

Ambio ciencias

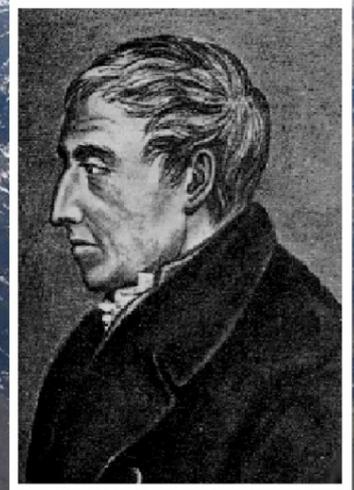
REVISTA DE DIVULGACIÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES. UNIVERSIDAD DE LEÓN

REVISTA nº 3 / Diciembre 2008

40 aniversario
Estudios de Biología
Universidad de León
Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales



★ 1968 ★



★ 2008 ★

Comité Editorial

José Luis Acebes Arranz	Profesor Titular del Área de Fisiología Vegetal
Ana Alonso Simón	Profesora Asociada del Área de Fisiología Vegetal
Juan Ramón Álvarez Bautista	Catedrático de Universidad del Área de Lógica y Filosofía de la Ciencia Vicedecana de la Facultad de CC. Biológicas y Ambientales
Gemma Ansola González	Profesor Ayudante Doctor del Área de Fisiología Vegetal
Antonio Encina García	Profesor Ayudante del Área de Fisiología Vegetal
Penélope García Angulo	Catedrático de Universidad del Área de Ecología
Estanislao Luis Calabuig	Profesor Titular del Área de Bioquímica y Biología Molecular

Edita: Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León.

Imprime: Secretariado de Publicaciones. Servicio de imprenta de la Universidad de León.

ISSN: 1988-3021

Dep. Legal: LE-903-07



Universidad de León



Facultad de Ciencias
Biológicas y Ambientales

En portada:

Algunas de las joyas botánicas de la Cordillera Cantábrica (fotos: Tomás Emilio Díaz González) descubiertas por Lagasca (también en la imagen). Como fondo, una vista de la Cordillera desde el pico Cellón, con la Colegiata de Arbas en primer término.

ÍNDICE

Editorial	2
A fondo	
Jovellanos y Lagasca, ilustres descubridores de las joyas botánicas de la Cordillera Cantábrica en los siglos XVIII y XIX	
Tomás Emilio Díaz González.....	4
Poniendo en claro	
Astrobiología: una visión global	
Javier Gutiérrez Fernández y Sergio Valbuena Álvarez.....	22
Siguiendo la pista	
Una evaluación ambiental previa de la Universidad de León. Ecoauditoría ULE	
María Felipe Lucía	33
Baúl de la ciencia	
El Proyecto Fauna Ibérica: pasado, presente y futuro	
Nicolás Pérez Hidalgo, Antonio J. Laborda Navia, M. Pilar Mier Durante, Juan M. Nieto Nafría, José M. Salgado Costas y Luis F. Valladares Díez.....	49
Uno de los nuestros	
Celso Arévalo, pionero de la ecología acuática	
Santos Casado de Otaola	54
Mi proyecto de tesis	
Mecanismos de resistencia a arsénico por la corinebacteria <i>Corynebacterium glutamicum</i>	
Efrén Ordóñez del Amo.....	59
Ambiólogos de aquí	
Destinos de un biólogo cantábrico	
Borja Jiménez-Alfaro González	63
Noticias de actualidad	66

EDITORIAL

Darwin y la comunicación científica (o el noble arte de escribir un artículo de divulgación)

El año 2009 nos trae dos aniversarios relacionados con Charles Darwin: el 12 de febrero se cumplirán dos siglos de su nacimiento, y el 24 de noviembre el 150 aniversario de la publicación del “Origen de las Especies”. Será una buena ocasión para reflexionar sobre las claves que propiciaron uno de los hitos más significativos en el progreso de la Biología. AmbioCiencias quiere unirse a las numerosas iniciativas que sin duda se pondrán en marcha con este fin, y en los próximos números aportará su contribución de diversas formas a estas dos efemérides.

A lo largo de 2007 y 2008 se ha ido consolidando la publicación de nuestra revista. Sin embargo nos consta que sigue habiendo trabajos de gran calidad, elaborados por alumnos y también por profesores, que no terminan de cristalizar en un artículo. La experiencia nos dice que escribir no es fácil, y que cuando nos ponemos a la tarea, nos asaltan multitud de excusas invitándonos a abandonar la idea inicial.

¿Qué dificultades nos retienen a la hora de redactar? Vamos a servirnos de algunos apuntes autobiográficos de Darwin sobre su modo de escribir; podemos tomarlos como sugerencias dirigidas a nosotros para estimularnos a plasmar por escrito aquellos proyectos que nos rondan por la cabeza.

1) *“Escribir no es lo mío; mi estilo de redacción deja mucho que desear”*. Darwin no era precisamente un escritor brillante. En su autobiografía, a los 67 años, comenta: *“Todavía tengo las mismas dificultades que antes para expresarme clara y concisamente; esta dificultad me ha causado una gran pérdida de tiempo”*. Sin duda muchos nos veremos reflejados en este comentario; envidiamos a los que disponen de una gran facilidad para comunicar sus ideas. Pensemos que si Darwin hubiera dejado de escribir dejándose llevar por su dificultad a la hora de expresarse, se habrían perdido para siempre algunas de las páginas más decisivas en la historia de la Biología. ¡Cuántos proyectos interesantes habrán quedado abortados en el impulso inicial! Las páginas peor escritas son las que se quedan en el tintero.

No obstante, podemos hacer como Darwin: saber descubrir el lado positivo que suele estar asociado a toda dificultad. Su texto anterior continúa así: *“pero [esta dificultad] como compensación, ha supuesto la ventaja de hacerme pensar larga y atentamente cada frase y ello me ha llevado a ver los errores en mis propios razonamientos y observaciones, como si fueran de otros”*. Quizá un peligro tan serio como dejar de escribir, consiste en escribir precipitadamente (basta con leer algunas páginas de ciencia de nuestros periódicos para descubrir gazapos y errores graves que podrían haberse evitado con una escritura más detenida). La carencia de soltura a la hora de escribir puede ser un buen aliado para revisar lo escrito y percibir fallos de contenido o de expresión que se habrían pasado por alto, y que desdicen del rigor con que debe desarrollarse la comunicación científica.

2) *“Para escribir correctamente necesito más tiempo del que dispongo habitualmente”*. Y concluimos: *“así que, cuando tenga tiempo, me pondré con ese artículo...”* Lo triste de esta dificultad es que solemos pensar en vacaciones, o en periodos con menos trabajo, para hacer ésta y tantas otras tareas, que al final se nos pasa el tiempo propicio sin haber avanzado en la redacción. Y nos justificamos diciendo: *“si fuera más ágil a la hora de escribir...”* Darwin nos confía un recurso que utilizó para

adelantar definitivamente en la redacción de sus textos científicos. Escribe así: *“Parece que hay una especie de fatalidad en mi mente, que me induce a empezar expresando de forma equivocada o torpe mis afirmaciones o proposiciones. En otro tiempo solía pensar las frases antes de escribirlas, pero desde hace varios años he descubierto que ahorro tiempo garabateando páginas enteras con la mayor rapidez posible y con malísima letra, abreviando la mitad de las palabras, y corrigiéndolas luego pausadamente. A menudo las frases escritas aprisa de este modo son mejores que las que pudiera haber escrito tras larga meditación”*. ¡Qué habría dicho y hecho Darwin si hubiera dispuesto de un ordenador! ¡Cuánto tiempo, papel y energías se gastaba antes en la corrección de versiones! El uso de un procesador de texto nos permite intercalar, sustituir o suprimir palabras o textos más largos con una facilidad impresionante, e ir puliendo poco a poco la redacción en oleadas sucesivas: no necesitamos tenerlo terminado todo en el instante, y podemos aprovechar pequeños resquicios de tiempo para ponernos a escribir.

3) *“Siempre hay gente dispuesta a poner pegos en cuanto publico algo. Si me aseguraran que nadie va a criticar lo que escribo, me pondría con más entusiasmo...”* Es verdad, parece como si el trabajo de crítico fuera uno de los más antiguos y permanentes en todas las culturas. ¡Cuántas tareas dejan de acometerse por el temor al qué dirán...! También en este caso podemos aprender de la actitud de Darwin ante sus detractores. Escribía a Joseph Dalton Hooker en 1868: *“los críticos pueden decir lo que quieran; yo lo he hecho lo mejor que podía y más no se puede hacer. ¡Qué maravillosa ocupación sería la ciencia naturalista si solamente consistiera en observar y no en escribir!”* ¡Cuántas veces he oído un comentario parecido a doctorandos cuando les llega la hora de empezar a escribir...! Que la confianza de haber hecho las cosas lo mejor que hemos podido nos inmunice contra los virus de la crítica, tan sueltos en nuestro mundo actual (basta de nuevo abrir los periódicos...).

En conclusión: podríamos comprobar con facilidad que los más grandes hombres de ciencia han pasado por las mismas dificultades que nos asaltan al común de los mortales, y esta constatación nos puede animar a ponernos manos a la obra. Pensemos que en ciencia, lo que no se publica es como si no existiera. Terminamos con otra cita de Darwin tomada de su autobiografía: *“He oído decir que el éxito de un libro en el extranjero es la mejor prueba de su valor duradero. Dudo si eso es del todo fidedigno, pero juzgando según esta pauta mi nombre debiera perdurar algunos años...”*. También nosotros dudamos de que se pueda aplicar este criterio, máxime en nuestra sociedad de la comunicación. Pero desde AmbioCiencias nos daríamos por satisfechos si se multiplicaran las visitas a esta página web y si se fuera corriendo la voz, en círculos concéntricos cada vez más amplios, de que existe un espacio donde ambientólogos, biólogos, y biotecnólogos, -sin importar que lo sean en ciernes o ya consagrados- pueden encontrarse y comunicar sus inquietudes.

