

XVIII

ACTIVIDADES EDUCATIVAS EN EL YACIMIENTO DE VERTEBRADOS MIOCENOS DE SOMOSAGUAS (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE, POZUELO DE ALARCÓN, MADRID)*

*Gabriel Castilla, Nieves López-Martínez, Manuel Hernández Fernández,
Omid Fesharaki, Juan Antonio Cárdena, Jaime Cuevas-González,
Javier Elez, Raúl Montesinos, Sergio Pérez González, Carol Sala-Burgos,
Nohemí Sala-Burgos, Manuel J. Salesa y Angélica Torices*

Introducción

Desde 1998, la Universidad Complutense de Madrid (UCM) está llevando a cabo un proyecto educativo y científico alrededor de un yacimiento de fósiles de vertebrados aparecido en su campus de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón). Desde su descubrimiento, el proyecto fue concebido, iniciado y desarrollado íntegramente por estudiantes de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas dirigidos por uno de nosotros (N.L.M.), a los que se han sumado profesores y estudiantes de licenciatura y doctorado de otras especialidades de la misma fa-

* Agradecimientos: los autores agradecen la ayuda de numerosos colegas y estudiantes de la Universidad Complutense de Madrid, que han participado en las excavaciones paleontológicas realizadas en los yacimientos de Somosaguas, así como en el procesado y restauración del material recolectado.

La Universidad Complutense de Madrid (UCM) y la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) han proporcionado financiación para la realización de las excavaciones y las actividades educativas en los yacimientos de Somosaguas. La Escuela de Trabajo Social de la UCM ha permitido generosamente el desarrollo de las actividades educativas de otoño en sus locales. Agradecemos especialmente el apoyo continuo y entusiasta de la profesora Carmen Santos a este proyecto.

La realización de los trabajos paleontológicos ha sido íntegramente financiada por la UCM y el MNCN. Los participantes son miembros de los proyectos BTE2002-1430, CGL2005-03900/BTE, CGL2006-01773/BTE y CGL2006-04646/BTE del Ministerio de Educación y Ciencia y PR1/06-14470-B de la Universidad Complutense de Madrid. La UCM y la CAM concedieron ayudas a los grupos de investigación UCM-CAM 910161 (Registro geológico de periodos críticos: factores paleoclimáticos y paleoambientales) y UCM-CAM 910607 (Evolución de mamíferos y paleoambientes continentales cenozoicos). El Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Educación y Ciencia, a través de su Programa Nacional de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica, han financiado el diseño y ejecución de actividades educativas mediante los proyectos AE00-0256-DIF, 781704C1, CCT004-05-00463 y CCT006-06-00100. Agradecemos a Pablo Garaizabal y a las empresas Equipo Franja, S.L. y Render Área la ayuda prestada en la edición, diseño y ejecución de materiales gráficos.

cultad y de otras facultades (Ciencias Biológicas, de la Información, de la Educación, Políticas y Sociología, Geografía e Historia), de la Escuela de Trabajo Social y científicos del CSIC.

Las actuaciones sobre estos yacimientos se han sucedido ininterrumpidamente desde 1998, generando un proyecto de interés científico, docente y social que involucra a un número creciente de personas (López Martínez *et al.*, 2005). Durante estos años se han realizado cuatro semanas anuales de actividades en dos temporadas, en primavera (prácticas de excavación con la colaboración del Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC) y en otoño (Semana de la Ciencia). Desde su inicio el proyecto se abrió a todas las personas interesadas, promoviéndose la participación de visitantes, escolares y educadores.

Resumimos en este artículo parte de la labor educativa que han supuesto estos nueve años de experiencias y un esbozo del espíritu que anima a este particular programa educativo, que contribuye a perfilar lo que hemos venido a llamar «Paleontología Social» (Torices *et al.*, 2004). Este proyecto tiene por objetivo gestionar el potencial didáctico que tiene la Paleontología en general para todos los niveles educativos y divulgativos, especialmente personas con necesidades educativas especiales y diversidad funcional, para lo que el yacimiento de Somosaguas es particularmente apropiado tanto por sus condiciones de accesibilidad dentro del campus universitario como por la cantidad y variedad de restos fósiles que proporciona, en un estado generalmente disperso y fragmentado que permite su excavación por personas no entrenadas (López-Martínez *et al.*, 2005).

El objeto de estudio: el yacimiento paleontológico

El yacimiento de vertebrados fósiles de Somosaguas fue descubierto por Francisco Hernández Arteaga en 1989 en los alrededores de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología y Escuela de Trabajo Social (fig. 1), durante su primer curso de licenciatura en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid (campus de la Ciudad Universitaria). Terminada su carrera comunicó, en 1996, su hallazgo a uno de nosotros (N.L.M.), quien informó al equipo del Museo Nacional de Ciencias Naturales encargado de la realización de la Carta Paleontológica de la Comunidad de Madrid.

Somosaguas es, desde entonces, uno de los yacimientos del Aragoniense Medio (catorce millones de años) más occidentales del área de Madrid. Hasta el año 2006 ha proporcionado un total de 2.280 macrorrestos de vertebrados que han sido siglados, ubicados y orientados en una extensión de unos 100 m² de exca-

M.H.F. disfruta de un contrato UCM del Programa Ramón y Cajal del Ministerio de Educación y Ciencia. A la finalización de este trabajo (2006), M.J.S. disfruta de un contrato del Programa Ramón y Cajal del Ministerio de Educación y Ciencia, en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC.

Con este artículo recordamos la entrañable figura de la paleontóloga doctora María Dolores Soria Mayor, prematuramente fallecida, que desde su trabajo en el Museo Nacional de Ciencias Naturales siempre apoyó actividades de interés científico y social como la que aquí hemos descrito.

vación principal. La lista de taxones registrados hasta el momento comprende veintitrés especies de mamíferos: mastodonte, rinoceronte, cuatro tipos de carnívoros, el caballo *Anchitherium*, el jabalí *Conohyus*, tres rumiantes (un ciervo, un antilope y un mósquido), dos pikas (*Lagopsis* y *Prolagus*), cuatro tipos de háms- ters, tres especies de lirones, una ardilla terrestre y dos insectívoros. Además se han hallado restos de tortugas, lagartos, luciones, serpientes y aves (López-Martínez *et al.*, 2000a, b; Hernández Fernández *et al.*, 2006; ver figura 2).

