org/learning/ed_docs/process.pdf

Baker, T. R. y Case, S. B. (2000): *Let GIS be your guide*. Combining technology with content. The Science teacher: October 2000. http://www.nsta.org/

Bridgewater, P. B. (1993): *Landscape Ecology, geographic information systems and nature conservation*. En: Haynes-Young *et al*., Landscape Ecology and geographic information systems. (Taylor y Francis, Eds.), London, 288 p.

Courboules, J., Manière, R. y Bouchon, C. (1988): *Systèmes d'informations géocodées et télédetection à haute résolution. Exemple d'application aux côte jordaniennes*. Oceanological Acta, 11: 337-351.

Gómez Ortiz, A. (2001): *El paisaje como tema transversal en el Diseño Curricular Base (D.C.B.) de la Educación Obligatoria. La montaña como objeto de estudio*. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, 267. Universidad de Barcelona. http://www.ub.es/geocrit/b3w-267.htm

Jarrett, D. (1997): *Inquiry strategies for science and mathematics learning*. http://www.nwrel.org/msec/book2pdf.pdf

Martínez Pérez, J. E. (1999): *Modelización de parámetros climáticos para la estimación de la distribución potencial de la vegetación, natural y cultivos, en la Vall de Gallinera (Alicante), mediante la utilización de un SIG*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ecología. Universidad de Alicante, 148 p.

Plata Suárez, J. (1993): *Paisaje y medio físico*. En: Didáctica de las Ciencias Sociales en la Educación Primaria (García Ruiz, A. L., coord.), Algaida. Sevilla, 399 p.

Van Blargan, E. y Cristini, A. (1999): *GIS Use in Education Programs in New Jersey*. http://gis.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap854/p854.htm

El patrimonio paleontológico de Teruel y su repercusión en el ámbito educativo

E. Pastor Gascón

Centro de Profesores y de Recursos de Teruel. Ciudad Escolar s/n. 44003 Teruel. epastor@educa.aragob.es

ABSTRACT

This project will discuss the different research scientists have carried out which investigate the paleontological sites in Teruel. A chrono-stratigraphic checking the existing fossils has been executed to verify the diversity and singularity of the paleontological resources in Teruel. In addition, it has been shown that some of the targets that "Gobierno de Aragon" pursues with the creation of a Paleontological Complex in the province of Teruel. It shows also the social repercussion that these paleontological achievements have in Teruel. After seeing these facts there has been a high level of motivation and public awareness of Teruel society, especially after a brief investigation in the schools; in the last three years a training plan was devised which was aimed to non-university teaching staff. The objective of this was to give an outstanding scientific update, to value the importance of conserving the paleontological heritage, and to apply this knowledge in the classroom. In some cases, the outcome of the schoolchildren has been outstanding.

***Key words**: Paleontology, Paleontological heritage, Education, Teruel.*

INTRODUCCIÓN

La Paleontología de Teruel es muy conocida dentro y fuera de España. En el siglo XVIII Feijoo, Torrubia y Bowles hacen referencias al yacimiento de mamíferos de Concud.

En el siglo XIX existen ya más de 20 publicaciones con información sobre fósiles y yacimientos turolenses de todas las eras, con lo que ya era apreciable la importante variedad y el excepcional registro que existía en la provincia. Hay que mencionar autores como Vilanova, a quien se atribuye la primera cita de dinosaurios en España, situada en Teruel, citando restos del género *Iguanodon* en Utrillas (Vilanova, 1873). En esa época, grupos de investigadores de diferentes países trabajaron en la Paleontología turolense, destacando: Verneuil, Gervais, Coquand, Aldana, Cortázar, Landerer, Calvo, Dereims, Ezquerra,...

Ya en el siglo XX, hay que tener en cuenta grupos dirigidos por: Longinos Navás, Hernández Pacheco, Royo Gómez; además de los trabajos realizados por: Gómez Llueca, Wurm, Roman, Lotze, Hahne, Richter, Walter Küne, Crusafont, Adrover, Aguirre, Fernández Galiano, Lapparent,... Recientemente hay abundantes trabajos de: Alcalá, Meléndez Hevia, Sanz, Buscalioni, Canerot, Liñán, Cuenca-Bescós, Canudo, Morales, Azanza, Peñalver, Pérez-Lorente, Royo, Cobos,... En la actualidad, el equipo de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel está realizando interesantes investigaciones. No puede dejar de mencionarse a José Mª Herrero, vecino de la localidad de Galve, por su contribución a las investigaciones paleontológicas del entorno.

En la carta paleontológica del Gobierno de Aragón hay más de 2000 yacimientos paleontológicos catalogados e inventariados; el Gobierno de Aragón pretende protegerlos y difundirlos con la creación del Parque Paleontológico de Dinópolis. Desde su apertura, el número de yacimientos está aumentando notablemente, favorecido en gran parte por la sensibilización de la sociedad, y sobre todo por el aumento de las investigaciones científicas.

Debido al interés hacia la Paleontología detectado entre los escolares y jóvenes del entorno, se establece un plan de formación del profesorado para que puedan ampliar sus conocimientos, y atender las demandas del alumnado.

PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE TERUEL

La provincia de Teruel está situada mayoritariamente en la Cordillera Ibérica. Su registro estratigráfico es muy completo, abarca desde el Cámbrico Inferior hasta el Cuaternario. Si hacemos una revisión cronoestratigráfica de los registros fósiles existentes, podemos constatar un rico patrimonio paleontológico:

Paleozoico

Los afloramientos paleozoicos en la provincia de Teruel se sitúan principalmente en Nogueras y Santa Cruz, en la parte occidental de las Sierras Montalbinas, encontrándose allí: trilobites del Ordovícico y graptolites en el Silúrico; en el Devónico se encuentran: trilobites (*Treveropyge, Phacops,*

Metacanthina,...), braquiópodos (*Leptaena, Stropheodonta, Plectodonta, Devonochonetes, Acrospirifer,...*), briozoos, corales tabulados (*Favosites*) y rugosos, moluscos (*Tentaculites*), etc.; algunos de estos enclaves, datados desde el siglo XIX, están considerados como "clásicos" para el estudio de este periodo en España.

En la Sierra de Albarracín, en los macizos de: Sierra Menera, Nevero, Tremedal, Sierra Carbonera y Collado de la Plata, son de interés los graptolites de las pizarras negras del Silúrico.

Del Carbonífero destaca la vegetación encontrada en la cuenca carbonífera de Montalbán, con la presencia de: *Eusigillaria* sp., *Calamites suckowi* y *Calamites cistii* (Almela *et al.*, 1977).

Del Pérmico hay diversas referencia de asociaciones palinológicas, utilizadas para las dataciones del tránsito Pérmico Superior-Triásico.

Mesozoico

En el Jurásico, de origen marino, representado tanto en la parte norte de la provincia como en la mitad inferior (Sierras de Albarracín, del Pobo, Camarena, Javalambre,...), es muy abundante la fauna de invertebrados: Ammonoideos, Braquiópodos, Belemnites, Gasterópodos, Equínidos, Crinoideos, Bivalvos,... Se encuentran también biohermos de espongiarios y arrecifes coralinos. El Oxfordiense de la Sierra de Albarracín ha sido motivo de interesantes estudios científicos.

Una mención especial merece de esta época la Paleoicnología, destacando las pistas fósiles gigantes de Bueña de *Megaplanolites ibericus*, con diferentes interpretaciones científicas.

El Cretácico está representado sobre todo en el Maestrazgo, además de en las Sierras de Gúdar, Javalambre,... Las series estratigráficas suelen ser discontinuas y hay cambios de facies continentales y marinas. En la Sierra de Albarracín el ambiente de deposición es marino, y la fauna que presenta corresponde a: foraminíferos (*Orbitolina*), moluscos (*Ostreidos, Trigonia,...*),... En la mayor parte de la provincia de Teruel el ambiente que predominó durante el Cretácico, sobre todo Cretácico Inferior, se interpreta que corresponde al relleno de canales, depósitos de desbordamiento, llanuras de inundación, lagos y llanuras de marea (Díaz y Yébenes, 1987). Estudios polínicos revelan la existencia de polen de gimnospermas y algunas esporas de helechos, lo que hace pensar en un ambiente de tendencias xerofíticas que indican condiciones ambientales secas (Díez *et al.*, 1995).

Aunque los yacimientos de vertebrados continentales de la base del Cretácico Inferior son escasos a nivel mundial, en los depósitos lacustres de esta edad en Teruel se han encontrado numerosos restos de vertebrados, además de gasterópodos, caráceas, etc. En pisciformes, se ha datado la especie *Lissodus microselachos*, son abundantes los dientes de algunas especies de tiburones pequeños como *Protolamna*, también es frecuente la presencia de fragmentos de peces óseos de *Lepidotes* sp. En anfibios está descrito el taxón *Galverpeton ibericum*. Como reptiles no dinosaurios, en diferentes yacimientos de Galve, Buscaljoni y Sanz (1987) citan la presencia de las especies de cocodrilos: *Goniopholis, Theriosuchus y Bernissarti*; además de reptiles voladores (Pterosauria), tortugas (Chelonia, como *Dortokidae* citada en Castellote) y lagartos (Sauria). Los mamíferos coexistían con los arcosaurios durante el Mesozoico; el primer mamífero español de esta época se encontró en Galve, donde se han descrito seis especies exclusivas, entre ellos: *Spalacotherium henkeli, Parendotherium herreroi*, y *Galveodon nannothus* (Canudo *et al.*, 1996). El registro de esta fauna de vertebrados cretácicos está distribuido en más de 21 municipios de la provincia.

Especial interés presenta para la provincia de Teruel el Cretácico Inferior por la presencia de dinosaurios, de los que fundamentalmente hay restos directos: huesos y dientes, aunque cada vez se están realizando más hallazgos de restos indirectos, principalmente huellas o icnitas, también coprolitos, cáscaras de huevo y gastrolitos. Las huellas de dinosaurio se localizan en los términos municipales de: El Castellar, Galve, Ababuj, Castellote, Ariño, Aguilar de Alfambra, Miravete de la Sierra,...