José Luis Acebes Arranz

A FONDO

Jovellanos y Lagasca, ilustres descubridores de las joyas botánicas de la Cordillera Cantábrica en los siglos XVIII y XIX

Tomás Emilio Díaz González

Catedrático de Botánica. Universidad de Oviedo.

El artículo de la sección “A Fondo” de este número corresponde a la conferencia pronunciada por el autor el 14 de noviembre de 2008, con motivo de la Festividad de San Alberto Magno, en la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León, en la que se conmemoraba los 40 años de los Estudios de Biología en la citada Universidad.

Como eje central de este artículo he elegido dos personajes (Jovellanos y Lagasca), que posiblemente nunca se conocieron en persona pero a los que su andadura vital los llevó, en aquellos difíciles años de finales del siglo XVIII y principios del XIX, a estas tierras agrestes de la Cordillera Cantábrica. Aunque ambos partían de una formación y bagaje cultural bien distintos, al transitar por estas tierras estos ilustrados aportaron una novedosa visión y contribuyeron al conocimiento de la botánica de estos lugares en el que fueron pioneros.

Breve semblanza de Jovellanos.

Gaspar Melchor de JOVELLANOS, escritor, economista, jurista y político ilustrado, nació en Gijón el 5 de enero de 1744. Estudio en Oviedo y Ávila, obteniendo la Licenciatura en 1763. Cinco años más tarde el Rey le nombra Alcalde de Crimen de la Real Audiencia de Sevilla y es en esta ciudad donde se sumerge en el mundo





literario leyendo con avidez las obras más singulares de la literatura francesa, inglesa e italiana, e iniciando sus primeros pasos en el mundo de la economía, de la historia y de la reforma de los estudios, dentro de un ambiente ilustrado que preside el asistente de Sevilla, Pablo de Olavide.

En 1774 asciende a oidor de la Audiencia de Sevilla y, en una meteórica carrera política, cuatro años más tarde el Rey le nombra Alcalde de Casa y Corte (Madrid). En la capital, Jovellanos despliega una gran actividad ingresando en la Sociedad Económica Matritense, en diversas Academias —como la de Historia, la Española, la de Cánones y la de San Fernando—, y formando parte de las Juntas económicas. Escribe y dicta discursos de gran calado político, como el referido al Rey Carlos III, en 1788, —en el que pronuncia un canto al triunfo de la Ilustración— o el *Informe en el Expediente de la Ley Agraria* —que no finaliza hasta 1794— y otros de índole puramente económica como el pronunciado en 1782 —en la Sociedad Económica de Oviedo— en el que esboza un vasto plan de reforma industrial de Asturias, siendo esta la razón de su elección como Director de dicha Sociedad. Jovellanos no sólo se interesa por el desarrollo de la incipiente minería, sino también por la apertura de las necesarias vías de comunicación para dar salida a los productos primarios —fundamentalmente carbón— e industriales.

Son los años de mayor actividad de Jovellanos, centrando su atención sobre temas muy variados: trabaja en la reforma de los estudios universitarios, escribe poesía y hace crítica literaria, atiende a los negocios del Banco de San Carlos, describe los principales monumentos de Oviedo y León (que visita en su viaje de 1782), estudia las romerías de Asturias, su agricultura, su industria y los problemas de los vaqueiros de alzada, temas, éstos últimos, tratados en las denominadas *Cartas a Don Antonio Pons*.

La política española y la trayectoria de Jovellanos cambió al subir al trono Carlos IV, en buena parte por coincidir con el comienzo de la Revolución francesa. En consecuencia los ilustrados no eran bien vistos por el nuevo monarca y su séquito y de resultas Jovellanos dejó de gozar de simpatías en la nueva Corte. Y así, con el pretexto de que debía hacer una visita a las minas de Asturias, el 28 de agosto de 1790 el rey lo destierra, de forma encubierta, a Gijón, destierro que duró hasta 1797.

Desde el punto de vista intelectual, los siete años que duró su alejamiento de la Corte fue el periodo más fructífero de Jovellanos. Con 45 años termina el “*Informe en el Expediente de la Ley Agraria*” y funda el *Real Instituto Asturiano de Náutica y Mineralogía* (conocido posteriormente como Instituto Jovellanos), entidad que

contribuyó y facilitó la creación de la *Sociedad Económica de Amigos del País de Asturias*, germen de lo que posteriormente (en 1845) serían las Secciones y, finalmente, las Facultades de Ciencias de la Universidad de Oviedo. El mismo año del inicio de su destierro comienza la redacción de sus “*Diarios*”, una de sus obras más interesantes, y entre 1794 y 1796 escribe las “*Cartas a Don Antonio Pons*”, que tardarán en ver la luz más de medio siglo (en 1847), bajo los auspicios de la Real Sociedad Económica de La Habana. Sus actividades intelectuales no le impiden proseguir con los estudios y trabajos sobre la carretera de Oviedo a León, que experimenta un gran adelanto en este periodo.

A pesar de que la Inquisición intentó prohibir la publicación de las obras de Jovellanos —por su carácter ilustrado— su prestigio en la Corte aumentó con el paso del tiempo, de tal manera que el Rey Carlos IV no tuvo otra opción que nombrarlo —en 1797 y dando por finalizado su destierro— embajador en Rusia y un mes más tarde Ministro de Gracia y Justicia. Sin embargo las escasas dotes de Jovellanos como político, por su carácter insobornable, propiciaron que a los ocho meses fuera cesado. A partir de ese momento Jovellanos quedó en el punto de mira de Godoy que le consideraba la cabeza visible del grupo ilustrado que, según su visión política, se debería aniquilar pues, según sus palabras, “se trata del más inocuo de los enemigos de la sociedad, de la religión y del trono”.

El 13 de marzo de 1801 Jovellanos es arrestado y conducido a la Cartuja de Valldemossa en Mallorca, y al año siguiente le confinan en el Castillo de Bellver, en el que permanece hasta

1808. En Valldemossa comenzó su inacabado “*Tratado Teórico-práctico de la Enseñanza*”, estudia Botánica (utilizando los jardines de la Cartuja como un auténtico laboratorio) y en Bellver se especializa en la historia de Ma-



llorca, creando un equipo de investigadores; con lo que ve y con lo que le dicen y dibujan, escribe las “*Memorias histórico-artísticas de arquitectura*”, en las que figura la espléndida “*Descripción del Castillo de Bellver*”.

Jovellanos queda en libertad cuando tiene lugar el motín de Aranjuez (22 de marzo de 1808), que coloca a Fernando VII en el trono español. Cuando al poco tiempo estalla la Guerra de la Independencia (2 de mayo de 1808), el grupo de ilustrados de 1797 se escinde: unos creen que Napoleón y José Bonaparte pueden resolver los problemas de España, mientras que otros consideran que los españoles se bastan y se sobran para resolverlos. Los primeros quieren contar en sus filas con Jovellanos, un personaje de renombre —e incluso llegan a nombrarlo ministro del rey José Bonaparte— pero Jovellanos elude tal nombramiento y acepta la propuesta de la Junta de Asturias (que se había alzado contra Napoleón) para actuar como su representante en las Juntas de Madrid, Sevilla y Cádiz.

Al instaurarse la Regencia, en 1811, Jovellanos solicita su vuelta a Asturias lo cual le es concedido y por vía marítima sale de Cádiz rumbo a Galicia. Cuando Gijón se libera de los franceses Jovellanos embarca en La Coruña hasta la localidad asturiana y allí permanece pocos meses ya que los franceses entran nuevamente en la ciudad teniendo que huir por el mar, de nuevo rumbo a Galicia, el 6 de noviembre de 1811. La travesía acaba trágicamente pues un fuerte vendaval arroja el barco a la costa, a la altura de Puerto Vega (Navia), pueblecito costero donde enferma y muere el 27 de noviembre de dicho año. En 1814 sus restos son trasladados al cementerio de Gijón y en 1842 se llevan a la iglesia de San Pedro de Gijón, siendo definitivamente depositados, en 1936, en la capilla de los Remedios.

Jovellanos pionero de la biogeografía Cantábrica

Jovellanos fue el más renombrado miembro del grupo de españoles ilustrados que, en la segunda mitad del siglo XVIII, pretendieron poner a España a la altura cultural y material del resto de Europa. Como buen ilustrado consideraba que la cultura individual era el único medio de conseguir el desarrollo pleno de la persona humana y que, al mismo tiempo, era necesaria una cultura que de forma general alcanzase a todos los individuos, siendo este sistema la única forma de alcanzar el progreso social. Jovellanos cree que la educación es la base fundamental sobre la que debe estructurarse su programa de progreso y de ahí su preocupación por la creación de centros de

enseñanza como el *Real Instituto Asturiano de Náutica y Mineralogía*. A este espíritu de progreso basado en la educación, *no debe olvidarse* —como señalan sus biógrafos— *su extraordinaria sensibilidad para el paisaje, capaz de captar, lo mismo escenas idílicas junto a fuentes que el espectáculo grandioso de un mar Cantábrico embravecido en pleno temporal, o la grandiosidad de las altas montañas que el olor del tomillo y otras hierbas silvestres*. Y en este punto retomamos el hilo conductor de Jovellanos y su relación con la Botánica.

Como ya hemos indicado, durante su destierro en Gijón (1790-1797) escribe, entre 1794 y 1796, “*Las Cartas a Pons*”, publicadas más de medio siglo más tarde y reeditas en 2003 por Ediciones KRK, bajo el título de “*Cartas del viaje de Asturias*” (*Cartas a Pons*)”, con revisión y comentarios de Álvaro Ruiz de la Peña y Elena de Lorenzo Álvarez.