En el ámbito científico, Somosaguas ha proporcionado notables resultados plasmados en diversos artículos y publicaciones científicas, comunicaciones a congresos, tesis de licenciatura y Diplomas de Estudios Avanzados (DEA). Destacamos los artículos generales y particulares sobre la composición de la paleocomunidad de grandes y pequeños mamíferos y la edad del yacimiento (López-Martínez *et al.*, 2000a y b; Luis y Hernando, 2000; Mazo, 2000; Salesa y Morales, 2000; Salesa y Sánchez, 2000; Sánchez, 2000; Van der Made y Salesa, 2004; Cárdbaba Barradas, 2006; Cárdbaba Barradas *et al.*, 2006; Hernández Fernández *et al.*, 2006); sobre la estratigrafía, la modelización del yacimiento y el paleoambiente (Minguez Gandú, 2000; Hernández Fernández *et al.* 2003, 2006; Elez, 2005; Cuevas González, 2005a y b; Cuevas González y Elez, 2006); sobre la composición mineralógica, particularmente de las arcillas (Fesharaki, 2005; Fesharaki *et al.*, 2005; Fesharaki *et al.*, 2007); sobre la paleohistología del hueso fósil (Cuezva y Elez, 2000a y b); la tafonomía y la formación del yacimiento (Polonio y López-Martínez, 2000); la patología dentaria en un bóvido (Sala-Burgos *et al.*, 2007); el método de rarefacción y muestreo (Luis Cavia, 2003); el triado automático de dientes de micromamíferos (Sala-Burgos y Gil-Pita, 2006; Gil-Pita y Sala-Burgos, 2006) y sobre análisis isotópicos en esmalte dentario y carbonatos edáficos (Cuevas González, 2006). La conclusión general sobre el origen de este yacimiento indica que los sucesivos niveles fosilíferos se formaron durante un cierto tiempo en varios episodios sucesivos, cerca de una masa de agua relativamente permanente, en un bioma de sabana tropical con marcada estacionalidad de lluvias, durante una grave crisis climática de enfriamiento global y aridez regional creciente hace alrededor de catorce millones de años.

Estos y otros trabajos permiten valorar la importancia de los resultados científicos sobre este yacimiento en la investigación paleontológica, tanto en nuevos métodos de observación y análisis como en nuevas inferencias paleoecológicas, paleoambientales y paleoclimáticas del periodo representado en la sucesión fosilífera.

Además del interés científico, el yacimiento ha despertado un gran interés en la sociedad, patente desde 1999 cuando se inició un programa de «Puertas Abiertas» durante las excavaciones, y desde 2000 en que empezó otro programa de visitas guiadas de centros escolares. Todo ello ha representado una novedosa experiencia para los paleontólogos, que como todos los profesionales han visto la ocasión y la necesidad de comunicar su trabajo a la sociedad.

Actuaciones en el ámbito de la educación formal

La experiencia educativa en el yacimiento de Somosaguas ha seguido un desarrollo progresivo que se inicia en el marco de la educación universitaria reglada, para proyectarse después a un espacio educativo mucho más amplio.

En 1998, alumnos de la asignatura de Paleontología de Vertebrados, del segundo ciclo de la licenciatura en Geología, realizaron una práctica de prospección en la zona y desarrollaron un proyecto de excavación (fig. 3) que fue aprobado por las autoridades académicas de la UCM encabezadas por el entonces rector don Rafael Puyol. Con la autorización de la Comunidad de Madrid y la codirección de la UCM y el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), se iniciaron los trabajos de excavación que se han sucedido regularmente desde entonces, realizándose en periodo lectivo para permitir la asistencia de alumnos en prácticas, en horarios compatibles con sus actividades académicas. Inicialmente se planeó un mes de excavación, que resultó claramente excesivo para la disponibilidad de los estudiantes. A partir de 2000 se estabilizó el periodo de trabajo de campo en quince días, en abril o mayo. Los alumnos pueden trabajar en la excavación en turnos de mañana o tarde, incluidos fines de semana, inscribiéndose previamente según sus disponibilidades de tiempo.

La colaboración con alumnos universitarios de otras licenciaturas se inició en el curso 1999-2000, cuando los alumnos de la Facultad de Ciencias de la Información, dirigidos por el profesor Jaime Barroso (asignatura de vídeo científico), se interesaron por el yacimiento y realizaron un documental sobre el proyecto y la campaña de excavación de aquel año.

En el curso académico 2003-2004 la excavación fue reconocida por la Universidad Complutense como actividad formativa con dos o tres créditos de libre configuración para aquellos alumnos que completen respectivamente diez o quince días de trabajo. Hasta el año 2004 la participación en la excavación estuvo restringida a alumnos de las licenciaturas en Geología y Biología. Desde entonces esta actividad también se oferta a los alumnos de otras facultades, entre ellas Geografía e Historia, Historia del Arte, Educación, Ciencias Políticas y Sociología, Trabajo Social y Psicología. Durante las campañas de excavación correspondientes a los años 2005 y 2006 el número de alumnos que participaron en esta actividad superó los ciento cincuenta, de los cuales cerca del treinta por ciento se correspondía con estudiantes del área de las Ciencias Sociales.