Se han encontrado restos directos de dinosaurios: saurópodos, ornitópodos y terópodos. De los saurópodos: el *Aragosaurus ischiaticus* en Galve que ha sido el primer taxón definido en España (1987), el dinosaurio de Peñarroya de Tastavins (actualmente en estudio por Rafael Royo) representa el saurópodo más completo de España, el último hallazgo en Riodeva se caracteriza por el tamaño (dinosaurio más grande de Europa) y por el número de huesos hallados en el mismo yacimiento. Los ornitópodos están representados por el *Hypsilophodon* sp. de Galve y el *Iguanodon* de Utrillas y de Galve. De los terópodos son representativos los dientes, registrándose una amplia variedad de formas (barionícidos, dromeosaurios, *Carcharodontontosaurus* de Galve). El yacimiento de La Cantalera de Josa se ha considerado un área de alimentación de dinosaurios, con abundantes restos vegetales, encontrándose dientes de dinosaurios: saurópodos, terópodos y de dinosaurios acorazados, siendo frecuentes también los dientes mudados y coprolitos, se han identificado restos de 22 taxones; las interesantes interpretaciones de estas investigaciones han sido publicadas en la prestigiosa revista *Ameghiniana*, por científicos de la Universidad de Zaragoza y de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel.

Los registros paleobotánicos de mayor interés corresponden a helechos (*Weichselia reticulata),* localizados en las explotaciones de lignito de las cuencas mineras. Es también importante el yacimiento "El Barranquillo" de grandes troncos fosilizados, localizado en el término municipal de Castellote, han sido clasificados como una conífera cretácica de grandes dimensiones *Protoxequoioxylon turolensis* (Muñoz-Barragán, 1998). Grandes troncos fosilizados se han hallado también en Estercuel.

Terciario

Los materiales terciarios se encuentran rellenando depresiones interiores. En el Mioceno tienen gran valor los depósitos lacustres de Libros, que contienen restos fósiles excepcionalmente conservados de *Rana pueyoi* y *Rana quellembergi*.

En la cuenca de Alfambra-Teruel, hay abundantes restos de micro y macromamíferos (Alcalá 1994), citados también por Adrover, Aguirre y Alcalá; entre ellos: insectívoros, quirópteros, lagomorfos y roedores (*Parapodemus, Eozapus, Celadensia,...)*; como grandes mamíferos: rinoceróntidos (*Lartetotherium scheleiermacheri*), équidos (*Hipparion concudense, Hipparion periafricanum, Hipparion primigenium*), bóvidos (*Tragoportax, Algoral mudejar*), cérvidos (*Lucentia, Pliocervus* y *Turiacemas*), jiráfido (*Birgerbohlinia*), cánidos (*Canis cipio*), proboscídeos, hiénidos, félidos, mustélidos,... Además, se encuentran restos de peces, de invertebrados y de flora.

Paleobotánicamente, la zona más interesante corresponde a Rubielos de Mora, donde se encuentran: impresiones de hojas, troncos, semillas, frutos, granos de polen y esporas, e interesante insectos fosilizados en ámbar.

Cuaternario

En toda la provincia de Teruel abundan las rocas carbonatadas, hay extraordinarios sistemas kársticos, por lo que son frecuentes los edificios tobáceos, formadas por precipitación del carbonato disuelto en las aguas de los ríos sobre restos vegetales, durante el Pleistoceno-Holoceno.

LA PALEONTOLOGÍA COMO BASE DE UN PROYECTO DE DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO

El Gobierno de Aragón ha realizado la mayor inversión relacionada con la Paleontología que se ha desarrollado en España, creando un Conjunto Paleontológico en la provincia de Teruel, especialmente en torno a los dinosaurios. De esta iniciativa surge el proyecto Dinópolis y la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel.

Este parque es una iniciativa de ocio cultural que pretende de la mejora de la situación socioeconómica de la provincia, a la vez que se progresa en el conocimiento paleontológico y en la conservación de sus elementos patrimoniales. Con la difusión al público de estos recursos y el turismo generado, se inicia la dinamización económica de Teruel y el fomento del desarrollo rural de una forma sostenida.

PLAN DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN PALEONTOLOGÍA

La creación del Conjunto Paleontológico de la provincia de Teruel ha reavivado el interés de la sociedad turolense por los fósiles, despertando numerosas inquietudes por todos los temas relacionados con la Paleontología, y en especial por los dinosaurios.

Después de una pequeña investigación realizada entre escolares de niveles no universitarios, analizando sus inquietudes y las ideas que fuera de los Centros Educativos habían adquirido, desde el Centro de Profesores y de Recursos de Teruel, se consideró la necesidad de que el profesorado pudiera formarse en todos los temas relacionados con la Paleontología; y así, aprovechando la excepcional motivación del alumnado, responder a esas inquietudes y contribuir a la preservación del patrimonio paleontológico.

La formación se ha realizado en los tres últimos cursos académicos. El primer año se realizó el curso "Paleontología de la Provincia de Teruel: su aprovechamiento didáctico", se han abarcado temáticas diversas del campo de la Paleontología, tratando de concretarlas siempre en el contexto turolense: desde la Tafonomía, la cronología de los registros sedimentarios, el conocimiento paleontológico de Teruel a lo largo del tiempo, los eventos de extinción y procesos evolutivos, los fósiles del Paleozoico, la Paleobotánica, los invertebrados mesozoicos, los vertebrados mesozoicos, los dinosaurios de Teruel, la Paleoicnología, los rastros de dinosaurios, y los mamíferos cenozoicos; además, los actuales sistemas de gestión del patrimonio paleontológico, en los que se compatibilice la investigación con la protección y la divulgación, utilizando criterios que lleven a un uso sostenible; y también diferentes recursos didácticos para la enseñanza de la Paleontología. El curso ha sido impartido por especialistas en los diferentes campos de la Paleontología que han investigado en la provincia de Teruel. Finalizó con una ponencia sobre los avances en el conocimiento de nuestros orígenes, que dejó las expectativas abierta para enlazar con la formación del siguiente año.

En el segundo año se realizó el curso "Paleontología Humana", ya que su estudio y descubrimiento avanzan muy rápido y el profesorado no dispone de medios idóneos para la actualización, se contó con la presencia de especialistas de ámbito internacional, que expusieron los resultados de sus investigaciones en temáticas desde: los orígenes de la postura bípeda, la evolución del cerebro y la mente en los primates, las expediciones al Tchad en el entorno de Toumai y Abel, los procesos de hominización y los primeros yacimientos arqueológicos registrados, Atapuerca, el primer poblamiento humano de Europa, hasta finalizar con una exposición de las interpretaciones que se realizan para la reconstrucción de los homínidos fósiles.

El tercer año, continuando la dinámica de cursos anteriores, contando con presencia de investigadores de ámbito internacional, se realizó el curso "Origen y evolución de la vida", en el que además de conocer los últimos avances científicos sobre el origen de la vida, se realizó una síntesis sobre la evolución de la misma desde su origen, pasando por la evolución de las especies y la humana, hasta llegar a la evolución del comportamiento humano. En este mismo año se planteo, junto con la Fundación Conjunto

Paleontológico de Teruel, una actividad "GEÓDROMO 04. Encuentros sobre Ciencias de la Tierra", con el objetivo de crear un espacio de encuentro en Ciencias de la Tierra en el que pueda participar toda la Comunidad Educativa, y que tenga continuidad en el tiempo, que mantenga vivo el interés por la actualización científica, permitiendo conocer temas de actualidad en Ciencias de la Tierra y sus aplicaciones didácticas; el profesorado ha tenido la oportunidad de conocer los últimos hallazgos de dinosaurios de Teruel, visitando tanto los yacimientos como el laboratorio de investigación; de esta manera, la motivación por la enseñanza de la Paleontología en particular y por las Ciencias de la Tierra en general, hace que se adquiera un mayor interés por el aprendizaje de temas científicos. Para los escolares se realizó el concurso: "¿Conoces los fósiles de tu entorno? ¡Atrévete a demostrarlo!", siendo un excelente indicador, que ha permitido evaluar la repercusión que ha tenido en el aula la formación en Paleontología durante los tres años.

VALORACIÓN DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y CONCLUSIONES

La participación del profesorado en los tres cursos relacionados con temas de Paleontología ha sido excepcional. Los medios de comunicación local han realizado una importante difusión, de tal manera que el tercer curso, ante la demanda social, y con la colaboración de diversas instituciones locales y provinciales, estuvo dirigido a todo el público interesado, siendo masiva la asistencia.

La conclusión a la que podemos llegar es que la divulgación científica en materia de Paleontología, lejos de perder su rigor, ha despertado gran interés y sensibilización de la sociedad, que es de esperar que redunde en la mejor conservación del patrimonio. También entre el profesorado se ha valorado la evolución que ha tenido la enseñanza de la Paleontología, pasando de ser sobre todo una ciencia sistemática, como aporte a la Estratigrafía, a ser interdisciplinar y base de interpretaciones paleoecológicas, paleobiogeográficas y evolutivas.

Respecto a la repercusión en los escolares, el grado de participación en el concurso ha sido muy alto, la consecución del principal objetivo: "que el alumnado conozca los fósiles de su entorno, se sensibilice de la importancia que tiene su conservación, y de alguna forma sea capaz de expresarlo y trasmitirlo a los demás", quedó reflejada en los numerosos trabajos individuales y colectivos. Es de destacar la realización de trabajos colectivos de aula; especialmente el proyecto de innovación sobre dinosaurios, que las maestras de Educación Infantil del C. P. "Ensanche" han sido capaces de realizar con niños y niñas de 3, 4 y 5 años; tras detectar las ideas iniciales, han ido construyendo día a día sus propios aprendizajes, hasta lograr sorprendentes resultados.

Podemos concluir que si conseguimos encontrar recursos motivadores para nuestros alumnos y alumnas, los aprendizajes serán significativos, y hasta niños de 3 años podrán expresarse de la siguiente manera cuando hablen de temas científicos, en este caso de Paleontología: "cuando mueren los dinosaurios se hacen fósiles porque su cuerpo se tapa con mucha tierra y allí están muchísimos años hasta que los paleontólogos excavan y se los encuentran hechos fósiles"; "unos científicos dicen que un volcán se puso en erupción y echó mucha lava por el cráter y mató a los dinosaurios porque hizo mucho humo y no podían respirar"; "...otros científicos dicen que cayó el meteorito más grande del mundo, hizo mucho polvo y tapó el sol y se murieron porque no podían respirar ni comer",...