De dicha revisión extraemos el siguiente párrafo (pág. 49 y siguientes, en el capítulo “Carta del Viaje de León a Oviedo”): “*La mitad de la primera jornada,*

saliendo de León, se hace por una vastísima llanura llamada vulgarmente la Hoja, acaso por la igualdad con que tiende a una y otra parte. Colocada en la altura que media entre las vegas del Torío y el Bernesga, se sube a ella por una cuesta larga y tendida, y se desciende



por otra grande, breve y tan penosa por su pendiente, como por los enormes morillos de que está sembrada. Es la tal Hoja un inculto despoblado, donde usted desearía ver a lo menos multiplicados los plantíos, para que no faltase alguna especie de vivientes en tan vasto terreno; y a buena fe que es capaz de dar, no solo excelentes árboles, sino también muchos frutos, una vez poblado y reducido a cultivo. Su terreno aunque flojo y guijoso, puede todavía producir mucho pasto, aumentar muchos ganados, proporcionar abundantes abonos y criar buenas cosechas de centeno y batatas, y finalmente dar

establecimiento algunos centenares de colonos, que convertirían este desierto en un país de vida, de producción, de abundancia y alegría” [Como se indica en la Nota de los editores, la colonización de comarcas poco pobladas era uno de los ejes de la política agrícola del reformismo ilustrado].

“Hacia la mitad de este páramo edificó la necesidad un ventorillo, que probablemente fuera antes barraca, pues conserva este nombre, y apenas merece otro. Es el único abrigo que usted halla entre León y La Robla, distantes cuatro leguas” [como señalan los editores, la única venta conocida desde el siglo XIX en esa zona es la llamada Venta de la Tuerta, que dista 10 km de León]. “A este lugar situado, situado en terreno llano y bien regado a orilla del Bernesga, se baja por la áspera y pedregosa cuesta de que hablé a usted” [se refiere a la cuesta de El Rabizu], “y que **parece destinada por la naturaleza para dividir unos países tan diferentes en clima, aspecto y producciones**”. Y añade, como argumento definitivo, que “en él acaba la jurisdicción eclesiástica de León y es la primera población del obispado de Oviedo”.

Esta sensación de cambio de ambiente y territorio en la zona de La Robla, Jovellanos la refuerza y justifica en el párrafo siguiente: “antes de bajar la cuesta [del

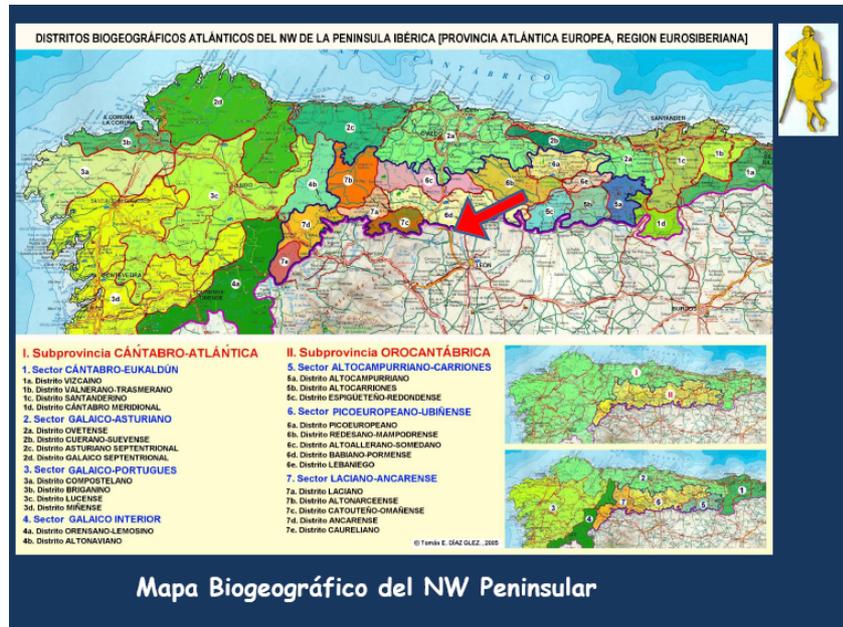


Rabizu], y desde lo más alto, se presenta una escena que empieza recrear por su gran diferencia de las que dejamos a la espalda. Es inexplicable cuán grata sensación causa su amabilidad en el ánimo de los que le ven viniendo desde los áridos y des-

nudos campos de Castilla. Un estrecho y fresco valle que el río Bernesga atraviesa y fertiliza corriendo de norte a sur; un montezuelo que le ciñe y estrecha por el poniente, cubiertos de altos y frondosos árboles; los lugares de Llanos y Sorribas, situados en su falda a la otra parte del río; varias caserías salpicadas acá y allá, muy cuidadosamente cultivadas y divididas en prados llenos de muchedumbre de ganados, en sembrados de

lino, de maíz y centeno, y en huertos de fruta y hortaliza” [como señalan los editores, Jovellanos no sólo describe retóricamente lo que percibe, sino que indica la impresión que dicha percepción causa en el sujeto que mira].

Sin saberlo, de forma intuitiva y gracias a su gran capacidad de observación y extraordinaria sensibilidad para analizar el paisaje, Jovellanos, en este viaje imaginario, nos sitúa y describe las sensaciones que percibe al atravesar la frontera que separan (o unen) dos mundos climática y biogeográficamente muy distintos: el correspondiente a la Región Mediterránea (bajo un clima de nombre idéntico, ca-



caracterizado por un neto periodo de sequía estival) frente a los territorios de la Región Eurosiberiana (de clima templado en el que no existe periodo de sequía estival).

Sin embargo habrían de pasar más de dos siglos para que esta frontera biogeográfica quedara expresamente situada. En 1984 el *Grupo de Investigación Orocantabrico*, constituido por geobotánicos de las Universidades de Madrid, País Vasco, Oviedo y León publicamos el libro *“La Vegetación de la Alta Montaña Cantábrica: Los Picos de Europa”* donde se definieron y delimitaron las unidades biogeográficas del noroeste de la Península Ibérica (caracterizadas en función de los macroclimas, termoclinas y ombroclimas, series de vegetación, comunidades vegetales y flora endémica y diferencial de cada territorio), siendo La Robla (y más bien la cuesta del Rabizu) uno de los jalones o hitos de la frontera biogeográfica entre ambas regiones (la Eurosiberiana y la Mediterránea), sin tener conocimiento que dicha frontera había sido intuida, a finales del siglo XVIII, por Jovellanos, por lo que hoy es justo reconocer, en la figura del ilustrado, al pionero en el descubrimiento de las singularidades geobotánicas que encierra la Cordillera Cantábrica.

Breve semblanza de Lagasca.

El siguiente personaje de esta historia es el botánico **Mariano de Lagasca (o La Gasca) y Segura**, nacido el 6 de octubre de 1776 en Encinacorva (Teruel). Cursó

estudios de Medicina entre Zaragoza, Valencia y Madrid, y en 1801 establece contactos con el botánico A. J. Cavanilles en el Jardín Botánico de Madrid y cuando éste es nombrado Director del citado Jardín, Lagasca obtiene una pensión para elaborar



la “*Flora de España*”. Con 27 años (en 1803, cuando Jovellanos es trasladado desde la Cartuja de Valldemosa para ser confinado en el Castillo de Bellver) Lagasca es comisionado para herborizar, en el norte peninsular, los materiales que deberían servir para confeccionar la citada *Flora Española*, sobre cuyo tema volveremos más adelante.

En 1807 Lagasca es nombrado Profesor de Botánica médica en el Jardín Botánico de Madrid. Al estallar la Guerra de la Independencia (1808) las actividades de Lagasca se paralizan y Godoy le ofrece la Dirección del Jardín Botánico de Madrid, por indicación de José Bonaparte y con los avales y cartas de recomendación de dos de los más ilustres botánicos de la época: Humboldt y De Candolle. A pesar de ello Lagasca rehúsa el nombramiento y opta por unirse a la resistencia antifrancesa, siendo nombrado médico del tercer ejército del Sur de España. En 1811 (año de la defunción de Jovellanos) publica “*Amenidades naturales*” e interviene activamente en la lucha contra el cólera en Cartagena. Tres años más tarde, una vez que los franceses se retiran de España, es nombrado Director del Jardín Botánico de Madrid. Como hito importante en su actividad científica señalemos el año 1818, cuando la Real Sociedad Económica Matritense reedita “*La Agricultura General de Herrera*” en el que aparece un apéndice dedicado a las “*Castas del trigo*”, obra de Clemente y Lagasca, en la que se menciona

el “Trigo de Aragón” (*Triticum aragonense*) que Lagasca había descrito dos años antes y que actualmente se ha transferido a otro género de gramíneas.

En 1821 Lagasca entra de lleno en la política española al ser elegido Diputado a Cortes y al año siguiente cesa como Director del Jardín Botánico de Madrid. En 1823, con la invasión en España de los “100.000 hijos de San Luis”, dirigidos por el Duque de Angulema y solicitados por Fernando VII para acabar con el periodo liberal —ejército que contaba en sus filas con otro botánico en ciernes, Carlos Durieu de Maisonneuve,



que más tarde volvería a las tierras norteñas de España para contribuir al conocimiento de su flora—, la Corte madrileña (y con ella Lagasca) salen para Sevilla y posteriormente Cádiz. Es durante ese periplo, cuando el equipaje de Lagasca (que incluía los documentos y su propio herbario) fue destruido por la multitud, indignada por la marcha de los diputados, si bien nuestro ilustre protagonista consigue embarcar en Cádiz rumbo a Londres donde permanece hasta 1833, fecha en que fue amnistiado por la Reina Regenta María Cristina. Un año más tarde Lagasca regresa a España, después de visitar París, Lyon, Aviñón, Montpellier y Barcelona y al año siguiente (1835) es nombrado Presidente del Museo de Ciencias, si bien su enfermedad, contraída en tierras inglesas, se agrava, falleciendo el 26 de junio de 1839, en Barcelona, ciudad a la que se había trasladado para evitar los rigores del clima madrileño.