Todo proceso de aprendizaje requiere que quienes participan en él sean capaces de comprender e interiorizar una serie de conceptos (reemplazando el primitivo conocimiento intuitivo) y que, además, sean capaces de adoptar nuevas actitudes y aprender nuevos procedimientos (Ausubel, 1976; Pozo y Gómez, 1998). Por tratarse de una actividad educativa formal del ámbito universitario, la participación en la excavación persigue que los alumnos alcancen una serie de objetivos conceptuales (saber), procedimentales (saber hacer) y actitudinales (disfrutar, valorar). Entre los objetivos conceptuales cabe destacar un conocimiento directo de algunos conceptos básicos de geología: fósil, mineral, sedimento, facies, cuenca, etc.; así como de las técnicas básicas de excavación, lavado-tami-

zado y triado propias de un yacimiento paleontológico. Para alcanzar los objetivos procedimentales, los participantes deben desarrollar una amplia gama de destrezas que les permitan iniciarse en la interpretación del entorno paleontológico y geológico en el que se encuentran. Los objetivos actitudinales han de lograrse por medio de la interacción del alumno con su trabajo diario, con los monitores y con el resto de los alumnos.

Salvo en la excavación en cuadrícula, los participantes trabajan en grupos mixtos formados por tres personas, dos de las cuales son estudiantes de la Licenciatura en Geología (uno del primer ciclo y otro del segundo), y una tercera que estudia cualquier otra titulación. Esta forma de repartir a los alumnos en grupos favorece el aprendizaje cooperativo e interdisciplinar, así como la toma de decisiones en equipo. Para alcanzar los objetivos establecidos, deben aprender, en la medida de sus posibilidades, a reconocer e identificar restos fósiles (fig. 4), ubicarlos en una cuadrícula y extraerlos del sustrato sin dañarlos (fig. 5); tomar muestras, levantar columnas estratigráficas (fig. 6), realizar una cartografía sencilla de la zona y lavar y triar sedimento (fig. 7). Durante el tiempo que dura la campaña de excavación cada grupo realiza diversas tareas y desempeña distintas funciones, según un sistema de rotación por turnos. Esto permite que al final de la experiencia cada participante tenga una visión general de todo el trabajo de una excavación paleontológica y las interrelaciones entre los diversos campos de la Geología.

Con estas actividades se persigue que los participantes reflexionen sobre el valor de la Geología y la Paleontología como herramientas que nos ayudan a conocer el pasado mediante el método científico, que aprendan a valorar la importancia de la conservación del patrimonio geológico y paleontológico, y aprecien el trabajo en equipo y la convivencia, desarrollando una relación temporal de colaboración, respeto y entendimiento entre compañeros.

Otro aspecto básico en el esquema del proyecto educativo de Somosaguas gira en torno a la sensibilización docente. Durante las campañas de excavación se ha precisado la participación de ex-alumnos de la asignatura de Paleontología de Vertebrados para colaborar en diversas actividades educativas. Generalmente, estos colaboradores son licenciados en Geología o Biología especializados en Paleontología de Vertebrados que ven esta actividad como una posibilidad más de incrementar su experiencia profesional de cara a mejorar sus futuras expectativas laborales. En ocasiones también han participado como colaboradores alumnos de los últimos años de licenciatura. Se han desarrollado, de manera más o menos independiente, dos modelos principales. Por un lado, hay una serie de monitores de excavación y prospección que asesoran técnicamente a los alumnos universitarios matriculados en la actividad durante el período que dura la misma (figs. 5 y 7). Y por otro, también es necesaria la colaboración de numerosos monitores para la realización de actividades socio-educativas con los centenares de visitantes que acuden a Somosaguas, tanto durante el período de excavación primaveral como en la Semana de la Ciencia. No obstante, la flexibilidad de gran parte de los monitores asociados al proyecto les permite participar en ambos tipos de actividades según las necesidades del momento.

El éxito que haya podido tener esta actividad de formación y sensibilización docente podría medirse por la situación actual de todas aquellas personas que han sido colaboradores habituales en el proyecto, muchos de los cuales continúan siéndolo actualmente. En ese caso, nos encontramos con numerosos becarios predoctorales en diferentes fases de la realización de su tesis doctoral tanto en el CSIC como en la UCM, e investigadores contratados, algunos de los cuales han llegado a codirigir las excavaciones o a integrarse en el organigrama de la asignatura de Paleontología de Vertebrados.

Uno de los puntos negros de la Universidad española es el escaso o nulo entrenamiento en la ciencia real que experimentan sus estudiantes: se estima que menos de un diez por ciento tienen la ocasión de afrontar un problema científico durante la carrera (Fernández-Pérez, 2000). En este sentido, el proyecto paleontológico de Somosaguas ha demostrado ser una valiosa herramienta de iniciación a la investigación, en el que alumnos dirigidos por expertos tienen la posibilidad de estudiar aspectos paleontológicos, estratigráficos, petrológicos, mineralógicos, geoquímicos y geofísicos del yacimiento. En el periodo comprendido entre 1998 y 2006 se han realizado dos tesis de licenciatura, tres trabajos de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, casi una veintena de publicaciones en revistas científicas y múltiples comunicaciones a congresos. En el año 2006 el MEC ha concedido una beca de colaboración en el Departamento de Paleontología de la UCM que posibilitará que una alumna de 5.º de Biología prepare una colección de referencia sobre los micromamíferos de Somosaguas, la cual se integrará en la colección de docencia del departamento. Esto permitirá que los materiales asociados con esta actividad docente se ajusten a las nuevas necesidades que procura el creciente interés del alumnado en la misma.