AGRADECIMIENTOS

A todo el profesorado por el entusiasmo e interés mostrado durante el desarrollo de todas las actividades, tanto formativas, como de aplicación en el aula. Especialmente las aportaciones de un aula de 3 años del C. P. Ensanche.

A las Instituciones colaboradoras, especialmente a la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel.

REFERENCIAS

Alcalá, L. (1994): *Macromamíferos neógenos de la fosa Alfambra-Teruel*. Instituto Estudios Turolenses y Museo Nacional de Ciencias Naturales, 554 p.

Almela, A., Quintero, I., Gómez, E. y Mansilla, H. (1977): Memoria de la Hoja 493 "Oliete". Mapa Geológico de España. E 1:50.000. IGM. Madrid.

Buscalioni, A. D. y Sanz, J. L. (1987): Lista faunística de los vertebrados de Galve (Teruel). Estudios Geológicos, vol. extr. Galve-Tremp, 65-67.

Canudo, J. I., Cuenca-Bescós, G., Ruiz-Omeñaca, J. I. y Soria, A. R. (1996): Registro fósil de vertebrados en el tránsito Jurásico-Cretácico de Galve (Teruel, España). Revista de la Academia de Ciencias, nº 51. Zaragoza.

Díaz Molina, M. y Yébenes, A. (1987): La sedimentación litoral y continental durante el Cretácico Inferior. Sinclinal de Galve, Teruel. Estudios Geológicos, vol. extr. Galve-Tremp, 3-21.

Díez, J. B., Pons, D., Canudo, J. I., Cuenca-Bescós, G. y Ferrer, J. (1995): Primeros datos palinológicos del Cretácico Inferior de Piélago (Galve, Teruel). XI Jornadas de Paleontología: 79-81.

Muñoz-Barragán, P. (1998): Los trancos fósiles del Albiense de "El Barranquillo" (Castellote-Teruel). Identificación asistida por ordenador del xilema de coníferas mesozoicas: La aplicación Xylodata. Mas de las Matas, 17: 83-188.

Vilanova, J. (1873): Restos de Iguanodon de los lignitos de Utrillas y otro de Morella. Actas de la Sociedad Española de Historia Natural, 2: 8.

Entre la Geología y la Arqueología: un sincretismo necesario

R. Seva Román y G. Vidal Bernabeu

Unidad de Arqueometría. Universidad de Alicante, Facultad de Ciencias. Cta. San Vicente s/n 03080 Alicante e-mail: Romualdo.Seva@ua.es; Guadalupe.Vidal@ua.es

ABSTRACT

In ancient times, several scientific disciplines converged in one person, taking in all the parameters of research fields. As years go by, the specialization of the fields of knowledge tends to divide that syncretism without bearing in mind the possibilities of multidisciplinary studies and thus, creating schools that would prepare theories with no scientific base. At present, we are witnessing a "back-to-the-roots" evolution in studies involving the past. Although this time it is made up from the approach of work teams in which each person contributes with their knowledge from several viewpoints in order to give a more objective conclusion in prehistoric and archaeological research. Nowadays, we can apply several instrumental techniques to Archaeology which were at first applied in Geology. Thus, we can characterize both devices and sediments. The most common procedures in research application to past civilizations from the geological point of view are the following: Stratigraphy, Devices, Thin Section, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy, X- Ray Fluorescence and X-Ray Diffraction. These techniques help us know several aspects, such as the climatological factors for deposit sedimentation and relate it to the living countryside, the supplies areas of raw materials, both regarding rocks and ceramics, the technology used in the manufacturing of pieces, business trends in Antiquity, etc.

***Key words**: Geology, archaeology, characterization, archaeometry, instrumental techniques.*

INTRODUCCIÓN

En tiempos lejanos confluían muchas disciplinas científicas en una sola persona, tomando en cuenta todos los parámetros dentro de las investigaciones. Conforme pasaron los años se tendió a una especialización del saber que fue dividiendo ese sincretismo, ignorándose las posibilidades de los estudios interdisciplinares y creando escuelas que elaboraban teorías sin base científica alguna.

En la actualidad estamos asistiendo a una evolución de "vuelta a las raíces" en los estudios del pasado, pero esta vez desde la perspectiva de grupos de trabajo en los que cada persona aporta sus conocimientos desde distintos aspectos para dar una conclusión más objetiva en la Investigación prehistórica y arqueológica.

Hoy en día, podemos aplicar a la Arqueología distintas técnicas instrumentales que originariamente han sido utilizadas en la Geología. Así, podemos caracterizar tanto artefactos como sedimentos. Los procedimientos más usuales en la aplicación a la investigación de las civilizaciones del pasado desde el punto de vista geológico son: la estratigrafía, sedimentología, lámina delgada, Espectroscopía de emisión por plasma de acoplamiento inductivo, Fluorescencia de Rayos X y la Difracción de Rayos X.

Todas estas técnicas nos permiten conocer variados aspectos, como las condiciones climáticas de sedimentación de un depósito y relacionarlo con la ocupación humana, las áreas de aprovisionamiento de materias primas tanto en lo que concierne a las rocas como a la cerámica, tecnología utilizada en la manufacturación de las piezas, corrientes comerciales existentes en la Antigüedad, etc.

TÉCNICAS INSTRUMENTALES DE USO EN GEOLOGÍA QUE SE APLICAN SOBRE LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA

La Lámina Delgada mediante microscopia de luz polarizada y luz reflejada

Su aplicación se hace sobre rocas (ofitas, sílex,...) sedimentos, metales e incluso maderas (figs. 1 y 2). Con esta técnica conseguimos ver a través del microscopio los minerales que contienen las cerámicas, pudiendo hacer una aproximación a su origen geológico y su manufacturación (mano, molde, torneta, etc); incluso también la alteración por temperatura que pueden tener los carbonatos contenidos en la matriz. Es interesante llamar la atención sobre la aparición de microfósiles en el desgrasante mineral, algo que indica afloramientos geológicos de datación concreta, y que pueden llegar a ser parámetro anuncio de la localización de un yacimiento arqueológico desconocido (Seva, 2002). Por otro lado las impurezas sobre el sílex, los compuestos es-

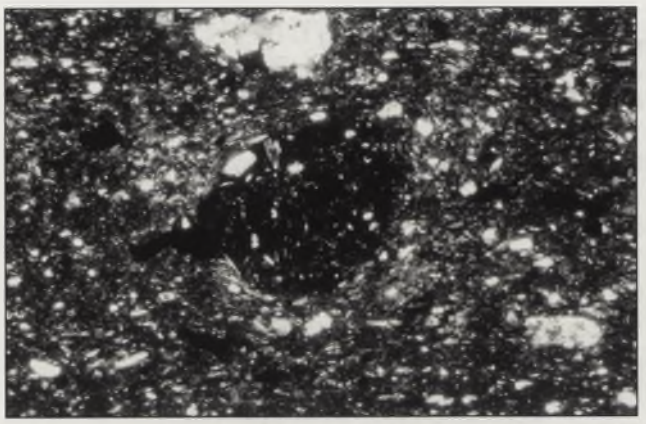


FIGURA 1. *Detalle de un óxido de hierro con halo de presión (cerámica a molde de Les Moreres 2200 a.C. aprox).*

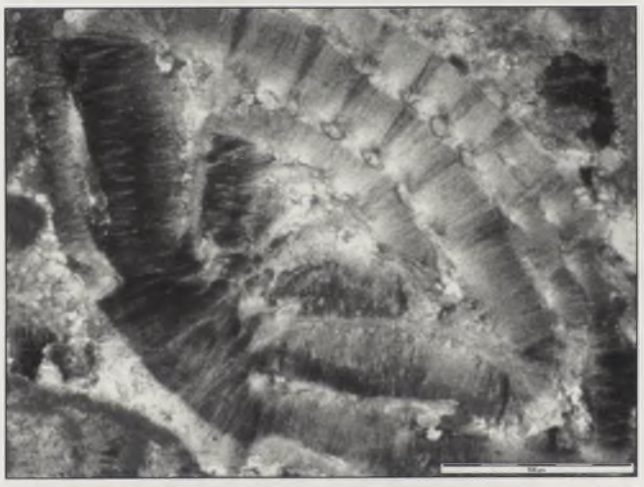


FIGURA 2. *Detalle de un Nummulites, indicativo del Eoceno.*

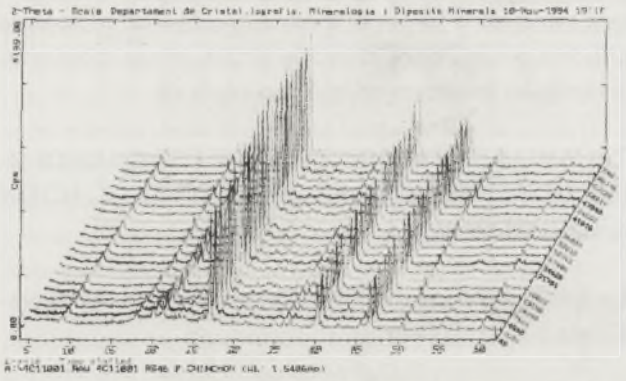


FIGURA 3. *Difractograma de prueba de alta temperatura de un fragmento cerámico calcolítico donde se observan los cambios de fase mineral, con una temperatura de cocción desde los 550ºC, hasta los 950ºC.*

tructurales sedimentarios nos indican clasificaciones de estos materiales y modos de deposición. Asimismo la estructura celular de las maderas, auque se hace más fácil sobre microscopia electrónica, también se hace interesante, al igual que mediante la luz reflejada el estudio de los metales con los consiguientes pulidos de las piezas donde se puede ver su proceso de manufacturación.