Lagasca pionero de la botánica Cantábrica.

Llegados a este punto, retrocedamos 36 años, y situémonos en 1803, cuando el 12 de julio de dicho año Lagasca parte de Madrid, rumbo a nuestras tierras norteñas para recoger el material necesario para elaborar la “*Flora de España*”. Se detiene primeramente en la ciudad de León y herboriza en sus alrededores, para posteriormente

continuar hacia la zona de Arbas, Pajares, Valgrande y Pola de Lena, llegando el 18 de agosto a la Concha de Artedo (Cudillero) y visitando por aquellas fechas Oviedo, Trubia, Gijón, Candás, Avilés, etc.

De este relato se desprende que el primer contacto de nuestro ilustre personaje con la Cordillera Cantábrica tiene lugar en la zona de Arbas y Pajares, y es allí donde Lagasca, a sus 27 años, realiza un descubrimiento que le dará renombre y reconocimiento por parte de la ciencia y de la sociedad de aquel entonces. En las escarpadas laderas silíceas que rodean la Colegiata de Arbas del Puerto, en la subida al Puerto de Pajares, Lagasca recoge e identifica el líquen (es decir un organismo resultante de la simbiosis entre un alga y un hongo) *Cetraria islandica* o “**líquen de Islandia**”, descubrimiento que rápidamente comunica a su mentor y protector Antonio Cavanilles, el cual recibió la noticia con gran alegría, como se desprende del escrito que envió al Secretario de Estado D. Pedro de Ceballos que decía:

“Excmo. Sr.: Muy Sr. Mío y de mi mayor respeto: el alumno del Jardín Don Mariano La Casca me avisa desde el puerto de Arvás en Asturias haber descubierto, entre un gran número de vegetales, el «Lichen islandicum» precioso para corregir las enfermedades del pecho y aliviar a los ptísicos. Se creía esta planta peculiar a la Islandia y era preciso recurrir allá por este remedio; recetábanlo con frecuencia los médicos sin encontrarlo jamás en nuestras boticas. Ahora lo tenemos gracias al conocimiento y zelo de La Casca a quien le he encargado acopie buena porción para que lo tenga la botica del Rey y disponga V.E. como sea de su agrado. Dios guarde a V.E. muchos años. Madrid a 17 de Julio de 1803. Excmo. Sr. B.L.M. de V.E. Su mayor servidor) Antonio J. Cavanilles. Excmo. Sr. D. Pedro Ceballos”.

Si destacable y de suma importancia económica y sanitaria fue el descubrimiento del “líquen de Islandia” —que como médico de formación Lagasca lo debía conocer puesto que, posiblemente, más de una vez lo debió de recetar a sus pacientes— no fue menor su contribución al desarrollo del conocimiento botánico de la Cordillera Cantábrica, pues hasta su llegada era un terreno casi ignoto en el campo de la “ciencia amabilis”. Del entorno de Arbas proceden la mayoría de los ejemplares que sirvieron para la descripción de nuevas especies vegetales, una gran parte publicadas en 1805, en la revista “*Variedades de Ciencias, Literatura y Artes*”, y otras, más tardías, en su obra “*Genera et Species Plantarum*” que vio la luz en 1816.

Logró también Cavanilles que el hallazgo se hiciese público apareciendo la noticia en “*La Gaceta de Madrid*” (que se puede decir que era el B.O.E. de aquel entonces) el día 29 de julio de 1803, con una nota decía así:

*“D. Mariano La Gasca, alumno del Real Jardín Botánico, que viaja de Real Orden para reconocer los vegetales de nuestra península, completar la Flora Española, y aumentar la colección del mencionado Jardín, acaba de descubrir en el puerto de Pajares y cercanías de la Colegiata de Arvás, en Asturias, la utilísima planta que llamó Líneo *Lichen islandicus*, y la ha visto en varios parages con tanta abundancia, que asegura pueden acopiarse allí a poca costa algunas arrobas; los médicos usan esta planta como poderoso remedio en la tisis, tos y hemotisis; se cría en las regiones septentrionales de Europa; ignorábamos que fuese indígena de España, y sabiendo ahora por dicho descubrimiento que vegeta con lozanía y abundancia en las montañas de Asturias, se hace saber al público para que logre este remedio sin los gastos que causa hacerla venir del Norte. Como es probable que producción se de en otros montes análogos a los de Asturias, convendrá añadir las señales de ella para reconocerla y distinguirla de otras de su familia. La planta tiene de dos a 4 pulgadas de largo, y se compone de expansiones a manera de hojas casi derechas, correosas, duras cuando están secas, ramificadas y casi pinnatífidas, con tiras a veces lineares y a veces en gajos ahorquillados; tienen las márgenes pestañosas, cuyos pelos son cortos, fuertes y rojizos, la haz superior convexa, ésta y la*

opuesta lisas, de un color ceniciento y algunas veces pardo con manchitas blancas que con el tiempo forman tubérculos, la fructificación es casi terminal en escudillitas sentadas, redondeadas, cóncavas, de un roxo pardo”.



Cetraria islandica (“Liquen de Islandia”)

Algunas plantas descritas por Lagasca de la Cordillera Cantábrica.

Recordemos algunas de las más singulares plantas descritas por Lagasca, de las agrestes montañas cantábricas:

Campanula arvatica Lag. Publicada en la página 40 del volumen 2 (fascículo 19) de la citada revista *Variedades de Ciencias, Literatura y Artes* (1805), y cuyo

epíteto específico alude a dicha comarca, lo que se ve confirmado por su indicación locotípica que dice: “*Venit ad saxorum rimas en el Puerto de Pajares et Peñafurada*”. Se trata de una planta herbácea de abundantes y pequeñas flores azules, que crece en las fisuras

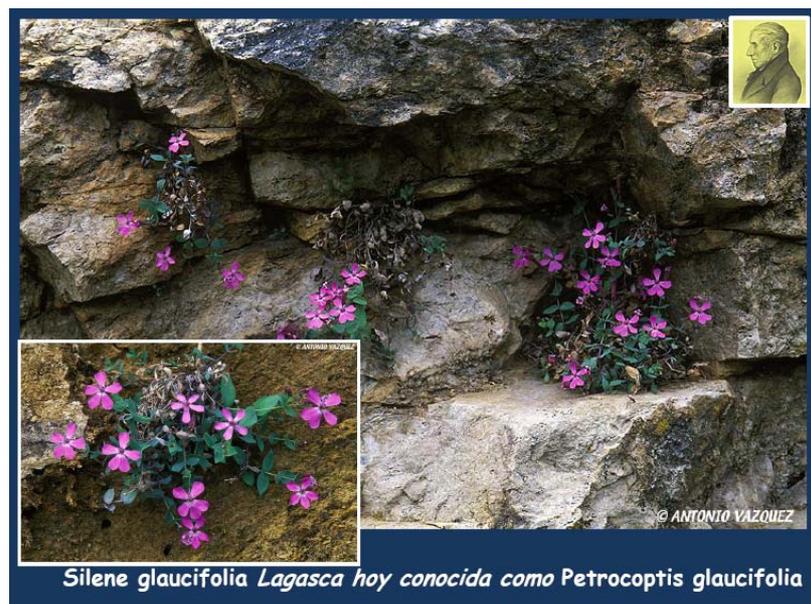


Campanula arvatica Lagasca

de los roquedos calcáreos y que ahora ya sabemos que es endémica (exclusiva) de la Cordillera Cantábrica aunque desciende a los valles cántabros y asturianos de la cornisa cantábrica.

Petrocoptis glaucifolia (Lag.) P Mont. & Fer. Casas. Descrita por Lagasca como

Silene glaucifolia en la citada *Variedades de Ciencias, Literatura y Artes* [vol. 2(4): 213, 1805] [hoy día subordinada como subespecie a la más amplia *Petrocoptis pirenaica*] y cuya localidad clásica es la mencionada “Peñafurada”. Cuando esta planta fue transferida al



Silene glaucifolia Lagasca hoy conocida como *Petrocoptis glaucifolia*

género *Petrocoptis* (endémico del norte y levante ibérico) el eminente botánico M. Willkomm se la dedicó a Lagasca al llamarla *Petrocoptis lagascae*, nombre que no se puede mantener por cuestiones de aplicación del *Código Internacional de Nomenclatura Botánica*. Se trata de una planta perteneciente a la familia de las cariofiláceas que como su nombre genérico indica [*petros*: piedra y *cóptos*: separar, cortar: la que corta o separa las rocas] crece en las fisuras de los roquedos calcáreos de la Cordillera Cantábrica (de donde es endémica), ocupando unos hábitats muy específicos: los techos de pequeñas cuevas o balmes, por lo que presenta una compleja biología reproductiva ya que los pedúnculos sobre los que surgen los frutos tienen que girar casi 180° para poder dirigirse hacia las fisuras y así depositar allí las semillas, únicos biotopos donde pueden germinar.

Aquí es preciso traer al recuerdo las confusiones habidas entre los botánicos en relación con el Arbas de Pajares (antiguamente escrito con v: Arvas) y el Arbás de Leitariegos

(Cueto de Arbás), ya que, por ejemplo, Durieu llevó a cabo parte de sus herborizaciones en el Arbás de Leitariegos y no en Pajares, al contrario de Lagasca. Posteriormente más de un autor interpretó que las citas de plantas y descripciones de nuevas especies de Durieu y de Lagasca se referían a una única localidad, lo que contribuyó a una



notable confusión sobre la “terra clásica” de las plantas descritas por ambos botánicos, cuestión que parecía resulta hace unos cuantos años, pero que a la luz de la información que circula vía internet, parece que la confusión aún persiste entre algunos divulgadores de esta ciencia. Otra cuestión referida a las localidades “clásicas” lagascanas fue el situar geográficamente la “Peñafurada” que, como veremos, se repite en muchas de las indicaciones locotípicas de Lagasca. M. Laínz consideró inicialmente que dicha localidad hacía referencia a la Peña de Busdongo (Villamanín, antiguo Rodiezmo), pero consideraciones posteriores (como la distancia existente hasta Busdongo desde la Colegiata de Arbás y otros datos de índole florística y geológica), le llevaron a considerar, con gran acierto a nuestro entender, que la “Peñafurada” lagascana es el “Forao de Viadangos”, situado en Viadangos de Arbas, cuya geomorfología (se trata de una pequeña montaña horadada) coincide con dicho nombre.