Actuaciones en el ámbito de la educación no formal

Desde 1998 han visitado el yacimiento numerosas asociaciones, colectivos y grupos de escolares de centros públicos y privados, de niveles desde últimos cursos de Enseñanza Primaria hasta últimos cursos de Bachillerato (fig. 8). Además se vienen realizando regularmente jornadas de puertas abiertas las mañanas de los sábados durante la excavación (figs. 9 y 10), así como talleres y exposiciones durante las Semanas de la Ciencia (fig. 11) y la Feria Madrid por la Ciencia. Los objetivos que pretendemos alcanzar con estas acciones son básicamente cuatro: (1) dar a conocer a la sociedad el yacimiento y el patrimonio paleontológico que atesora, (2) transmitir a los ciudadanos la idea de que los recursos naturales y la cultura científica pueden enriquecer su tiempo de ocio, (3) promover la fascinación por la Paleontología y transmitir a los ciudadanos la inmensidad del tiempo geológico y la evolución, ayudando a comprender su fragilidad y por ende la necesidad de preservarlo, y (4) motivar a los visitantes, sobre todo a los más jóvenes, a ampliar su formación académica a través de estudios en la Universidad, ya sean de índole científica, social o cultural. Por lo menos en este último caso, podemos afirmar que hemos logrado alcanzar plenamente el objeti-

vo que perseguíamos. Mientras que en los últimos años se ha producido una disminución en el número de alumnos matriculados en la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM (2005), el porcentaje de ellos que lo hacen por su interés en la Paleontología se ha incrementado. Además, hemos podido constatar que algunos de ellos han optado por realizar sus estudios en esta materia debido, en parte, a las visitas que realizaron siendo estudiantes de Bachillerato a los yacimientos de Somosaguas.

La visita a un yacimiento paleontológico debería ser siempre una experiencia interesante y satisfactoria desde un punto de vista emocional, pues se trata, queramos o no, de una actividad que va vinculada a un rato de ocio y esparcimiento, y es por ello que las vivencias y aprendizajes que los visitantes protagonicen estarán siempre vinculados a estímulos positivos. Esta motivación y estos estímulos positivos conllevan una enorme responsabilidad. Si queremos que los ciudadanos hagan suyos los mensajes que les transmitimos, debemos ser conscientes de lo importante que es reforzar estas sensaciones positivas mediante la creación de los espacios (visitas guiadas a los yacimientos, organización de exposiciones, excavaciones experimentales, etc.) y las experiencias educativas (juegos y talleres sobre identificación y reconocimiento de macro y microfósiles, técnicas de excavación y restauración, fabricación de moldes, etc.) adecuadas (Wagensberg, 2002; Toharia, 2004).

Con este fin, desde el año 2000 los alumnos que participan en el proyecto han solicitado y gestionado un Proyecto de Innovación Educativa de la UCM, tres subvenciones del Programa Nacional de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia, así como becas y donaciones del CSIC y de la empresa Repsol-YPF. Gracias a estas ayudas se ha podido elaborar y editar un documental de vídeo sobre el yacimiento, un CD-ROM interactivo sobre el yacimiento, un CD-audio en el que se recrea la historia de la Tierra mediante sonidos, diversos materiales didácticos: cuadernillo de actividades, folletos, recortables y carteles (Tabla 1) y una página Web del proyecto alojada en el servidor de la UCM, realizada por Aitor Luis Cavia y mantenida por el doctor Patricio Domínguez Alonso (<http://www.ucm.es/info/somosaguas/primera/somosag.htm>). Finalmente, en el año 2006 se ha logrado obtener la financiación necesaria para la instalación de un toldo permanente en el área de excavación de Somosaguas Norte. Esta es la primera gran infraestructura asociada a este yacimiento.

Por el momento sólo se puede solicitar una visita del yacimiento durante unas cuatro semanas al año, coincidiendo con la campaña de excavación (primavera) o la celebración de la Semana de la Ciencia de Madrid (otoño). El número de personas que desde el año 2000 nos han visitado y participado en alguna de las actividades educativas, por nosotros diseñadas, se estima en más de cinco mil. Con el fin de poder establecer el nivel de satisfacción en cuanto a la consecución de objetivos, organización y adaptación del lenguaje y los materiales educativos, desde noviembre de 2004 se les ofrece a los visitantes la posibilidad de realizar una encuesta de evaluación sobre la visita guiada y las actividades que han realizado. El resultado que se desprende de estas evaluaciones apuntan a un elevado grado de satisfacción por parte de los visitantes, algunos de los cuales incluso

TABLA 1. Actividades y materiales educativos desarrollados en el marco del Proyecto Somosaguas, área de Paleontología Social (2000-2006)

MATERIAL AUDIOVISUAL
<ul style="list-style-type: none"> — Documental Científico: <i>Somosaguas, la huella en el tiempo.</i> — CD-Audio: <i>La historia de la vida en sonidos.</i> — Proyección: <i>El lago de Madrid.</i>
RECURSOS ELECTRÓNICOS
<ul style="list-style-type: none"> — CD-ROM interactivo. <i>Somosaguas: un recorrido por la ciencia de la Paleontología.</i> — Página Web http://www.ucm.es/info/paleo/invest/somosag.htm.
EN PAPEL
<ul style="list-style-type: none"> — Cuaderno de actividades para Educación Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato. — Ficha de actividades para Educación Primaria y Secundaria. — Información sobre Somosaguas en braille. — Fichas de actividades para estudiantes universitarios. — Maqueta del mastodonte <i>Gomphotherium</i>.
TALLERES
<ul style="list-style-type: none"> — Reconocimiento de restos fósiles de macrovertebrados. — Reconocimiento de restos fósiles de microvertebrados. — Restauración y obtención de réplicas de restos fósiles con escayola. — Cajón de sastre: aprende a diferenciar fósiles de restos óseos actuales. — Excavación experimental para niños y colectivos con diversidad funcional física y psíquica. — CSI Paleo.
JUEGOS COOPERATIVOS
<ul style="list-style-type: none"> — Construcción de una pirámide trófica. — Dinámica de una red trófica. — Etimología de los nombres de los animales del pasado. — Cuentacuentos interactivo del Mioceno de Somosaguas. el marco del Proyecto Somosaguas, área de Paleontología Social (2000-2006).

nos han remitido cartas personales de agradecimiento. Toda esta documentación ha sido adjuntada a los diversos informes que hasta el momento hemos presentado al Ministerio de Educación y Ciencia con motivo de la concesión de varios proyectos del Programa Nacional de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica (ver apartado de agradecimientos).