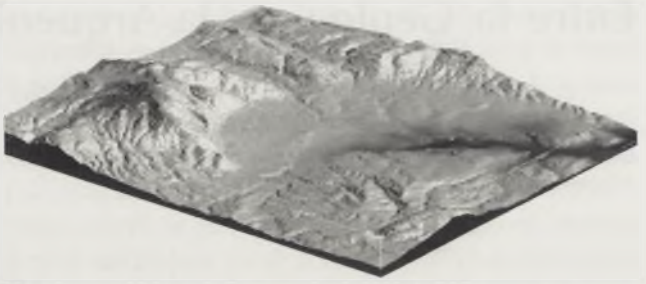


FIGURA 4. *Análisis sedimentológicos y estratigráficos.*

La Difracción de Rayos X (XRD)

Técnica usada básicamente para el conocimiento de la mineralogía de los desgrasantes cerámicos y de las arcillas de la matriz; por comparación también en sedimentos, rocas y metales. En los últimos tiempos, con el desarrollo de soportes informáticos y el estudio de componentes orgánicos cristalizados, lo que nos ofrece una gran ayuda a la hora de conocer restos orgánicos adheridos a la cerámica arqueológica (fig. 3).

Los datos que nos ofrecen son de índole mineralógica (arcillas y minerales), pudiendo hacer una localización geológica de las áreas fuentes, para el conocimiento de producciones importadas o autóctonas, o para saber que clase de materiales orgánicos pudieran estar adheridos y que no podemos extraerlos a través de la cromatografía.

Por otro lado, dado que determinadas fases minerales cambian por la temperatura (calcita-dolomita u óxidos de hierro que pasan a ghelenita, diópsido-wollastonita o hematite), este hecho nos permite mediante el uso de cámaras de alta temperatura determinar la temperatura de cocción de la cerámica y, por consiguiente la evolución tecnológica de nuestras sociedades pretéritas.

La Fluorescencia de Rayos X

Se trata de una técnica instrumental que se utiliza cada día más. Nos da las proporciones elementales y/o en óxidos de cualquier material inorgánico: cerámica, rocas y vidrios, sedimentos o metales. Los resultados son tanto de elementos mayoritarios como minoritarios, lantánidos etc.

Este tipo de análisis es muy definitorio a la hora de ver distintas composiciones, impurezas y otros tipos de elementos diferenciadores para conocer la procedencia de los materiales originarios, siempre y cuando se tengan localizadas áreas fuentes como el caso de la obsidiana y ofitas (Seva, 1995), cerámicas o metales. También se han aplicado con cierto éxito sobre compuestos de moteros de cal en construcciones almohades.

La problemática viene por la detección en elementos muy pesados donde se pueden producir rebotes en determinados elementos que enmascaran los resultados totales, por ejemplo en el caso del Argón respecto a metales como el plomo.

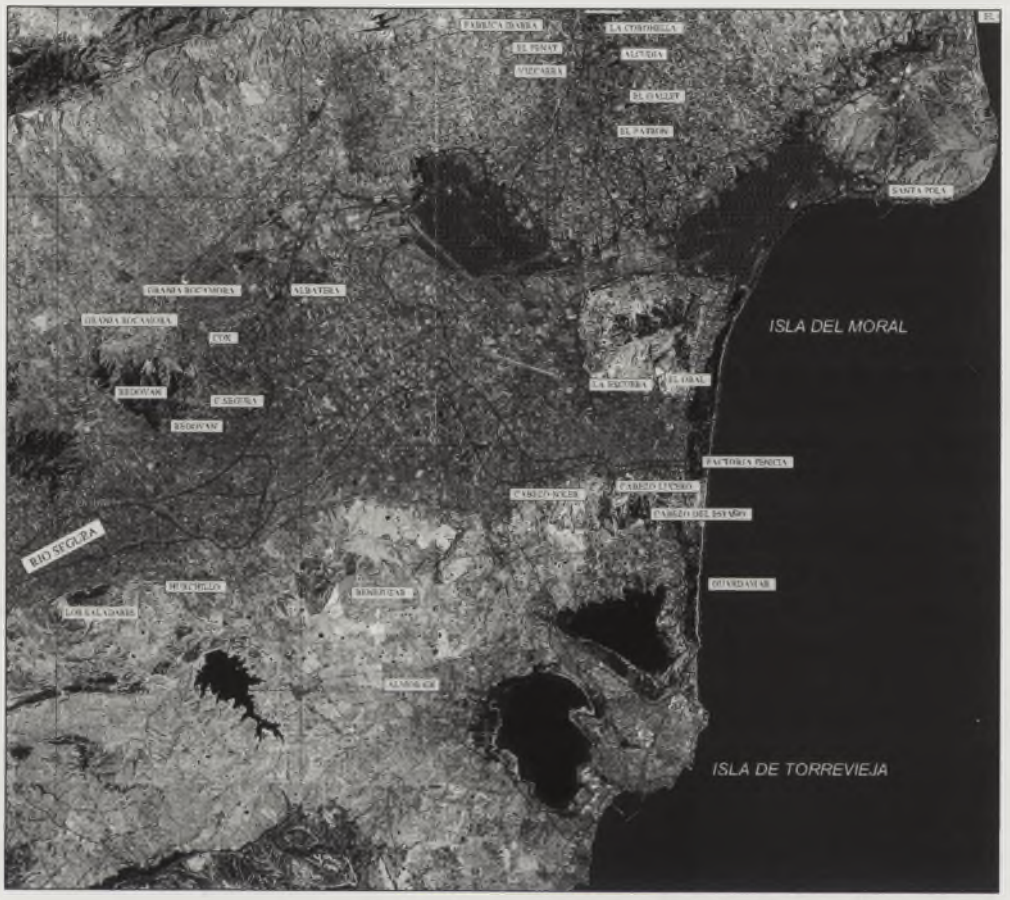


FIGURA 5. *Zona del bajo Segura y Vinalopó en la actualidad.*

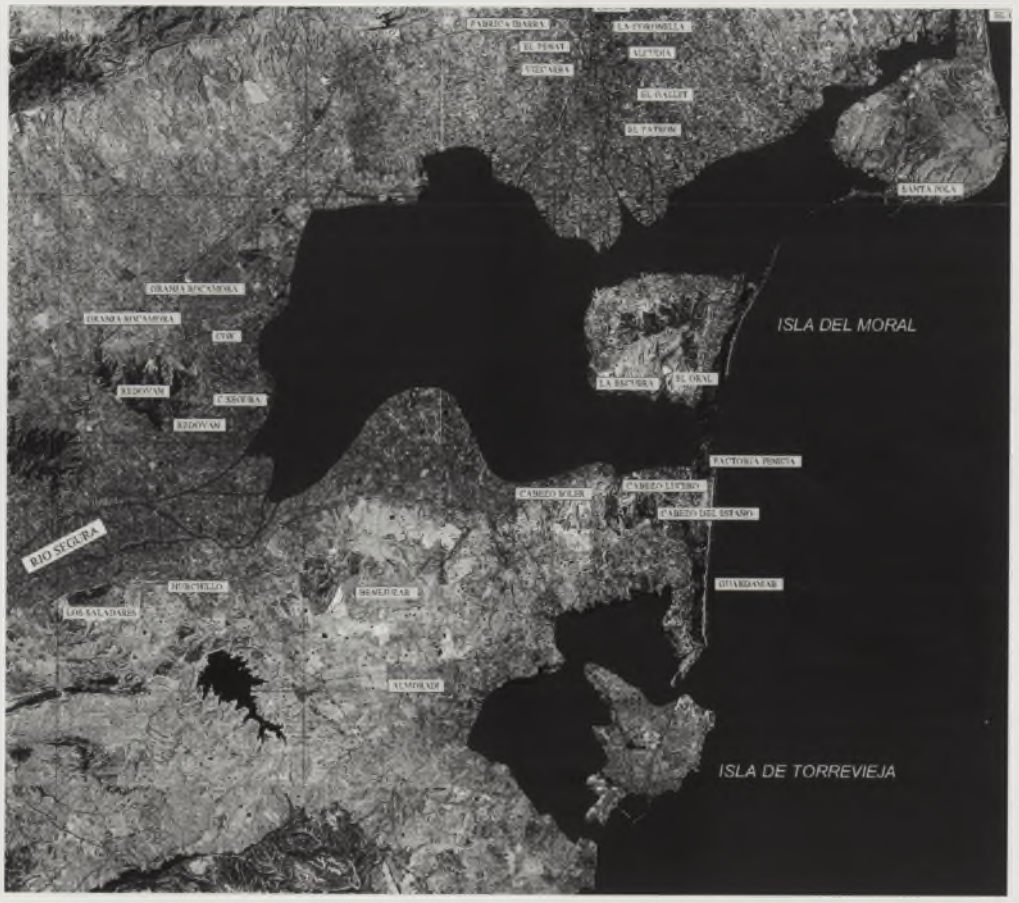


FIGURA 6. *Reconstrucción hipotética en época fenicia en la misma zona.*

Microscopía electrónica de Barrido / SEM

Técnica muy utilizada tanto sobre artefactos orgánicos como inorgánicos. La sonda da composiciones mayoritarias que podemos obtener más fácilmente mediante la fluorescencia, aunque para composiciones puntuales es de gran ayuda (pigmentos o rocas no muy bien definidas), pudiéndose combinar con las imágenes de las microestructuras. Igualmente sobre los metales se pueden observar degradaciones y formas de elaboración de los mismos, así como su composición mayoritaria en aleaciones. Sobre cerámicas se pueden apreciar las estructuras muy pequeñas y restos elementales que mediante la microscopía de luz polarizada no se detectan como partículas de plata en cerámicas medievales (Seva, 2002), porosidades, englobes, cristalizaciones y vidriados, etc.

Por otro lado, sobre maderas nos permiten descubrir la estructura celular de las mismas a partir de un fragmento mínimo de las mismas, incluso en muy mal estado de conservación, pudiendo hacer consideraciones climáticas y medioambientales del entorno del yacimiento arqueológico como el caso de la detección del *Abies pinsapo* (Pinsapo) en el entorno de la Cova Beneito en estratos Solutrenses. Complementario a las maderas sería el estudio de pólenes de depósitos cerrados de yacimientos; en este sentido la metodología de extracción o separación del polen es costosa, pero conociendo los niveles de polinización de las plantas para sacar las proporciones pertinentes.

Análisis por espectorcopía de emisión por plasma de acoplamiento inducido (ICP)

Es una técnica instrumental que sobre artefactos arqueológicos se usa sobre elementos inorgánicos, más en lo que se refiere a minoritarios o traza, elementos que son invariables con temperaturas de cocción u otros procesos de carácter físico-químico. Permite ubicar el origen con exactitud de los sedimentos utilizados para hacer una cerámica o de rocas, pudiéndose hacer apreciaciones sobre relaciones interculturales y comercio desde épocas remotas, así como la localización de grandes centros productores o de extracción.