Spergula viscosa es otra cariofilácea descrita en la misma revista [vol. 2(4): 213, 1805] por Lagasca, de escaso porte, flores no muy llamativas y toda ella revestida de una pilosidad glandulosa-viscosa a la que alude su epíteto específico. En su indicación locotípica se señala que crece “*Iuxta nives in summitate montis vulgo de Los Pozos, prope Arvas*”, montaña que es lo que hoy día se conoce como El Cellón o Compañones, mole silícea al este de la Colegiata de Arbas, en cuyos roquedos y pedregales se puede observar hoy día esta singular planta, que también resulta ser endémica de la Cordillera Cantábrica, aunque con algunas localidades aisladas a meridión de la Cantábrica.



pañones, mole silícea al este de la Colegiata de Arbas, en cuyos roquedos y pedregales se puede observar hoy día esta singular planta, que también resulta ser endémica de la Cordillera Cantábrica, aunque con algunas localidades aisladas a meridión de la Cantábrica.

Teesdaliopsis conferta (Lag.) Rothm. Esta crucífera, de escaso porte, cepa leñosa, hojas basales y flores blancas agrupadas en un racimo corimboso terminal, fue descrita, en 1805, por Lagasca como *Iberis conferta*. Su diagnosis figura en la página 213 del volumen 2 (fascículo 22) de la citada revista. Posteriormente fue transferida (en 1940), por el ilustre botánico de origen alemán W. Rothmaler, al género *Teesdaliopsis* el cual resulta ser exclusivo (endémico) de las montañas



del cuadrante noroccidental ibérico. Dicho género está constituido por una única especie (la citada *Teesdaliopsis conferta*) la cual, por idéntica razón, es exclusiva de las zonas altas del noroeste ibérico. La localidad clásica de la planta es Arbas, tal como figura en su indicación locotípica: “*hábitat in dumetis prope Arvas*”, creciendo en los pastizales pedregosos sobre sustratos silíceos por encima de los 1.500 m.

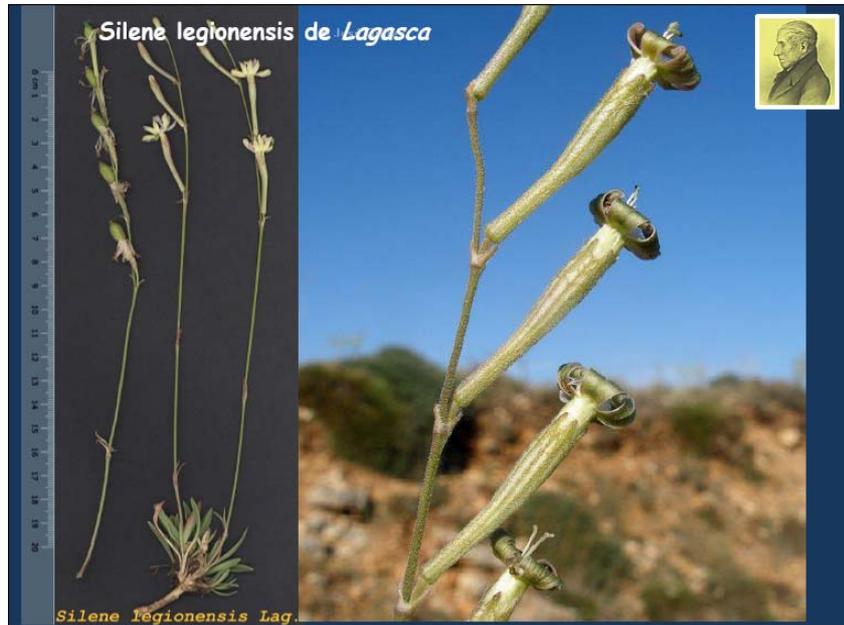
Silene arvatica Lag. Otra cariofilácea descrita por Lagasca en la citada revista de *Variedades de Ciencias, Literatura y Artes* [vol 2(49): 214. 1805] y hoy día incluida

o sinonimizada, no sé si acertadamente, a la *Silene ciliata* de Pourret. —que resulta ser un endemismo del norte y centro peninsular, con localidades situadas en el sur de Francia—, ya que ésta última, entre otras cuestiones de índole mor-



fológica, es típica de sustratos calcáreos y nuestra planta lagascana es exclusiva de los roquedos y pastizales ralos sobre sustratos silíceos. La localidad de procedencia, tal como señala su indicación locotípica [“Crece en lo más elevado de Peñafurada, entre grietas”] es indudable, lo que también avale su epíteto específico (*arvatica*), aunque algunos aún piensan que su patria originaria es el Cueto de Arbás (en Leitariegos, Cangas del Narcea) como puede verse en alguna nota florística de carácter divulgativo que, como ya hemos comentado en párrafos anteriores, aún circula por Internet.

Congénera de la anterior es *Silene legionensis* Lag., cuya descripción vio la luz años más tarde (en los “*Elenchus Plantarum*” de 1816). Es una planta endémica de la Península Ibérica que crece en roquedos, pedregales y pastizales, generalmente indiferente a la naturaleza Química del sustrato. Lagasca la herborizó por primera vez en Viadangos de Arbas (Villamanin, León), pues la etiqueta del



ejemplar tipo de la especie —correspondiente al pliego MA313221 del Jardín Botánico de Madrid— dice textualmente: “Peñafurada (julio 1803)”. Nuestro ilustre botánico Lagasca quiso dedicar esta planta a León y de ahí procede su epíteto específico *legionensis*.

Por último, para no alargar este artículo, mencionar otra planta, en este caso una boraginácea, como legado de la labor botánica de Lagasca por estas tierras cantábricas:

Lithospermum

diffusum Lag.

Aparece descrita en la página 39 del volumen 4 (fascículo 19) de la citada *Variedades de Ciencias, Literatura y Arte* (1805) y hoy día se considera perteneciente al género *Lithodora*:

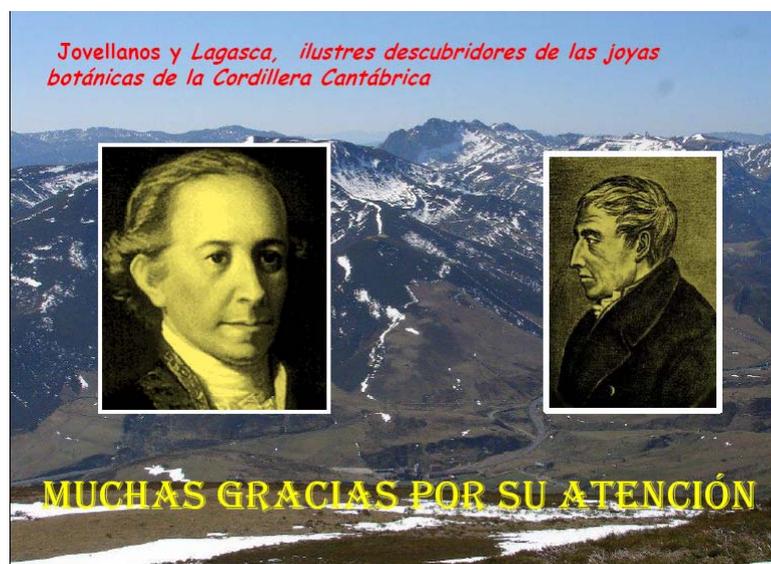


Lithodora diffusa (Lag.) I.M. Johnston. Se trata de una pequeña mata de tallos rastreros

poco visibles (de ahí el epíteto *diffusum*) y flores azules, endémica de los Montes de León, Cordillera Cantábrica y cornisa cantábrica, que forma parte de una gran diversidad de aulagares, es decir, de los matorrales de degradación asentados sobre calizas y que juegan el mismo papel ecológico que los brezales o jarales sobre la sílice. Lagasca se encontró por primera vez con esta planta en Arbas, como lo atestigua el pliego de herbario MA96526 que se conserva en el Jardín Botánico de Madrid y cuya etiqueta, manuscrita por el propio Lagasca, reza “Arvas”. Si bien cuando se publicó en 1805 no se cita localidad concreta de recogida, en 1816 (en *Genera Plantarum*) Lagasca incide en el tema y señala que crece “*in dumetis prope Arvas, Pajares et in perquampluribus allis Principatus Asturicensis plagis*”, lo que da a entender que la observo muy abundante, desde ese momento, en todo su trayecto hacia la costa asturiana. Durante mucho tiempo esta especie fue sinonimizada con la de más amplia distribución *Lithodora prostrata* —que se extiende desde Finisterre (Francia), por el norte y oeste de la Península Ibérica, hasta Marruecos— hasta que nuestro colega sevillano Benito Valdés, hace más de 25 años, consiguió diferenciar claramente los dos taxones utilizando, entre otros caracteres, la posición de los estambres: insertos a la misma altura sobre la corola en *Lithodora diffusa* y a distintas alturas en *Lithodora prostrata*.

Epílogo

Antes de terminar este artículo, quisiera que mis últimas palabras sirvieran de homenaje a estos ilustres personajes (Jovellanos y Lagasca) que hace más de dos siglos, como pioneros que fueron en el descubrimiento de las joyas botánicas de la Cordillera Cantábrica, pusieron en valor estos agrestes y montañosos territorios y que, al igual que me han servido como nexo de unión o hilo conductor del artículo, unen más que separan Asturias y León.