Paleontología Social

Uno de los principales objetivos de este proyecto, y por el cual nos hemos atrevido a acuñar el término *Paleontología Social*, es la atención a la diversidad. Desde una perspectiva pedagógica, con el término diversidad nos referimos a los distintos ámbitos en que se manifiesta la variedad de los contextos educativos ante el aprendizaje de ideas, experiencias y actitudes; diversidad de motivaciones, intereses y expectativas; de capacidad, movilidad y ritmo de aprendizaje (García-Fernández, 2004). Desde un punto de vista teórico, cualquier ciudadano debería tener la oportunidad de conocer tanto el funcionamiento de los sistemas terrestres, como las interacciones existentes entre ellos en diferentes escalas espacio-temporales. Sin embargo, en la práctica, estos objetivos se tornan de difícil cumplimiento cuando se pretenden trasladar ciudadanos con necesidades educativas especiales (NEE).

Con la intención de salvar esta distancia, hemos desarrollado una metodología de trabajo que se fundamenta en el hecho de que todo acto educativo implica tres dimensiones en interacción (fig. 12). En primer lugar, existe una dimensión intelectual, responsable del aprendizaje de conceptos y habilidades. También hay una dimensión sensorial, fundamentada en los sentidos como principales vías de interacción con el medio en el que nos hayamos inmersos, la cual constituye un pilar básico del desarrollo intelectual-cognitivo y afectivo de los individuos. Y por último, la dimensión afectiva es responsable del desarrollo personal y emocional de los individuos (Fernández-Pérez, 1994). En ella se basa la capacidad de empatizar, sentir afecto y respeto por otros seres humanos y por el medio natural. Para que las tres dimensiones o vertientes del acto educativo puedan interactuar y complementarse entre sí, consideramos necesario trabajar tres ejes dinamizadores básicos: *comunicación* con los individuos y colectivos partiendo del marco de la diversidad, adaptando para ello el lenguaje simbólico y verbal; *proximidad* física, basándonos en técnicas de inteligencia emocional (Goleman, 1996) y trabajando en grupos reducidos (fig. 13); y *adaptación* de los recursos educativos especiales, recurriendo a actividades sonoras, táctiles y la escritura en Braille, potenciando así el contacto directo con los materiales que conforman el medio natural.

Desde el año 2003 hemos tenido la oportunidad de poner a prueba esta metodología trabajando de cerca con más de trescientas personas de diez asociaciones pertenecientes a seis colectivos con NEE, por razones tanto de diversidad funcional física como psíquica, tal y como se detalla en la Tabla 2. El resultado de estas experiencias, evaluadas mediante encuestas y actividades de dinámica grupal, ha sido francamente positivo para todos los participantes, tanto monitores como visitantes, llegándose a establecer un estrecho vínculo de colaboración con profesores y trabajadores sociales de algunas de las asociaciones, y actuando en ocasiones como asesores para la creación y desarrollo de nuevas experiencias educativas.

TABLA 2. Colectivos con necesidades educativas especiales que han visitado y realizado actividades en los yacimientos de Somosaguas en el periodo 2003-2006

COLECTIVO	ASOCIACIÓN O CENTRO
Personas ciegas o con visión reducida	ONCE
Personas con movilidad reducida	Fundación ONCE
	Fundación Esclerosis Múltiple
Personas con diversidad funcional psíquica	Centro Ocupacional APADIS
	Centro Ocupacional AFANIAS
	Centro Ocupacional San Pedro Apóstol
	Asociación Telefónica de Asistencia al Minusválido (ATAM)
Personas con enfermedad mental	Centro de Rehabilitación Psicosocial <i>Vázquez de Mella</i>
Personas con alta capacidad	Asociación Española de Superdotación y Altas Capacidades (AESAC)
Personas de la Tercera Edad	Mancomunidad de Servicios Sociales THAM

Desafíos futuros

La Universidad española se encuentra en un momento de profundo cambio con motivo de la adaptación al futuro Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Consideramos que esta transformación debería servir para afianzar el vínculo que en estos años hemos logrado establecer, no sin esfuerzo, entre la enseñanza universitaria formal y las actividades de innovación educativa desarrolladas en los yacimientos de Somosaguas, pues es precisamente en el marco del proceso de Bolonia donde este proyecto puede encontrar las vías administrativas que permitan consolidarlo como actividad docente.

La consolidación del proyecto nos permitiría acometer tareas aún más ambiciosas, como la creación de un centro de acogida de visitantes asociado a una exposición permanente, que permita el desarrollo de actividades a lo largo de todo el año. De esta manera se lograría desvincular esta actividad de un patrón de estacionalidad que impide en gran medida un mayor desarrollo de ciertos aspectos relacionados con su calidad educativa. Por ejemplo, las actividades encaminadas a los colegios e institutos podrían desarrollarse de manera continua, lo que supondría un gran avance en la divulgación paleontológica implicando un mayor número de alumnos y un mayor desarrollo de las actividades, que podrían prolongarse

más allá de una simple visita aislada. Por otro lado, la presencia de un centro de estas características podría servir como un nuevo foco de atracción para muchos jóvenes interesados en la Paleontología, lo cual podría redundar en un beneficio para la comunidad universitaria en general, y de la UCM en particular.

Conclusiones

Son muchas y muy variadas las acciones en las que ha quedado demostrado el potencial científico y socioeducativo del yacimiento paleontológico de Somosaguas. Las peculiares características del proyecto: la gestión por parte de los alumnos, su naturaleza multidisciplinar y abierta a nuevas aportaciones, y un marcado carácter social, lo convierten en una experiencia pionera en nuestro país.

La Paleontología Social es además una apuesta por el futuro de la cultura científica, una inversión de la cual esperamos la sociedad se beneficie a largo plazo. Pero este proyecto requiere una base sólida que garantice su proyección en el tiempo, y para ello resulta imprescindible aunar los esfuerzos de todas las partes implicadas, desde las administraciones públicas hasta los propios ciudadanos, sin descuidar nuestra responsabilidad como profesionales. No debemos olvidar que el apoyo que la sociedad brinda a científicos y educadores depende, en último término, de la apreciación pública que esta tenga del valor de nuestros servicios.