Se trata de un método sencillo que da una información de gran envergadura complementada con la anterior de lámina delgada y difracción de rayos X, es decir nos permite ir cerrando áreas de localización de yacimientos que podemos calificar como "productores". El problema se encuentra en prospectar supuestas áreas fuentes, que en muchos casos es difícil sobre todo con arcillas. No obstante se han observado muy buenos resultados en el caso de la Cova Beneito, donde se ha podido comprobar que el sílex del Paleolítico Superior mayoritariamente se localiza la zona extractiva en afloramientos localizados a unos 8 km del yacimiento.

De aplicación cada vez más obligada en el estudio de los yacimientos, puesto que puede aportar información de muy distinta índole: grado de fertilidad de los suelos y agotamiento, funcionamiento hídrico de las cuencas vertientes y la relación de uso potencial del agua, cambios de secuencias climáticas, determinación de fenómenos sísmicos y su relación con los cambios culturales, cambios en funcionamientos kársticos en cuevas de ocupación humana o identificación de sedimentaciones continentales o marinas.

Ejemplo de ello, son los resultados obtenidos en el medio y bajo Vinalopó (Seva, 1993) o sobre la evolución del delta del Vinalopó y el Segura (estudio en curso) y en la Cova Beneito (en curso).

Modelo digital del territorio o MDT

Se trata de una aportación relativamente reciente al estudio del territorio en relación con los yacimientos arqueológicos (figs. 4 y 5). Su uso, además de la interrelación cultural y dominio del espacio de los asentamientos del pasado, puede ser una herramienta primordial para las prospecciones. Introduciendo distintos parámetros ortomultiplicados (capas de curvas de nivel-altitud, vegetación, orientación, pendientes, suelos, litología, etc.), nos indican probabilísticamente los lugares donde podemos localizar yacimientos de la misma época.

Síntesis y conclusión

Como podemos observar, las técnicas instrumentales que se aplican en el estudio de la Geología, aportan gran información a la investigación de las culturas del pasado como son: la relación del hombre con su entorno natural (materias primas, aprovechamiento de recursos naturales); los cambios medioambientales y del paisaje; la evolución tecnológica de las culturas del pasado; las relaciones interculturales; los cambios de los sistemas productivos o la localización previa a una prospecció de yacimientos arqueológicos.

En síntesis, podemos obtener más datos objetivos para conocer las sociedades del pasado, pudiendo elaborar hipótesis más cercanas a la realidad, alejándose de las tópicas teorías basadas en las elucubraciones sin base empírica y que fuerzan los datos para alejarse de la realidad.

BIBLIOGRAFÍA

Seva Román, R., (1993): La ceramología, fuente para el análisis de una evolución cultural. In: *Prehistoria en Alicante.* Alicante: 37-38.

Seva Román, R., (1995): Caracterización de las cerámicas monocromas rojas del poblado Calcolítico de Les Moreres (Crevillente, Alicante). Actas del I Colloque d'Archeometríe des Lengues Latines (refering): 25-27.

Seva Román, R., (2002): *Caracterización cerámica y relaciones culturales en la prehistoria reciente de Alicante.* Fund. Miguel de Cervantes. Universidad de Alicante, 406 p.

Anexo 1

Bibliografía científica de Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás

Recopilación de los trabajos científicos de Daniel Jiménez de Cisneros a partir del *Indice General de lo contenido en las publicaciones de la Real Sociedad Española de Historia Natura*l, publicado en 1917 por el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, la Bibliografía publicada por Gómez Llueca (1941) en "Don Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás (1863-1941)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 39, 305-315, y la revisión de los fondos del IES Jorge Juan.

Jiménez de Cisneros, D. (1892): Noticia acerca de un ballenato pescado en Cabo de Palos. *Actas Soc. Española Hist. Nat.*, 2, 1 (21): 1-3.

Jiménez de Cisneros, D. (1896a): Noticia necrológica de D. José Sánchez Gómez. *Actas Soc. Española Hist. Nat,* 25: 144-145.

Jiménez de Cisneros, D. (1896b): Noticia acerca de un balenoptérido encontrado y remolcado por el vapor "Sultán" en aguas de Gijón. *Actas Soc. Española Hist. Nat,* 25: 145-148.

Jiménez de Cisneros, D. (1903a): El yacimiento de magnetita de Cehegín. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 3: 290-294. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 266-271.

Jiménez de Cisneros, D. (1903b): De la existencia del lías superior, del tithónico y del infracretáceo en la región NO. de la provincia de Murcia. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 3: 294-301.

Jiménez de Cisneros, D. (1903c): El yacimiento prehistórico de la rambla Bermeja, en el término de Lorca, y noticias acerca de otros poco conocidos en la provincia de Murcia. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 3: 333-341.

Jiménez de Cisneros, D. (1903d): Datos para el estudio de la Geología del Partido Judicial de Caravaca. *Tip. de G. de Haro*. Caravaca. 116 p. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (A. Estévez Rubio, C. Lancis Saéz, J. F. Baeza Carratalá, J. E. Tent Manclús, y D. Marín Ruíz de Assín, Eds., 2004), 1-116.

Jiménez de Cisneros, D. (1904a): Noticia acerca de algunos animales marinos existentes en el Gabinete de Historia natural del Instituto de Jovellanos. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 4: 291-293.

Jiménez de Cisneros, D. (1904b): Restos prehistóricos encontrados en la aldea de Archivel. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 4: 294-296.

Jiménez de Cisneros, D. (1904c): La existencia del infracretáceo en Busot (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 4: 296-297.

Jiménez de Cisneros, D. (1904d): Datos para el estudio del sistema liásico de Asturias. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 4: 298-305.

Jiménez de Cisneros, D. (1904e): D. Francisco Cánovas y Cobeño. Noticia necrológica. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 4: 336-339.

Jiménez de Cisneros, D. (1905a): Hallazgo de una pieza del peto de una tortuga marina del mioceno, en una cantera de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 5: 189.

Jiménez de Cisneros, D. (1905b): Existencia del coraliense y oxfordiense en Fuente Alamo (Albacete). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 5: 358.

Jiménez de Cisneros, D. (1905c): El yacimiento de azufre de la Peña de Catí, en el término de Petrel (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 5: 485-488.

Jiménez de Cisneros, D. (1905d): Excursiones por la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 5: 518-523.

Jiménez de Cisneros, D. (1905e): El nummulitico de Agost. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 5: 523-529.

Jiménez de Cisneros, D. (1906a): Sobre Geología del Sudeste de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 6: 103-110.

Jiménez de Cisneros, D. (1906b): Apuntes para el estudio geológico de la provincia de Alicante (Parte primera: alrededores de la capital). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 6: 151-161.

Jiménez de Cisneros, D. (1906c): Excursión al triásico superior de Sierra Negra, del término de Aspe (provincia de Alicante), y noticias acerca del mismo sistema en otros puntos del SE. de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 6: 205-212.

Jiménez de Cisneros, D. (1906d): Nuevos datos para la Geología del Sudeste de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 6: 213-220.

Jiménez de Cisneros, D. (1906e): Excursión al Infracretáceo de Sierra Mediana y de la Alcoraya (provincia de Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 6: 317-328.

Jiménez de Cisneros, D. (1906f): Datos para el estudio de la Geología del Sudeste de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 6: 425-429.

Jiménez de Cisneros, D. (1906g): Excursiones al terreno arcaico de Macael y Somontín (provincia de Almería). *Bol. R. Soc Esp.. Hist. Nat.,* 6: 429-439.

Jiménez de Cisneros, D. (1907a): Sobre los terremotos ocurridos en Alicante el día 23 de Enero de 1907. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.,* 7: 107-108. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 275-276.

Jiménez de Cisneros, D. (1907b): Noticia de tres sacudidas sísmicas sentidas en Alicante el día 23 de Enero de 1907. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 7: 78. Reedición en: En: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 277.

Jiménez de Cisneros, D. (1907c): Excursiones á las sierras de la "Horna", del "Rollo" y de "Crevillente". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 7: 115-123.

Jiménez de Cisneros, D. (1907d): Excursiones por el Norte de la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 7: 165-175.

Jiménez de Cisneros, D. (1907e): El Gault del Hondo de Piqueres (provincia de Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 7: 209-215.

Jiménez de Cisneros, D. (1907f): El Maigmó y sus alrededores. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 7: 229-238.

Jiménez de Cisneros, D. (1907g): Excursiones por los alrededores de la Sierra del Cid. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 7: 273-279.

Jiménez de Cisneros, D. (1907h): Excursiones por el NO. de Caravaca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 7: 401-411. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (Estévez Rubio, A., Lancis Saéz, C., Baeza Carratalá, J.F., Tent Manclús, J.E. y Marín Ruíz de Assín, D., Eds., 2004), 118-129.

Jiménez de Cisneros, D. (1908a): Excursiones por el O. de Caravaca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 8: 67-75. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (A. Estévez Rubio, C. Lancis Saéz, J. F. Baeza Carratalá, J. E. Tent Manclús, y D. Marín Ruíz de Assín, Eds., 2004), 130-139.

Jiménez de Cisneros, D. (1908b): Excursiones por el S. y SW. de la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 8: 193-208. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 223-240.

Jiménez de Cisneros, D. (1908c): Excursiones por los alrededores de San Vicente de Raspeig. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 8: 241-245.

Jiménez de Cisneros, D. (1908d): Excursión á las Sierras de la Mola y de Beties en el término de Novelda. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 8: 245-248.

Jiménez de Cisneros, D. (1908e): La Sierra de la Puerta en el término de Caravaca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 8: 299-302. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (A. Estévez Rubio, C. Lancis Saéz, J. F. Baeza Carratalá, J. E. Tent Manclús, y D. Marín Ruíz de Assín, Eds., 2004), 140-143.

Jiménez de Cisneros, D. (1908f): Excursiones por los alrededores de Busot (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 8: 302-309. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (A. Estévez Rubio, C. Lancis Saéz, J. F. Baeza Carratalá, J. E. Tent Manclús, y D. Marín Ruíz de Assín, Eds., 2004), 144-150.