Tomás Emilio Díaz González es Catedrático de Botánica de la Universidad de Oviedo y, anteriormente, lo fue en las Universidades de Málaga, León y Santiago de Compostela. Director, hasta fechas recientes, del Departamento de Biología de Organismos y Sistemas de la Universidad de Oviedo y anteriormente Decano de la Facultad de Biología de la Universidad de León y Vicedecano de la Facultad de Biología de la Universidad de Oviedo. Sus líneas de investigación se centran, fundamentalmente, en el estudio de la vegetación (fitosociología), —ciencia de la que fue presidente, durante más de una década, de la *Asociación Española de Fitosociología* y Vicepresidente de la *Federation Internationale de Phytosociologie*— y de la Biogeografía y Bioclimatología, siendo coautor de los *Mapas Biogeográficos y Bioclimáticos de Europa, Noroeste de la Península Ibérica y Asturias*. Investigador Principal de numerosos Proyectos de Investigación entre los que destacan la “*Elaboración de modelos funcionales dinámicos de los sistemas naturales y seminaturales de la red de Parques Nacionales para el seguimiento de su Conservación*”, “*Inventariación y Cartografía de los Hábitats del Anexo I de la Directiva 92/43/ CEE, existentes en Asturias y Cantabria*”, “*Tratamiento de los datos del inventario de hábitats de Cantabria derivado de la Directiva 92/43 de la CEE*”, y “*Atlas de los hábitats naturales y seminaturales de España. Escala 1:50.000*”. Miembro de numerosos comités editoriales de revistas científicas relacionadas con la botánica, ha publicado más de 220 artículos científicos en diversas revistas de la especialidad y ha dirigido más de un veintena de Tesis Doctorales y Memorias de Licenciatura. Representante de la Universidad de Oviedo en los Consejos Rectores del Parque Natural de Redes, Parque Natural de Fuentes del Narcea, Reserva Integral de Muniellos y Parque Natural de las Ubiñas y de La Mesa, en el Consejo Municipal de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Oviedo y en el “*Plan Forestal de Asturias*”. *Vocal del Pleno del “Observatorio de la Sostenibilidad en el Principado de Asturias*”, por designación de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural del Gobierno del Principado de Asturias y Coordinador del “*Grupo Biodiversidad*” del “*Panel de Expertos sobre Evidencias y Efectos potenciales del Cambio Climático en Asturias (CLIMAS)*” del Gobierno del Principado de Asturias.



PONIENDO EN CLARO

Astrobiología: una visión global

Javier Gutiérrez Fernández¹ y Sergio Valbuena Álvarez²

Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Los autores son alumnos de 4º de Biotecnología⁽¹⁾ y 2º de Biología⁽²⁾.

(btcjgf01@estudiantes.unileon.es)¹, (biosva00@estudiantes.unileon.es)²

La Astrobiología es la parte de la Astronomía que busca respuesta a preguntas tales como el origen de la vida o la posibilidad de encontrar seres vivos en otros lugares del Universo. A pesar de su juventud, en los últimos años ha sufrido un notable auge debido al gran interés que suscitan, tanto a nivel científico como público, los aspectos que investiga. Se trata de una ciencia interdisciplinar que se desarrolla aunando la mayoría de las ramas de experimentales del conocimiento, estando sobre todo relacionada con la Astronomía, la Biología y la Química. Debido a su creciente influencia sobre el panorama científico actual existen centros especializados en Astrobiología que incluyen departamentos de extremofilia, geología, ecología y evolución molecular. Por otro lado, la mejora de las técnicas de análisis y los conocimientos que se adquieren sobre sistemas extraterrestres contribuyen al avance de una disciplina con un futuro muy prometedor.

Palabras clave

Astronomía, exogénesis, moléculas prebióticas, meteoritos, migraciones, exobiología.

Origen de la vida y astronomía

Una de las cuestiones centrales que trata de resolver la Astrobiología es el origen de la vida. Son numerosos los experimentos que se han realizado en torno a este campo, con varias disciplinas implicadas en ello, como la química, biología, geología, física, etc. La astronomía juega un papel fundamental en este compendio de conocimientos, tanto en lo referente a la formación y búsqueda de planetas óptimos para la vida como por sus estudios sobre vida extraterrestre y su posible disseminación espacial.

No se puede hacer referencia al origen de la vida sin mencionar previamente las condiciones ambientales existentes durante la formación de la Tierra. Se estima que la formación de los océanos tuvo lugar en el eón Hádico (4.570 a 3.800 millones de años aprox.), bajo unas condiciones extremas de temperatura (100°C) y un pH variable de

ligeramente ácido a neutro. La formación de una atmósfera reductora también fue un factor más que relevante para el origen posterior de la vida en nuestro planeta. Todo ello nos permite obtener un marco relativamente útil en la búsqueda de ambientes óptimos para el origen de la vida fuera de la Tierra.

Moléculas prebióticas y origen de la vida

La Astrobiología presenta un especial interés en lo que al origen de las moléculas prebióticas se refiere, debido en parte a la alta probabilidad que existe de que la vida en otros planetas esté basada en estructuras de carbono muy similares a la nuestra. A día de hoy no existe nada concluyente en el campo de la bioquímica que nos indique con certeza y rigurosidad cómo se produjo el origen de las primeras formas de vida, pero existen ciertas ideas establecidas que se consideran necesarias para tal fin. Siguiendo el modelo de J. D. Bernal (1968), en un principio debieron formarse monómeros moleculares que darían lugar a polímeros posteriores, llegando estos a evolucionar hasta dar forma a la célula primitiva. Numerosos estudios sobre simulaciones ambientales, cinéticas de estados transitorios, espontaneidad de reacciones de polimerización y teoría del caos han servido para conocer cada vez más datos sobre las extensas posibilidades existentes en la combinación de moléculas inorgánicas (CH_4 ,

NH_3 , H_2S , CO_2 y agua) para llegar a formar moléculas orgánicas de complejidad variable. Stanley Miller y Harold Urey (*Figura 1*) fueron los pioneros en este tipo de experimentos, intentando simular unas condiciones que en 1953 se estimaban como posibles durante la formación de la Tierra. Sus trabajos a lo largo de esos años dieron lugar a avances realmente importantes sobre la existencia de un caldo primigenio en cuyo seno se originasen las primeras moléculas orgánicas. A estos estudios les siguieron los experimentos de espontaneidad de S. Fox en la década de 1960 y los de catálisis enzimática macromolecular de M. Eigen, basándose todos ellos en las condiciones de dicho caldo.

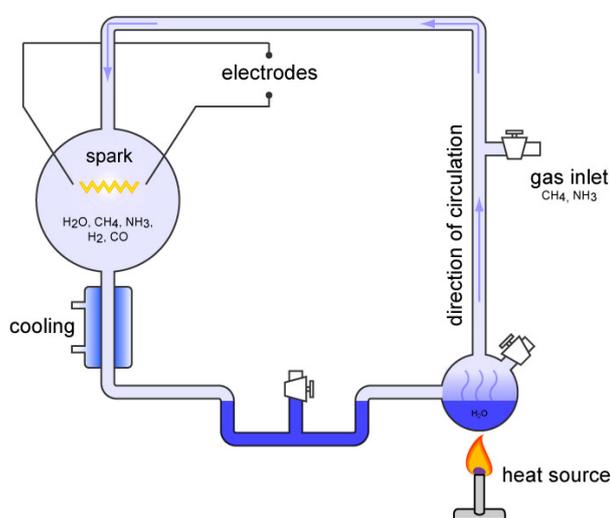


Figura 1. Esquema del dispositivo utilizado por Miller y Urey en su experimento.



Tras estos estudios de laboratorio se han descrito algunos modelos que explicarían en cierta medida el origen de la vida en la Tierra. Aquí es donde la Astrobiología se encuentra más implicada, ya que la extrapolación de estos modelos al estudio de planetas extrasolares puede aportar bastante información sobre la probabilidad de la existencia de vida en su superficie. Existen dos tipos de hipótesis básicas que tratan de explicar el origen de la vida en la Tierra, a saber, las denominadas *genes-first* y las *metabolism-first*, aunque actualmente se han propuesto modelos que toman características de ambas a la vez. En el caso de las *genes-first*, propuesto por primera vez por W. Gilbert (1986), se sugiere la formación espontánea inicial de cadenas de RNA autorreplicativo que mediante interacción con otros elementos generarían posteriormente las primeras proteínas encargadas de una catálisis más efectiva, relegando a los ácidos nucleicos a una posición puramente informativa. Los modelos *metabolism-first* se basan en la idea de la existencia de una ruta o ciclo metabólico previo que permitiese la fijación progresiva del carbono y la formación de estructuras cada vez más sofisticadas, llegando a los complejos catalíticos y el RNA. En este caso la importancia del hierro y el azufre es crucial, así como la existencia de un ambiente anaerobio estricto, por lo que existe una teoría de mucho peso basada en el origen de la vida en fuentes hidrotermales submarinas, propuesta por el químico G. Wächtershäuser. Otro modelo interesante desde el punto de vista de la Astrobiología es el propuesto por Z. Adam, en el que los procesos mareales mayores generados por una distancia Tierra-Luna menor a la actual pudieron acumular ciertos elementos radiactivos en determinadas zonas del globo, llegando a generar azúcares y aminoácidos básicos.