Bibliografía

- AUSUBEL, D. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas, 1976, 769 pp.
- CÁRDABA BARRADAS, J. A. «El rinoceronte de Somosaguas norte (Mioceno medio, Pozuelo de Alarcón Madrid)». *Libro de resúmenes del IV Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología*, Salamanca, 2006, pp. 61-62.
- CÁRDABA BARRADAS, J. A.; CUEVAS-GONZÁLEZ, J.; ELEZ, J.; FESHARAKI, O.; HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; MORALES, J.; SALA-BURGOS, N. y SALESA, M. J. «Revisión de la fauna de vertebrados fósiles de somosaguas (Mioceno medio, Pozuelo de Alarcón, Madrid)», en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (eds.), *Actas de las XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, León, Universidad de León, 2006, pp. 94-96.
- CUEVAS-GONZÁLEZ, J. «Estado actual de los conocimientos paleontológicos y estratigráficos de los yacimientos aragoneses de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)», *Coloquios de Paleontología*, 55, 2005a, pp. 103-124.
- *Estudio paleoambiental de los yacimientos aragoneses de Somosaguas (Pozuelo, Madrid)*, Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 2005b, 70 pp.
- *Estudio isotópico de ^{13}C y ^{18}O en sedimentos y fósiles de los yacimientos de Somosaguas del Mioceno medio (cuenca de Madrid)*, Diploma de Estudios Avanzados, Universidad Complutense de Madrid, 2006, 32 pp.

- CUEVAS-GONZÁLEZ, J. y ELEZ, J. «Arquitectura deposicional de un depósito aluvial basada en la distribución de fósiles de vertebrados del Mioceno de Somosaguas (Madrid)», en E. FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (ed.), *XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Universidad de León, 2006, pp. 110-111.
- CUEZVA, S. y ELEZ, J. «Estudio preliminar de la microestructura de los huesos fósiles de mamíferos de Somosaguas (Mioceno Medio, Madrid)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000a, pp. 137-157.
- «Reconocimiento del estadio de desarrollo en la microestructura de los huesos fósiles de mamíferos (Somosaguas y Layna)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000b, pp. 159-174.
- ELEZ, J. *Aplicación GIS 3D a los yacimientos paleontológicos de Somosaguas*, Diploma de Estudios Avanzados, Universidad Complutense de Madrid, 2005, 39 pp.
- FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS-UCM. Documento de Trabajo, reunión de profesores, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, diciembre 2005, inédito.
- FESHARAKI, O. *Mineralogía y Sedimentología del yacimiento Paleontológico de Somosaguas (Mioceno, Cuenca de Madrid)*, Diploma de Estudios Avanzados, Universidad Complutense de Madrid, 2005, 147 pp.
- FESHARAKI, O.; GARCÍA-ROMERO, E. y CUEVAS-GONZÁLEZ, J. «Caracterización mineralógica del yacimiento paleontológico de Somosaguas (Mioceno, Cuenca de Madrid)», *Libro de resúmenes XIX Reunión de la Sociedad Española de Arcillas*, Salamanca, 2005, pp. 79-80.
- FESHARAKI, O.; GARCÍA-ROMERO, E.; CUEVAS-GONZÁLEZ, J. y LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. «Clay mineral genesis and chemical evolution in the Miocene sediments of Somosaguas, Madrid basin, Spain», *Clay Minerals*, 2007, 42 pp., 173-187.
- FERNÁNDEZ-PÉREZ, M. *Las tareas de la profesión de enseñar*, Madrid, Siglo XXI, 1994, 1136 pp.
- *Así enseña nuestra universidad. Hacia la construcción crítica de una didáctica universitaria*, Madrid, Gráficas Escorial, 2000, 349 pp.
- GARCÍA-FERNÁNDEZ, J. A. «La atención a la diversidad: Necesidades educativas especiales y diversidad étnica y cultural», en SÁNCHEZ-DELGADO, P. (Coord.). *El proceso de enseñanza y aprendizaje*, Madrid, Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad Complutense, 2004, 279 pp.
- GIL-PITA, R. y SALA-BURGOS, N. «Using neural networks to detect microfossil teeth in Somosaguas Sur paleontological site», *Lecture Notes in Computer Sciences*, 4224, 2006, pp. 497-504.
- GOLEMAN, D. *Inteligencia Emocional*, Barcelona, Kairós, 1996, 493 pp.
- HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M.; CÁRDABA, J. A.; CUEVAS-GONZÁLEZ, J.; FESHARAKI, O.; SALESA, M. J.; CORRALES, B.; DOMINGO, L.; ELEZ, J.; LÓPEZ GUERRERO, P.; SALA-BURGOS, N.; MORALES, J. y LÓPEZ MARTÍNEZ, N. «Los yacimientos de vertebrados del Mioceno medio de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid): implicaciones paleoambientales y paleoclimáticas», *Estudios Geológicos*, 62, 2006, 66 pp., 263-294.
- HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M.; SALESA, M. J.; SÁNCHEZ, I. M. y MORALES, J. «Paleoecología del género *Anchitherium* Von Meyer, 1834 Equidae, Perissodactyla,