Jiménez de Cisneros, D. (1908g): El Cretáceo de Villafranqueza. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 8: 361-368.

Jiménez de Cisneros, D. (1908h): La Celestina del Vuelo del Aguila en el término de San Vicente de Raspeig (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 8: 457-459.

Jiménez de Cisneros, D. (1908i): Algunos fósiles piritosos del Sureste de España. *Congreso de Zaragoza. Asociación Española para el Congreso de las Ciencias. Sección 3ª- Ciencias Naturales*: 1-4

Jiménez de Cisneros, D. (1909a): Noticia acerca del hallazgo de un gran "Hippurites" en Rabasa (inmediaciones de Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 9: 101-103.

Jiménez de Cisneros, D. (1909b): Excursión á la Sierra de Foncalent. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 9: 103-109.

Jiménez de Cisneros, D. (1909c): Terremoto ocurrido el 21 de Febrero de 1909, en Alicante y pueblos cercanos. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 9: 122-123. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 278-279.

Jiménez de Cisneros, D. (1909d): Resumen de algunas excursiones realizadas por la provincia de Alicante y datos relativos á los temblores de tierra ocurridos en Febrero de 1909. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 9: 249-260.

Jiménez de Cisneros, D. (1909e): Excursiones por las Sierras de Cabrera, Carbonera y Morrón. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 9: 261-263.

Jiménez de Cisneros, D. (1909f): Excursión à la Peña de Jijona. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 9: 277-280.

Jiménez de Cisneros, D. (1909g): Terremotos acaecidos en Alicante los días 1 y 2 de julio de 1909. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 9: 313-314. Reedición en: En: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 280-281.

Jiménez de Cisneros, D. (1909h): Excursiones por los alrededores de Elche. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 9: 355-360.

Jiménez de Cisneros, D. (1909i): Datos para el estudio del Mioceno de las inmediaciones de Cartagena. *Memorias del primer Congreso de Naturalistas Españoles*, 329-333.

Jiménez de Cisneros, D. (1910a): Breve noticia de algunas excursiones geológicas por los alrededores de Santander. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 10: 131-134.

Jiménez de Cisneros, D. (1910b): Excursiones á las sierras de Crevillente, Albatera, Cid, Safra y Rambla Honda (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 10: 134-145.

Jiménez de Cisneros, D. (1910c): El Frasniense de la trinchera de Perán (cercanías de Candás). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 10: 145-148.

Jiménez de Cisneros, D. (1910d): Excursión al Salt del Palomaret (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 10: 325-327.

Jiménez de Cisneros, D. (1910e): Excursión al Tabeyán (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 10: 327-330.

Jiménez de Cisneros, D. (1910f): La Celestina de Rebolledo (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 10: 331-333.

Jiménez de Cisneros, D. (1910g): Excursiones por los alrededores de Monteagudo de Novelda y encuentro del piso Senonense. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat*, 10: 349-353.

Jiménez de Cisneros, D. (1910h): Datos para la geología del SE. de España. *Congreso de Valencia. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección 4ª-Ciencias Naturales*: 1-5.

Jiménez de Cisneros, D. (1911a): Más sobre el terremoto del 3 de Abril de 1911, ocurrido en Murcia. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 11: 210-211. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 282-283.

Jiménez de Cisneros, D. (1911b): Excursiones á Las Losillas y al Collado de la Plata en el término de Caravaca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 11: 187-199. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (A. Estévez Rubio, C. Lancis Saéz, J. F. Baeza Carratalá, J. E. Tent Manclús, y D. Marín Ruíz de Assín, Eds., 2004), 151-164.

Jiménez de Cisneros, D. (1911c): Excursión á Catí (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 11: 289-295.

Jiménez de Cisneros, D. (1911d): Noticia acerca de algunos fósiles existentes en los Institutos del Norte de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat*, 11: 545-555.

Jiménez de Cisneros, D. (1911e): Consideraciones sobre algunos fósiles del Triásico del SE. de España. *Congreso de Granada. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección 4ª-Ciencias Naturales*: 1-6.

Jiménez de Cisneros, D. (1911f): Noticia de temblores sentidos en Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 11: 168.

Jiménez de Cisneros, D. (1911g): Nota sobre los temblores sentidos en Lorquí. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 11: 210-211.

Jiménez de Cisneros, D. (1912a): El Negret y sus alrededores. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12: 89-93.

Jiménez de Cisneros, D. (1912b): Excursión desde Novelda al Pinoso. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12: 127-135.

Jiménez de Cisneros, D. (1912c): De Orihuela á Murcia. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12: 205-209.

Jiménez de Cisneros, D. (1912d): Relación de algunas especies fósiles del Cretáceo medio y superior de Santander. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12: 307-311.

Jiménez de Cisneros, D. (1912e): Noticia acerca del hallazgo del sistema Liásico en la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12: 451-456.

Jiménez de Cisneros, D. (1912f): Geología y prehistoria de los alrededores de Fuente Alamo (Albacete). *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Trab. Museo Nac. Cienc. Nat.* 2: 26 p.

Jiménez de Cisneros, D. (1913): Hipótesis acerca del origen de las formas intermedias del grupo ammonites é ideas acerca del crecimiento de la concha. *Congreso de Granada. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección 4ª-Ciencias Naturales*: 1-7.

Jiménez de Cisneros, D. (1914a): Noticia acerca del yacimiento fosilífero del triásico superior de las Espejeras en el término de Agost (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 14: 97-101. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 309-313.

Jiménez de Cisneros, D. (1914b): Sobre la existencia del Maestrichtiense en algunos puntos de la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 14: 173-176.

Jiménez de Cisneros, D. (1914c): Excursión de Novelda á Abanilla. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 14: 199-203.

Jiménez de Cisneros, D. (1914d): El Cretáceo medio de Santa Ana y los Ammonites gigantes del término de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 14: 229-234.

Jiménez de Cisneros, D. (1914e): Noticia acerca de algunos individuos anormales de "Asterina" encontrados en el puerto de Cartagena. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 14: 279-280.

Jiménez de Cisneros, D. (1914f): Los amonites gigantes de la provincia de Alicante. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 1, 22: 348-350.

Jiménez de Cisneros, D. (1914g): Resumen de los datos paleontológicos recogidos en algunos Museos de Italia, Suiza y Francia. *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Trab. Museo Nac. Cienc. Nat.* Madrid, 16 p.

Jiménez de Cisneros, D. (1915a): Excursiones por los alrededores de Aspe (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 15: 213-216.

Jiménez de Cisneros, D. (1915b): Noticia acerca de la existencia de la *Spiriferina Möschi* Haas y de la *S. alpina* Oppel en los depósitos del Lías español. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 15: 435-437.

Jiménez de Cisneros, D. (1915c): Noticia acerca del encuentro de varios yacimientos liásicos y oolíticos en la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 15: 437-442.

Jiménez de Cisneros, D. (1915d): Noticia de nuevos yacimientos liásicos y oolíticos de la provincia de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 15: 333.

Jiménez de Cisneros, D. (1915e): Infiltración y petrificación. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 4, 90: 188-191.

Jiménez de Cisneros, D. (1915f): Bosquejo geológico-histórico de la actual provincia de Almería. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 4, 100: 352.

Jiménez de Cisneros, D. (1917a): Del viaje de la fragata "Santa María de la Cabeza" en los años de 1785-86. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 17: 418-421.

Jiménez de Cisneros, D. (1917b): Noticia acerca de una especie del género *Zeilleria* encotrada en el Maastrichtiense de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 17: 421-422.

Jiménez de Cisneros, D. (1917c): Encuentro de una pequeña mancha del Liásico medio al SW. de Caravaca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 17: 422-425.

Jiménez de Cisneros, D. (1917d): Especies nuevas o poco conocidas de la fauna liásica del SE. de España. *Congreso de Sevilla. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección 4ª-Ciencias Naturales*: 151-159.

Jiménez de Cisneros, D. (1917e): Geología y Paleontología de Alicante. *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Trab. Museo Nac. Cienc. Nat. Serie Geológica*, 21. 140 p. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 3-153.

Jiménez de Cisneros, D. (1917f): Un extraño fósil de Alicante. *Bol. Soc. Aragonesa Cienc. Nat.*, 16, (8): 189-191.

Jiménez de Cisneros, D. (1917g): Noticia acerca de algunos fósiles devónicos del Gabinete de Historia Natural del Colegio de Santo Domingo de Orihuela. *Bol. Soc. Aragonesa Cienc. Nat.*, 16, (9): 205-209.

Jiménez de Cisneros, D. (1917h): Los lagos terciarios de la cuenca del Segura. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 7, nº. 157: 9-12.

Jiménez de Cisneros, D. (1917i): Un extraño fósil de Alicante. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 7, 157: 328-329.

Jiménez de Cisneros, D. (1918a): Especies nuevas o poco frecuentes en la fauna del Secundario de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 18: 223-226.

Jiménez de Cisneros, D. (1918b): Especies nuevas o poco conocidas de la fauna fósil de España. (Continuación). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 18: 277-280.

Jiménez de Cisneros, D. (1918c): Especies nuevas o poco conocidas de Braquiópodos liásicos del SE de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 18: 319-322.

Jiménez de Cisneros, D. (1918d): Jijona y sus alrededores. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 9, 221: 202-205.

Jiménez de Cisneros, D. (1919a): El yacimiento prehistórico de la Carayala (Elche). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 19: 296-298.

Jiménez de Cisneros, D. (1919b): Algunos fósiles de los alrededores de Alcoy. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 19: 294-296. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 314-316.

Jiménez de Cisneros, D. (1919c): Datos acerca de la existencia del Aragonito en el cabezo de Gil de Ras, en Caravaca (Murcia). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 19: 350-353. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (A. Estévez Rubio, C. Lancis Saéz, J. F. Baeza Carratalá, J. E. Tent Manclús, y D. Marín Ruíz de Assín, Eds., 2004), 165-169.

Jiménez de Cisneros, D. (1919d): Sobre la existencia en España de la "Zeilleria Hierlatzica" Opp. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 19: 348-349.

Jiménez de Cisneros, D. (1919e): Sobre la existencia de un grupo de Acetabularia mediterránea Lamk. *Bol. Soc. Ibérica Cienc. Nat.*, 18, (1), 9-10: 133.