Exogénesis

Existe un conjunto de teorías que trasladan el origen de la vida al exterior de nuestro planeta, siendo estos estudios uno de los objetivos principales de la Astrobiología. Precisamente por trasladar el problema no solucionan la cuestión principal, es decir, el origen de la vida como tal. Una de las hipótesis más consolidadas en el pasado, la denominada Panspermia, sugiere que las “semillas” de la vida se encuentran diseminadas por el universo, pudiendo haber llegado a la Tierra mediante la ingente cantidad de asteroides que golpeó nuestro planeta desde su formación. Numerosos científicos de renombre han apoyado esta hipótesis, como los químicos S. A. Arrhenius, J. J. Berzelius y H. Helmholtz o los astrónomos F. Hoyle y C. Wickramasinghe, aunque la idea principal es originaria de los textos de Anaxágoras,



filósofo griego presocrático. A favor de la Panspermia se esgrimen varios argumentos, siendo el más destacable la resistencia de los microorganismos extremófilos a ambientes adversos. Actualmente, esta hipótesis está completamente descartada debido básicamente a las dificultades que entrañaría un viaje de microorganismos a través del espacio, ya que las radiaciones nocivas y la caída en nuestro planeta del cuerpo en el que viajasen son factores que juegan claramente en su contra. En este tipo de caídas se liberan cantidades ingentes de energía (del orden de varios millones de megatones en el caso de los cuerpos más grandes), que impedirían la supervivencia de cualquier forma de vida.

Seres vivos y Astronomía

Dejando a un margen la gran mayoría de las falsas creencias populares sobre la influencia de los cuerpos celestes en la vida de las personas, como las que sugieren una influencia solar y lunar en nuestras acciones, podemos asegurar que existe una clara relación causa-efecto entre diferentes acontecimientos astronómicos y biológicos. Esta relación se debe innegablemente a la integración de la biosfera, junto con el resto del planeta, en el marco de nuestro sistema planetario. Mostraremos ahora algunos ejemplos de esta influencia, tanto a pequeña escala en lo referente a número de especies (aunque llega a afectar a ecosistemas enteros), como a gran escala (afectando a la mayor parte de la biosfera).

Migración de las aves

Desde antiguo se han intentado esclarecer los medios que tienen las aves migratorias para localizar los lugares de destino de su desplazamiento estacional. Las hipótesis han sido de lo más variadas, encontrándose entre ellas las que sostenían que las aves conocían sus coordenadas geográficas a partir de ligeras variaciones de temperatura o humedad, las que defendían que las aves podían sentir de alguna manera la fuerza centrífuga terrestre, etc. Ninguna de ellas ha recibido jamás ningún apoyo experimental. Dentro del conjunto de hipótesis comprobadas y aceptadas se encuentran, entre otras, la que relaciona la capacidad de orientación con la posibilidad de percibir campos magnéticos a principios de los años 70 (W. Keeton, 1971), la que defiende que las aves pueden reconocer accidentes del terreno (probablemente una de las más

importantes) y las que asocian la orientación al conocimiento de la posición de las estrellas, el Sol y la Luna.

Se diferencian bien dos tipos de migración, a saber, migración diurna y migración nocturna. En la migración diurna, la orientación mediante accidentes del terreno tiene una gran importancia, pero sólo es útil en zonas continentales, donde hay puntos concretos de referencia. En zonas marítimas la orientación se realiza mediante la determinación de la posición del Sol, que junto con el sentido innato del tiempo que tienen las aves les permite saber la dirección en la que deben moverse. Este tipo de orientación se denomina azimutal. Dicha hipótesis fue demostrada por varios investigadores, como G. Kramer y S. T. Emlen (Emlen, 1966).

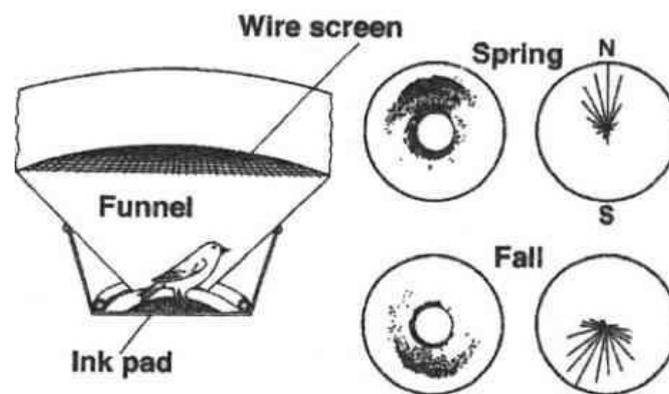


Figura 2. Cámara de Emlen.

Kramer introdujo una jaula (**Figura 2**) en una habitación donde el ave podía ver el Sol a través de algunas ventanas. Se observó que el animal tendía a dirigirse hacia el Sudoeste en otoño y hacia el Nordeste en primavera (las mismas direcciones que hubiese tomado en libertad). Para demostrar la hipótesis de la orientación basada en la observación de la posición del Sol colocó en la habitación unos espejos que cambiaban la dirección desde la que el ave veía el astro. Tras esto el animal reajustó la dirección de su movimiento en base al nuevo lugar donde veía el Sol.

En contraposición a la migración diurna, el reconocimiento de detalles topográficos se hace más complicado para las aves que realizan sus movimientos migratorios de noche, por lo que estas tienden a orientarse casi con exclusividad mediante la posición de los astros, en este caso de la Luna y las estrellas. Las aves pueden reconocer asterismos y orientarse en base a su posición, sobre todo ayudándose

de la Estrella Polar, que apunta al Norte (esta estrella es visible sólo desde nuestro hemisferio, por lo que las aves australes utilizan otras estrellas). Esto fue demostrado por varios investigadores en la década de los años 50 (entre ellos J. R. Sauer) utilizando la jaula de Kramer en planetarios y modificando la posición de las estrellas que se proyectaban en ellos.

Las mareas

Es bien sabido que las mareas son causadas por la atracción gravitatoria de la Luna (y, en menor medida, del Sol). Las masas de agua marina cubren y destapan la porción de costa más cercana a tierra cada, aproximadamente 6,2 horas, produciéndose al día dos pleamares y dos bajamares. Este fenómeno tan importante conlleva una gran cantidad de consecuencias, como por ejemplo el transporte de nutrientes desde el mar hacia la costa, motivar la aparición de zonas intermareales (hábitat exclusivo de muchas especies), permitir la entrada de peces e invertebrados en zonas rocosas donde buscar sustento y muchos otros efectos que condicionan en gran medida los ecosistemas litorales.

Ciclos día-noche

Quizá sean los ciclos día-noche, debido a su amplitud en cuanto a número de especies afectadas, los que generan la influencia más importante realizada por un cuerpo celeste sobre la vida en general. El giro de rotación de nuestro planeta provoca la iluminación durante unas horas de las diferentes zonas de la superficie terrestre, condicionando tanto la vida de los habitantes de zonas terrestres como la de aquellos que viven en la zona fótica del mar. De entre la infinidad de consecuencias que tienen estos ciclos para la vida mencionaremos simplemente uno de los más importantes, la fotosíntesis, que requiere una fuente de luz y que constituye uno de los principales “motores” de los ecosistemas al transformar materia inorgánica en orgánica y situando a las plantas en uno de los puestos basales de la pirámide trófica.

Impactos meteoríticos

Para finalizar esta sección nos gustaría mencionar otra influencia, curiosa pero importante, de los cuerpos celestes sobre la vida. Aparte del Sol y los planetas existen en el Sistema Solar infinidad de pequeños cuerpos entre los que se encuentran los cometas y los asteroides. La órbita de estos cuerpos puede sufrir variación debido a interacciones gravitatorias con los planetas, lo que hace que en ocasiones caigan sobre



éstos. La caída de uno de estos cuerpos no suele tener gran importancia, a no ser que su tamaño sea relativamente considerable. Entre los muchos ejemplos que encontramos tenemos el del meteorito que (junto con otras causas) provocó la extinción cretácica y dio paso a la gran diversificación de los linajes de mamíferos, la cual se produjo a principios de la era Terciaria y a la que debemos en última instancia nuestra existencia.

Un ejemplo aún más palpable de las consecuencias que tiene la entrada en la atmósfera de un cuerpo celeste fue la caída de un cometa de unos 100 metros de diámetro en Tunguska (Siberia) en 1908 que, habiendo explotado antes de llegar al suelo, generó una onda expansiva que produjo una huella de devastación, arrasando los árboles en un área de 2200 km².

Vida extraterrestre

La búsqueda de vida extraterrestre suele aparecer rodeada de un halo de ficción que interfiere negativamente con la seriedad y rigurosidad que presenta este ámbito de estudio de la Astrobiología. Los análisis tanto de mediciones espectroscópicas como de materiales *in situ* (meteoritos, planetas y satélites) nos permiten conocer detalles de la composición de la materia fuera de la Tierra.

Fracción orgánica de meteoritos

Es bastante común analizar la composición de meteoritos en busca de componentes orgánicos. El meteorito de origen marciano encontrado en la Antártida, denominado ALH84001, incluye estructuras en su superficie que se asemejan a nanobacterias terrestres, observándose además una cantidad importante de hidrocarburos policíclicos aromáticos en su interior pero no en la corteza. El hecho de que sea el único de los 57 meteoritos de origen marciano encontrados en la Antártida que contiene esas características da lugar a ciertas sospechas de contaminación posterior a la caída, aunque esto es difícil de defender en lo referente a los hidrocarburos internos. Otro meteorito interesante es el Murchison, caído en Australia en 1969. Los análisis realizados indican la presencia de un número elevado de aminoácidos en su interior, incluyendo algunos tan comunes en la Tierra como ácido glutámico, alanina y glicina. Lo realmente curioso es que dichos aminoácidos se encuentran en una mezcla racémica, siendo altamente improbable que los D-aminoácidos hallados estén presentes en el meteorito debido a contaminación terrestre. La existencia del isótopo ¹⁵N en bastantes

aminoácidos de la muestra refuerza aún más la idea de un origen extraterrestre en detrimento de la supuesta contaminación. Posteriores análisis del meteorito han determinado la existencia de hidrocarburos tanto alifáticos como aromáticos, ácidos carboxílicos y alcoholes, ampliándose la lista en 2008 con el descubrimiento de las bases nitrogenadas uracilo y xantina por Z. Martins y O. Botta, de origen indudablemente extraterrestre.