- Mammalia en España: evidencia a partir de las faunas de macromamíferos», *Coloquios de Paleontología, Volumen Extraordinario*, 1, 2003, pp. 253-280.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N.; CASTILLA, G.; CUEVAS, J.; ELEZ, J.; FESHARAKI, O.; POLONIO, I.; SALESA, M. y TORICES, A. «Gestión e investigación en Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid), un yacimiento de vertebrados miocenos en el campus de la Universidad Complutense», en BERNÁLDEZ, E.; MAYORAL, E. y GUERREIRO, A. (eds.). *Libro de resúmenes, XXI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Sevilla, 2005, pp. 14-15.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N.; ELEZ, J.; HERNANDO, J. M.; LUIS, A.; MAZO, A.; MÍNGUEZ GANDÚ, D.; MORALES, J.; POLONIO, I.; SALESA, J. M. y SÁNCHEZ, I. «Los vertebrados fósiles de Somosaguas (Pozuelo, Madrid)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000a, pp. 69-86.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; ELEZ VILLAR, J.; HERNANDO HERNANDO, M.; LUÍS CAVIA, A.; MINUÉS GANDÚ, D.; POLONIO MARTÍN, I.; SALESA, M.; MAZO, A. y SÁNCHEZ, I. «Los vertebrados fósiles de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)», en J. MORALES (ed.), *Patrimonio paleontológico de la Comunidad de Madrid*, Madrid, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, 2000b, pp. 130-140.
- LUIS CAVIA, A. *Aplicación de la rarefacción al yacimiento de microvertebrados de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)*, Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 2003, 54 pp.
- LUIS, A. y HERNANDO, J. M. «Los microvertebrados del Mioceno Medio de Somosaguas Sur (Pozuelo de Alarcón, Madrid, España)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000, pp. 87-136.
- MADE, J. VAN DER y SALESA, M. J. «Early remains of the pig *Conohyus simorrensis* from the Middle Aragonian of Somosaguas near Madrid -its dispersal into Europe and evolution», *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 233 (2), 2004, pp. 153-168.
- MAZO, A. V. «Presencia de *Gomphotherium angustidens* (Cuvier) (Proboscidea, Mamalia) en el yacimiento de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000, pp. 175-182.
- MÍNGUEZ GANDÚ, D. «Marco estratigráfico y sedimentológico de los yacimientos paleontológicos miocenos de Somosaguas (Madrid, España)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000, pp. 183-196.
- POLONIO, I. y LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. «Análisis tafonómico de los yacimientos de Somosaguas (Mioceno medio, Madrid)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000, pp. 235-265.
- POZO, J. I. y GÓMEZ CRESPO, M. A. *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Madrid, Morata, 1998, 331 pp.
- SALA-BURGOS, N. y GIL-PITA, R. «Automatic Microfossil Detection in Somosaguas Sur paleontologic site (Pozuelo de Alarcón, Madrid, Spain) using Multilayer Perceptrons», *WSEAS Transactions on Signal Processing*, 2 (2): 2006, pp. 218-223.
- SALA-BURGOS, N.; CUEVAS-GONZÁLEZ, J. y LÓPEZ MARTÍNEZ, N. Estudio paleopatológico de una hemimandíbula de *Tethyragus* (Artiodactyla, Mammalia) del Mioceno Medio de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid). *Coloquios de Paleontología* 57 (2007), pp. 7-14.

- SALESA, M. J. y MORALES, J. «La fauna de carnívoros del yacimiento Aragoniense de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000, pp. 213-222.
- SALESA, M. J. y SÁNCHEZ, I. M. «Estudio de los restos de *Anchitherium* Meyer, 1834 (Equidae; Perissodactyla) del yacimiento de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000, pp. 197-212.
- SÁNCHEZ, I. M. «Rumiantes (Mamalia, Artiodactyla) del yacimiento de Somosaguas (Aragoniense medio, Madrid, España)», *Coloquios de Paleontología*, 51, 2000, pp. 223-234.
- TOHARIA, M. «La ciencia también es cultura», *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12 (1), 2004, pp. 20-23.
- TORICES, A.; BOLEA, B. y CUEVAS, J. «Paleontología Social», *Libro de Resúmenes del II Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología*, Macastre (Valencia), 2004, pp. 46-47.
- WAGENSBERG, J. *Si la naturaleza es la respuesta, ¿cuál era la pregunta?*, Barcelona, Tusquets, 2002, 126 pp.

CAPÍTULO XVIII

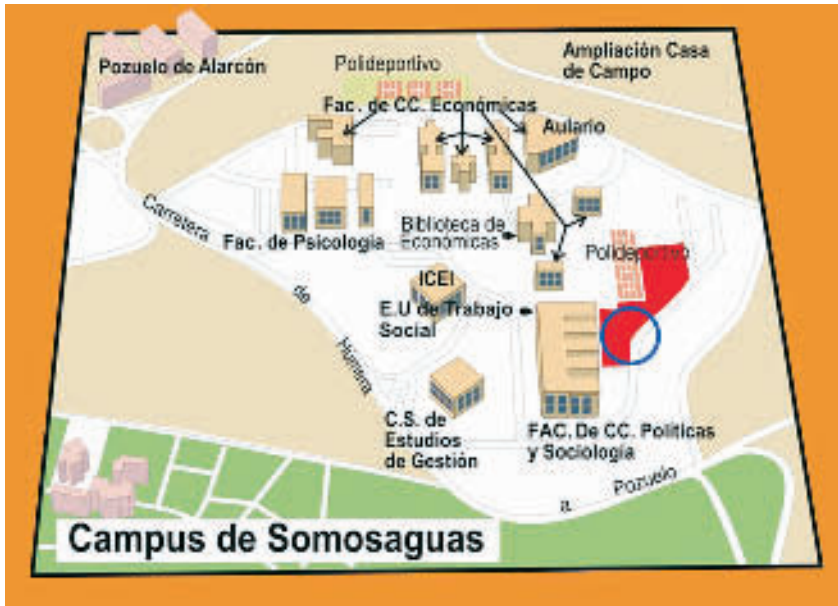


FIGURA 1. Mapa de situación del yacimiento paleontológico (círculo de trazo discontinuo) dentro del campus de la Universidad Complutense de Madrid en Somosaguas (Pozuelo de Alarcón).