Jiménez de Cisneros, D. (1919f): La Sierra de Crevillente. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 11, 272: 218-221.

Jiménez de Cisneros, D. (1919g): La Sierra de Crevillente (conclusión). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 11, 279: 329-331.

Jiménez de Cisneros, D. (1920a): Noticia acerca del encuentro de numerosos yacimientos del Liásico medio alpino en el S. E. de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 20: 226-236.

Jiménez de Cisneros, D. (1920b): El interior de la Tierra. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 13, 314: 90-92.

Jiménez de Cisneros, D. (1920c): Geología y Paleontología. En: *Geografía General del Reino de Valencia* (F. Carreras Candi, Dir.) Volumen *"Reino de Valencia"*: 303-420.

Jiménez de Cisneros, D. (1921a): Las especies del género *Spiriferina* del Lías medio español. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 21: 487-495.

Jiménez de Cisneros, D. (1921b): Sobre la existencia de la especie "*Pygope Aspasia*" Menegh. y sus variedades en el Lías español. *Congreso de Oporto. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección 4ª-Ciencias Naturales*: 153-158.

Jiménez de Cisneros, D. (1921c): Sobre preparación de fósiles. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 15, 383: 392-396.

Jiménez de Cisneros, D. (1921d): Observaciones sobre el desarrollo del mosquito ordinario. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 16, 405: 349-350.

Jiménez de Cisneros, D. (1922a): Noticia acerca de algunos fósiles titónicos de la Sierra de Mojante (Murcia). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 22: 299-302.

Jiménez de Cisneros, D. (1922b): Noticia acerca de la existencia de *Aturia zic-zac* Sow. en Callosa de Ensarriá. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 22: 371-373.

Jiménez de Cisneros, D. (1922c): Dos ascensiones a la Sierra de Algayat. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 22: 392-396.

Jiménez de Cisneros, D. (1922d): Nota preliminar acerca del Lías alpino de la Sierra del Cantón de Abanilla y de la Fuente de Algarrobo, en la provincia de Murcia. *Bol. Soc. Ibérica Cienc. Nat.* 22 (4), 9-10: 166-171.

Jiménez de Cisneros, D. (1922e): Observaciones sobre el desarrollo del mosquito ordinario (continuación). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 17, 418: 157-160.

Jiménez de Cisneros, D. (1922f): Observaciones sobre el desarrollo del mosquito ordinario (conclusión). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 17, 426: 285-287.

Jiménez de Cisneros, D. (1922g): La peña escrita de Tárbena. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 17, 428: 319-320.

Jiménez de Cisneros, D. (1923a): El gran depósito de fósiles liásicos del cerro de la Campana. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat* 23: 42-44.

Jiménez de Cisneros, D. (1923b): Indicación de algunos yacimientos liásicos al W. y NW. de la provincia de Murcia. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23: 73-76.

Jiménez de Cisneros, D. (1923c): La fauna liásica del barranco de la Calera, al W. del Algayat. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23: 180-181.

Jiménez de Cisneros, D. (1923d): Noticia acerca de la existencia del género "Atractites" en el Lías alpino del SE de España. *Congreso de Salamanca. Asociación Española*

para el Progreso de las Ciencias. Sección 4ª-Ciencias Naturales: 83-86.

Jiménez de Cisneros, D. (1923e): La Fauna de los estratos de "Pygope Aspasia" Menegh. del Liásico Medio del Rincón de Egea en el W. de la provincia de Murcia. *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Trab. Museo Nac. Cienc. Nat. Serie Geológica*, 30: 55p. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 157-216.

Jiménez de Cisneros, D. (1924a): *Pygope janitor* Pict., en el Barremiense de la Alcoraya. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 24: 260-261.

Jiménez de Cisneros, D. (1924b): Encuentro de otro yacimiento de Lías alpino en el barranco de las Cuevas, al W. de la Romana (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 24: 261-262.

Jiménez de Cisneros, D. (1924c): Noticia acerca de algunos fósiles liásicos encontrados en la Solana del Algarejo. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 24: 375-377.

Jiménez de Cisneros, D. (1924d): Breve noticia de los yacimientos del Collado de la Campana. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 24: 377-378.

Jiménez de Cisneros, D. (1924e): Encuentro de la especie *Pygope cornicolona* Canav. en el Liásico del Cerro de Ayala (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 24: 415-416.

Jiménez de Cisneros, D. (1924f): La Fuente de la Zarza en el término de Abanilla (Murcia). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 24: 452-454.

Jiménez de Cisneros, D. (1924 g): Particularidades observadas en algunos amonites piritosos. *Bol. Soc. Ibérica Hist. Nat.*, 22, abril-mayo 1924.

Jiménez de Cisneros, D. (1924h): El yacimiento liásico de la Loma del Rebalso, en la Provincia de Alicante. *Bol. Soc. Ibérica Cienc. Nat.*, 23: 79-81.

Jiménez de Cisneros, D. (1924i): La Sierra de Quivas. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 21, 531: 362-364.

Jiménez de Cisneros, D. (1925a): Indicación de algunos yacimientos prehistóricos y noticia acerca de otros. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 25: 71-81. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 293-305.

Jiménez de Cisneros, D. (1925b): Encuentro del *Strombus bubonius* Lamk. en el subsuelo de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 25: 81-83.

Jiménez de Cisneros, D. (1925c): La Sierra del Coto y su arrecife coralino. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 25: 156-158.

Jiménez de Cisneros, D. (1925d): Noticias acerca de una variedad de la *Rhynchonella laevicosta* Stur. y de la nueva especie *Rhynchonella Navasi*. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 25: 159-161.

Jiménez de Cisneros, D. (1925e): Rectificación del sistema geológico a que pertenecen algunos puntos del SE. de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 25: 254-256.

Jiménez de Cisneros, D. (1925f): Excursión a las canteras de mármol del Agudico, en el término de Albatera (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 25: 440-442.

Jiménez de Cisneros, D. (1925g): Sobre la resistencia de las ninfas del mosquito ordinario en las disoluciones de oxicianuros de mercurio. *Bol. Soc. Ibérica Hist. Nat.*,24 (7), 9-10: 127-130.

Jiménez de Cisneros, D. (1926a): Hallazgo de un Rudista en las inmediaciones de Alicante. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 26: 113-114.

Jiménez de Cisneros, D. (1926b): De la probable existencia del género *Magas* en el Lías alpino del SE. de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 26: 174-175.

Jiménez de Cisneros, D. (1926c): Algunos fósiles de Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 26: 246-247.

Jiménez de Cisneros, D. (1926d): Sobre la resistencia de las ninfas del mosquito ordinario en las disoluciones de oxicianuro de mercurio. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 25, 623: 234.

Jiménez de Cisneros, D. (1926e): La Peña Carochita de Torremanzanas. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 25, 633: 393-395.

Jiménez de Cisneros, D. (1927a): El Lías alpino medio del SE. de España. *XIV Congrès Géologique International*, Madrid: 3-14.

Jiménez de Cisneros, D. (1927b): Notas sobre braquiópodos liásicos. *Congreso de Cádiz. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección IV. -Ciencias Naturales*: 203-207.

Jiménez de Cisneros, D. (1927c): Caravaca. Apuntes para su geología, prehistoria e historia. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 27, 679-80: 338-345. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (A. Estévez Rubio, C. Lancis Saéz, J. F. Baeza Carratalá, J. E. Tent Manclús, y D. Marín Ruíz de Assín, Eds., 2004), 176-182.

Jiménez de Cisneros, D. (1928a): Consideraciones acerca del Triásico del sureste de España. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 30, 741: 122-123.

Jiménez de Cisneros, D. (1928b): Consideraciones acerca del Triásico del sureste de España (conclusión). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 30, 757: 376.

Jiménez de Cisneros, D. (1929a): Depósitos cuaternarios y actuales en la región SE. de España. *Mem de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, 15: 207-211.

Jiménez de Cisneros, D. (1929b): Los terrenos secundarios comprendidos entre el *Argos y el Quipar. Congreso de Barcelona. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección IV. -Ciencias Naturales*: 33-35. Reedición en: *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil* (A. Estévez Rubio, C. Lancis Saéz, J. F. Baeza Carratalá, J. E. Tent Manclús, y D. Marín Ruíz de Assín, Eds., 2004), 170-175.

Jiménez de Cisneros, D. (1929c): Las terrazas del Cuaternario marino del Cabo de Santa Pola. *Congreso de*

Barcelona. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección IV. -Ciencias Naturales: 37-38.

Jiménez de Cisneros, D. (1929d): Notas acerca del Triásico de Alicante. *Congreso de Barcelona. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección IV. -Ciencias Naturales*: 38-40.

Jiménez de Cisneros, D. (1929e): El profesor Dr. Mario Canavari (Noticia necrológica). *Conferencias y Reseñas Científicas de la R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 4:37-38.

Jiménez de Cisneros, D. (1929f): Depósitos cuaternarios y actuales en la región sudeste de España. Homenaje a D. Ignacio Bolívar. *Memor. R. Soc. Esp. Hist. Nat,* 25: 207-211

Jiménez de Cisneros, D. (1930a): El Dr. D. Luis Pérez Mínguez. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 33, 812: 57.

Jiménez de Cisneros, D. (1930b): El fósil de Cuevas (Almería). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 33, 818: 153.

Jiménez de Cisneros, D. (1931): Curiosa alteración del objetivo de un anteojo. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 34, 903: 313-314.

Jiménez de Cisneros, D. (1932a): La cueva de Benidoleig (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 32: 417-422. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 285-292.

Jiménez de Cisneros, D. (1932b): Sobre fósiles piritosos del cretáceo. *Congreso de Lisboa. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección IV. -Ciencias Naturales*: 5: 29-30.

Jiménez de Cisneros, D. (1932c): Excursiones por Jijona. Congreso de Lisboa. *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección IV. -Ciencias Naturales*: 5: 31-32.

Jiménez de Cisneros, D. (1932d): Algunas consideraciones acerca del nummulitico del S. E. de España. *Congreso de Lisboa. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Sección IV. -Ciencias Naturales*: 5: 33-37.