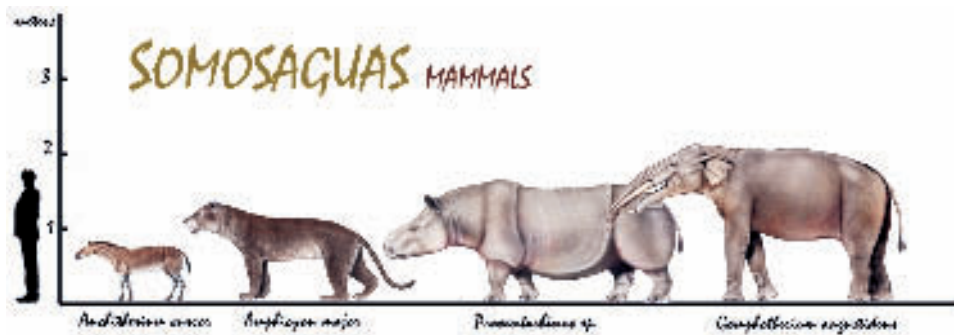


FIGURA 2. Representación a escala de algunos de los grandes mamíferos extinguidos que vivieron hace catorce millones de años y fosilizaron en Somosaguas. Dibujos de Sergio Pérez González.



FIGURA 3. Evolución de los trabajos de excavación en el yacimiento. La fotografía superior fue realizada en la primavera de 1998 y la inferior fue tomada durante la campaña de 2004.



FIGURA 4. Labores de excavación y reconocimiento de restos fósiles de macrovertebrados.



FIGURA 5. Alumnos limpiando y ubicando un resto fósil con ayuda de uno de los codirectores de la excavación. Campaña de excavación del año 2001.



FIGURA 6. Además de labores de excavación, los alumnos también deben realizar una cartografía del yacimiento y levantar una columna estratigráfica.



FIGURA 7. Los estudiantes que participan en una campaña de excavación también aprenden a realizar tareas de lavado, tamizado y triado de microfósiles de vertebrados con lupa binocular.



FIGURA 8. Un grupo de estudiantes de Bachillerato reconocen los diversos tipos de sedimento del yacimiento durante la Semana de la Ciencia del año 2006.



FIGURA 9. Los visitantes más pequeños (Educación Infantil y Primaria) se entrenan en una excavación real especialmente acondicionada para ellos, bajo la atenta supervisión de sus padres. Jornada de puertas abiertas, primavera de 2006.



FIGURA 10. Futuros paleontólogos aprendiendo a lavar y tamizar durante la jornada de puertas abiertas, primavera de 2006.



FIGURA 11. Taller de reconocimiento de restos fósiles de microvertebrados. Semana de la Ciencia, otoño de 2004.

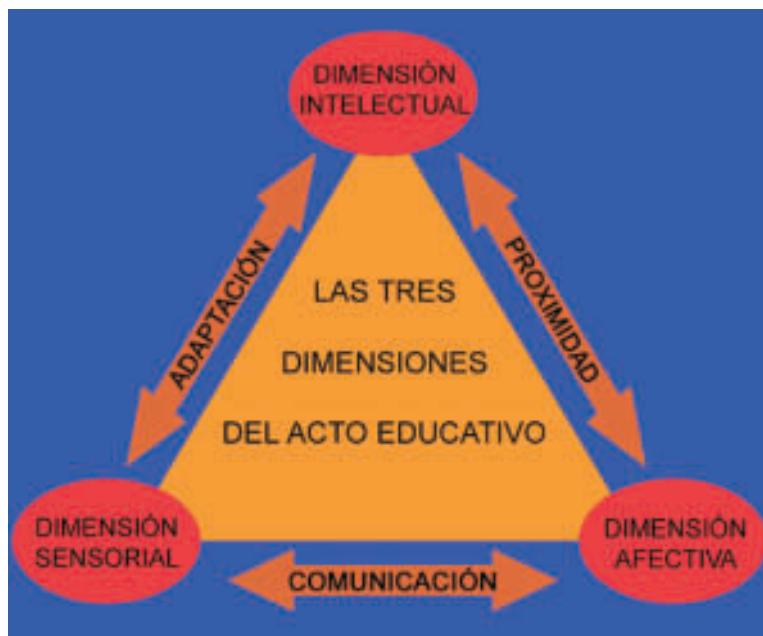


FIGURA 12. Triángulo de la acción educativa. Las tres dimensiones básicas de la enseñanza y el aprendizaje pueden ser dinamizadas mediante la creación y adaptación de materiales didácticos y el establecimiento de una adecuada comunicación entre los participantes.



FIGURA 13. La dimensión social del Proyecto Somosaguas busca acercar la ciencia en general, y la Paleontología en particular, a diversos colectivos de personas con diversidad funcional, tanto física como psíquica. Fotografías tomadas durante la Semana de la Ciencia de los años 2004 y 2005.

**MONOGRAFÍAS DEL MUSEO NACIONAL
DE CIENCIAS NATURALES**

DIRECTOR

ESTEBAN MANRIQUE

EDITORA

MARÍA ÁNGELES RAMOS SÁNCHEZ

COMITÉ EDITORIAL

EMILIANO AGUIRRE ENRÍQUEZ

VICENTE ARAÑA SAAVEDRA

MARÍA ÁNGELS BUSTILLO

ANTONO GARCÍA-VALDECASAS HUELIN

CARLOS MARTÍNEZ ESCORZA

JORGE MORALES

JUAN MORENO KLEMING

JOSÉ LUIS NIEVES ALDREY

ALFREDO SALVADOR

SECRETARIO/COORDINADOR

LUIS MIGUEL GÓMEZ ARGÜERO

Javier Lobón-Cerviá y Jorge Morales
(comps.)

**NOTAS PARA LA HISTORIA RECIENTE
DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS
NATURALES**

HOMENAJE A MARÍA DOLORES SORIA MAYOR

MONOGRAFÍAS

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MADRID, 2009


Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por ningún medio ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, informático, de grabación o fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial.

Las noticias, asertos y opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, sólo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

Catálogo general de publicaciones oficiales:
<http://www.060.es>



© CSIC
© De cada artículo, su autor

NIPO: 472-09-172-3
ISBN: 978-84-00-08909-2
Depósito Legal: M. 46.516-2009
Preimpresión, impresión y encuadernación:
 Sociedad Anónima de Fotocomposición
Talisio, 9. 28027 Madrid
Impreso en España: *Printed in Spain*