Jiménez de Cisneros, D. (1932e): Recuerdos de un viaje a Portugal con motivo del XIII Congreso de la Asociación Española para el Congreso de las Ciencias. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 38, 936: 43-46.

Jiménez de Cisneros, D. (1933a): A propósito de un articulo titulado "Algunas observaciones geológicas en la Romana (prov. de Alicante)". *Bol. R. Soc. Hist. Nat.*, 33: 155-165.

Jiménez de Cisneros, D. (1933b): Sobre la posible existencia del género *Ptychoceras* en el Domeriense del Algayat. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 33: 227-228.

Jiménez de Cisneros, D. (1933c): Acerca del fósil encontrado en el Domeriense del Algayat. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 33: 443-444.

Jiménez de Cisneros, D. (1934): Hallazgo de huesos del *Bos primigenius* Boj. en el Cuaternario de las cercanías de Sax (Alicante). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 41, 1020: 232.

Jiménez de Cisneros, D. (1935a): De la existencia de antiguas playas en la provincia de Alicante. *Las Ciencias*, 1-5.

Jiménez de Cisneros, D. (1935b): Identidad de las faunas del Barremiense de Colombia y del SE. de España. *Las Ciencias* 1-2.

Jiménez de Cisneros, D. (1935c): La fauna liásica de los cerros de Ayala y de la Cruz de la Algueña (Alicante). *Memorias Soc. Ibérica Cienc. Nat.*, 7: 31 p.

Jiménez de Cisneros, D. (1935d): Ammonites y Belemnites. *Rev. Ibérica, Barcelona*, 43, 1067: 232-237. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 243-248.

Jiménez de Cisneros, D. (1935e): Ammonites y Belemnites (continuación). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 44, 1082: 93-96. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 249-252.

Jiménez de Cisneros, D. (1935f): Ammonites y Belemnites (continuación). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 44, 1086: 150-155. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 253-258.

Jiménez de Cisneros, D. (1935g): Ammonites y Belemnites (conclusión). *Rev. Ibérica, Barcelona*, 44, 1093: 266-271. Reedición en: *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil (Museo Geominero, Coord., 2004), 259-264.

Jiménez de Cisneros, D. (1935h): Por Tierras de Murcia (1872-1892). 1º Edic. Murcia.

Jiménez de Cisneros, D. (1935h): Por Tierras de Murcia (1872-1892). 2ª Edic. En 1993. Real Academia Alfonso X El Sabio. Murcia.

Jiménez de Cisneros, D. (1936a): Encuentro del succino o ámbar amarillo en las inmediaciones de Agost. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 36: 365-366.

Jiménez de Cisneros, D. (1936b): *Xenophora agglutinans* Lamck. en el Eoceno de Agost (Provincia de Alicante). *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 36: 403-404.

RECOPILACIONES

Estévez Rubio, A., Lancis Saéz, C., Baeza Carratalá, J. F., Tent Manclús, J. E. y Marín Ruíz de Assín, D. (Eds.) (2004): *Datos para el estudio de la geología del partido judicial de Caravaca por D. Daniel J. de Cisneros Edición Facsímil*. Ayuntamiento de Caravaca y Universidad de Alicante. 182 p.

Jiménez de Cisneros, C. (Ed.) (2003): *Huércal-Overa hace sesenta años. Memorias de un niño y comentarios de un viejo.* Universidad de Alicante. Editorial Club Universitario. Alicante, 95 p.

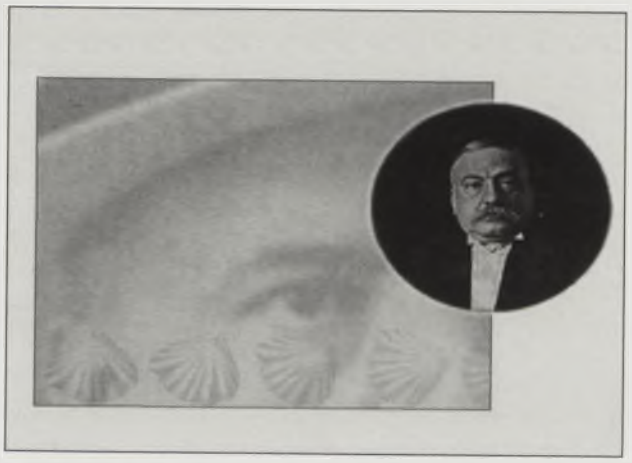
Museo Geominero, Coord. (2004): *Libro Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás*. Edición Facsímil. IGME, 352 p.

Anexo II

Simposio

Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás

Alicante, 29 de Octubre al 15 de Diciembre 2004



RESOLUCIÓN FINAL DEL CONGRESO HOMENAJE A D. DANIEL JIMÉNEZ DE CISNEROS Y HERVÁS CELEBRADO EN LA SEDE DE LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE ENTRE EL 4 Y EL 7 DE NOVIEMBRE DE 2004

En la ciudad de Alicante con ocasión de celebrarse la clausura del Congreso Homenaje a Don Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás celebrado entre el 4 y 7 de noviembre de 2004, al cumplirse el centenario de su designación como Catedrático del Instituto de Enseñanza Secundaria de de esta ciudad (fundado en 1845) en el que ejerció durante 30 años y organizado en coincidencia con el 25º aniversario de la creación de la Universidad de Alicante, los participantes de este evento científico, pertenecientes a diferentes Museos y Universidades de todo el mundo desean hacer constar que:

(a) ha sido justa tarea honrar la memoria del polifacético naturalista Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás, quien fuera, además de un responsable e innovador docente, un científico ejemplar, de reputación internacional;

(b) ha resultado enriquecedor para los científicos participantes, continuadores naturales de su legado, apreciar las muy diversas facetas humanísticas y de la personalidad del homenajeado;

(c) a través de las contribuciones expuestas, se ha destacado el sobresaliente valor científico e histórico de las minuciosas colecciones de referencia atesoradas por D. Daniel Jiménez de Cisneros, y celosamente conservadas por sus herederos, las cuales constituyen el registro objetivo que sustenta sus numerosas aportaciones en los campos de la geología, paleontología, mineralogía, hidrogeología, sismología y arqueología alicantinas;

(d) asimismo se considera necesaria la continuidad, y eventual ampliación en el futuro, de la beca existente para el estudio y actualización de sus trabajos y ordenación y revisión de las colecciones tanto privadas, como las existentes en el Instituto Jorge Juan;

(e) destacar además la importancia científica y didáctica del patrimonio existente en el Instituto de E.S. Jorge Juan, tanto en los departamentos de Biología y Geología, Física y Química, Archivo y Biblioteca, fruto de la labor de sus extraordinarios profesores, como D. Daniel Jiménez de Cisneros, durante más de 150 años;

(f) se considera finalmente que semejante riqueza patrimonial merece ser preservada para las generaciones futuras; por lo que se anima a las autoridades que poseen capacidad resolutoria al respecto, a que tomen cabal conciencia y adopten las medidas pertinentes para su ubicación en una sede permanente que constituya un Museo Científico Didáctico para la ciudad de Alicante, donde estos irreemplazables testimonios de la naturaleza de Alicante se encuentren salvaguardados y accesibles tanto para el gran público como para la comunidad científica.

NORMAS DE PUBLICACIÓN DE GEO-TEMAS

1. Los trabajos, redactados en el idioma o idiomas aceptados oficialmente en la reunión científica de que se trate, tendrán una extensión máxima de 4 páginas y mínima de 2 páginas impresas, incluyéndose en el cómputo figuras, tablas y referencias bibliográficas. Una página impresa de GEO-TEMAS viene a contener unos **4.500 caracteres** (letras y espacios entre palabras).

2. Los autores suministrarán los manuscritos mecanografiados a doble espacio y en tamaño 10 puntos, utilizando el tipo de letra Times. Las figuras (incluyendo en ellas posibles fotografías) irán numeradas correlativamente y serán diseñadas de acuerdo con el tamaño de caja máximo (240 x 175 mm) de las páginas de GEO-TEMAS, que a su vez se subdivide en dos columnas. Los autores deben tener en cuenta las posibles reducciones de las figuras para adecuarse a dicho tamaño a la hora de elegir grosores de trazo de líneas, tamaño de rótulos, tramados, etc... Las tablas se ordenarán también de forma correlativa y, de igual modo, los autores deberán cerciorarse de su legibilidad tras su reducción para la impresión final.

3. Los artículos se estructurarán según el siguiente orden de apartados:

   a) Título (en el idioma correspondiente al texto del trabajo).
   b) Autores: Nombre (iniciales), apellidos y dirección postal completa, incluyendo e-mail.
   c) Resumen en inglés (Abstract), sea cual sea el idioma en que se presenta el artículo. Dicho resumen deberá tener una extensión comprendida entre 150 y 200 palabras.
   d) Key words: máximo de 5 palabras clave en inglés.
   e) Texto principal: incluye, como referencia general, un apartado de introducción / antecedentes, presentación resumida de datos y resultados, discusión de estos y conclusiones. La extensión dada a este texto principal es crítica en cuanto debe conformarse al espacio máximo permitido para la totalidad del artículo.
   f) Agradecimientos: con extensión máxima de 3 líneas mecanografiadas.
   g) Referencias: no deberán incluirse más de 10 referencias en cada artículo. Las referencias deberán ser listadas de acuerdo con el orden alfabético de los autores y contendrán toda la información editorial necesaria para su localización, incluyendo el título completo de cada trabajo reverenciado (ver normas utilizadas en la Revista de la Sociedad Geológica de España).

4. Los trabajos aceptados serán entregados por los autores tanto en forma de manuscrito (junto con los originales de las figuras) como en disquete normalizado (3,5") formateado en PC (MS-DOS/Windows) o con Macintosh OS, o preferiblemente, en CD-ROM. Se recomienda usar PC compatible o Macintosh y un procesador de textos de tipo Microsoft Word o WordPerfect. Se ruega indicar siempre, en la etiqueta del CD-ROM, la versión y programa utilizado. En caso de utilizar un procesador de textos diferente, se recomienda guardar los ficheros en formato RTF o ASCII. Los ficheros de imagen se facilitarán en los siguientes posibles tipos de formato: Adobe Illustrator, Free Hand, Corel Draw, PICT, TIFF o EPS. No está contemplada la entrega de separatas de los artículos.