Posibles ambientes biogénicos en el Sistema Solar

Tanto por tradición como por la falta de tecnología para indagar fuera del Sistema Solar, la búsqueda de posibles lugares para la vida se ha orientado hacia ciertos planetas y satélites cercanos a la Tierra. Entre los que tienen más posibilidades de albergar vida se encuentran los siguientes:

- **Europa:** Es uno de los 4 satélites más visibles de Júpiter, los denominados satélites Galileanos o Jovianos (**Figura 3**). Se encuentra rodeado de una capa de hielo de varios kilómetros de grosor que dificulta la llegada de la radiación solar. En cambio, al estar muy próxima al planeta, es probable que las tensiones gravitatorias que se generan permitan la existencia de un núcleo fundido, lo que calentaría un hipotético océano subsuperficial que podría albergar vida (aunque, por supuesto, muy primitiva).

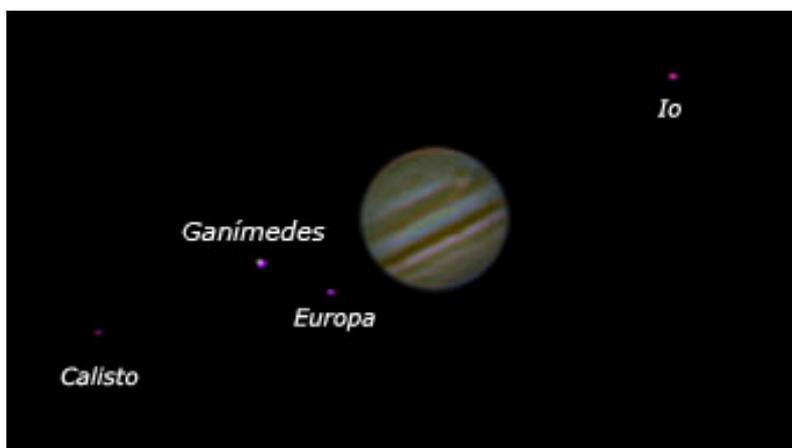


Figura 3. Astrofotografía realizada por los autores en la que se observa Júpiter y sus 4 satélites principales. (Fotografía realizada con un Maksutov-Cassegrain 127/1500, barlow 2x y filtro IR-UV, a partir de un video de 50'' a 5 fps grabado con la webcam Philips spc900).



- Titán: Este satélite de Saturno fue visitado en 2005 por la Sonda Cassini que lanzó a su superficie el módulo Huygens, pudiendo registrar durante algunos minutos la composición de la atmósfera del satélite y averiguando que era de naturaleza muy similar a la de la Tierra primitiva (comentado con anterioridad). La gran distancia al Sol es, sin embargo, un factor muy a tener en cuenta en este caso, porque su radiación llega tan atenuada que las temperaturas son del orden de $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Marte: Este planeta está siendo objeto de estudio constante desde hace varias décadas y se ha demostrado recientemente que existe agua líquida en el fondo de ciertos cráteres, pero nunca se ha podido demostrar que existiese vida y la debilidad de la atmósfera marciana hace que sea prácticamente imposible que ésta pueda sustentarse allí. Es sabido, sin embargo, que hace varios miles de millones de años, tras la formación de nuestro sistema planetario, Marte tuvo una atmósfera que retenía el calor haciendo posible la existencia de una notable cantidad de agua líquida, como atestiguan los numerosos relieves fluviales que presenta en su superficie. Este hecho apoya, sin duda, la hipótesis de que pudo haber vida en Marte en otras épocas, pero es muy posible que ahora ya no exista.

Uno de los problemas que se pueden presentar en el caso de encontrar vida en un planeta del sistema solar es determinar si su origen es terrestre o no. Hay que tener en cuenta que hasta hace pocos años no se esterilizaban adecuadamente los distintos vehículos espaciales que se enviaban en las misiones. Debido a las formas de resistencia de microorganismos extremófilos es probable que hayamos “contaminado” las zonas de caída de las distintas sondas planetarias (de hecho ya sucedió un incidente de estas características con la sonda Surveyor 3 destinada a la Luna, en 1967). Desde que se planteó esta posibilidad se realizan trabajos exhaustivos de esterilización con radiación gamma tras la fabricación de los vehículos espaciales.

Como conclusión indicar que la probabilidad de que existan ambientes propicios para la vida en nuestro Sistema Solar es elevada, pero por el momento no se han obtenido resultados concluyentes. Las esperanzas también están puestas en los sistemas extrasolares, ya que existen indicios de que las condiciones en determinados exoplanetas son las idóneas para albergar formas de vida similares a las terrestres.



Bibliografía

- Anand, M., Russel, S. (2006) Searching for signatures of life on Mars: an Fe-isotope perspective. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 361:1715–1720.
- Bernal, J. D. (1968) The relation of microscopic structure to molecular structure. *Q. Rev. Biophys.* 1:81–7.
- Bernstein, M. (2006) Prebiotic materials from on and off the early Earth. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 361:1689–1702.
- Emlen, S.T. (1966) A technique for recording migratory orientation of captive birds. *Auk.* 83:361-367.
- Emlen, S.T. (1969) The celestial guidance system of a migratory bird. *Sky Telesc.* 38:3-6.
- Emlen, S.T. (1970) Celestial rotation: its importance in the development of migratory orientation. *Science* 170:1198-1201.
- Gilbert, W. (1986) The RNA World. *Nature* 319: 618.
- Huber, C., Wächterhäuser, G. (1998) Peptides by activation of amino acids with CO on (Ni, Fe)S surfaces: implications for the origin of life. *Science* 281: 670-672.
- Keeton, W. (1971). Magnets interfere with pigeon homing. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 68: 102-106.
- Keeton, W. (1972) Effects of magnets on pigeon homing. En *Animal Orientation and Navigation*, pp. 579-594.
- Keeton, W., Larkin, T.S., Windsor, D.M. (1974). Normal fluctuations in the Earth's magnetic field influence pigeon orientation. *J. Comp. Physiol.* 95: 95-103.
- Leach, S., Smith, I., Cockell, C. (2006) Introduction: conditions for the emergence of life on the early Earth. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 361:1675–1679.
- Lu, Y., Freeland, S. (2006) On the evolution of the standard amino-acid alphabet. *Genome Biol.* 7:102.
- Luengo, J.M. (2002) The Convergence-Divergence Hypothesis. *World Futures* 58:45-60.
- Martins, Z. *et al.* (2008) Extraterrestrial nucleobases in the Murchison meteorite". *Earth Planet. Sci. Lett.* 270:130-136.

- Miller, S.L. (1953) Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions. *Science* 117: 528.
- Rummel J.D. (2001) Planetary exploration in the time of astrobiology: Protecting against biological contamination. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98:2128-2131.
- Trainer, M., Pavlov, A. (2006) Organic haze on Titan and the early Earth. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103:18035-18042.

Centros de Astrobiología de interés

- Centro de Astrobiología (CSIC/INTA) - (<http://www.cab.inta.es/>)
- Centro de Astrobiología de la NASA - (<http://www.astrobiology.nasa.gov/>)
- Jet Propulsion Laboratory (NASA) – (<http://www.jpl.nasa.gov/>)
- Penn State Astrobiology Research Center – (<http://psarc.geosc.psu.edu/>)
- Asteroid and Comet Impact Hazards – (<http://impact.arc.nasa.gov/>)



Javier Gutiérrez Fernández nació en León en 1987. Actualmente estudia 4º de Biotecnología en la Universidad de León. Pertenece a la Asociación Leonesa de Astronomía desde 2007.



Sergio Valbuena Álvarez nació en León en 1989 y actualmente estudia 2º curso de Biología en la Universidad de León. Pertenece a la Asociación Leonesa de Astronomía desde 2003 y es su secretario desde 2006.



SIGUIENDO LA PISTA

Una evaluación ambiental previa de la Universidad de León.

Ecoauditoría ULE

María Felipe Lucia

cammfl00@unileon.es

Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León.

El proyecto de Ecoauditoría ULE ha sido realizado en el Campus de Vegazana de la Universidad de León durante el período 2003-2007 por alumnos de 5º de Ciencias Ambientales, dirigidos por los profesores y tutores de la asignatura Auditoría Ambiental Aplicada, y bajo la coordinación de la Sección de Medio Ambiente del Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad de la ULE. Gracias a él se han puesto de manifiesto aspectos muy relevantes en cuanto a la sostenibilidad general del campus. Concretamente, la baja conciencia de ahorro energético en sus instalaciones, la gran variabilidad de consumo eléctrico y agua en los diferentes centros, la preferencia de caminar como medio de transporte para los miembros universitarios, seguida de un uso masivo del turismo con un solo ocupante, y finalmente, la percepción global positiva del aspecto ambiental del campus, exceptuando ciertas necesidades, como mejorar la iluminación nocturna y las plazas de aparcamiento para bicicletas.

Palabras clave: ecoauditoría, consumo y calidad del agua usada, eficiencia energética, movilidad vial universitaria, percepción ambiental.

Introducción

El proyecto de realizar una ecoauditoría ambiental en la Universidad de León se remonta al año 2002. Hasta la fecha, la ecoauditoría ambiental ha evaluado ciertos aspectos del Campus de Vegazana de León (*Figura 1*) durante el periodo 2003-2007, que serán analizados posteriormente:

1. Consumo y calidad del agua usada. Coordinadora: Prof. Gemma Ansola González. Prof. Titular de Ecología.
2. Eficiencia energética de sus instalaciones. Coordinador: Prof. José Luis Sánchez Gómez. Catedrático de Física Aplicada.
3. Análisis de movilidad vial. Coordinador: Prof. Estanislao de Luis Calabuig. Catedrático de Ecología.
4. Estudio de percepción ambiental de la comunidad universitaria. Coordinador: Prof. Estanislao de Luis Calabuig. Catedrático de Ecología.

Este proyecto de ecoauditoría ambiental permanece abierto, con lo que se espera su continuación y ampliación en los próximos años, a medida que los nuevos alumnos permitan ampliar la información recopilada.

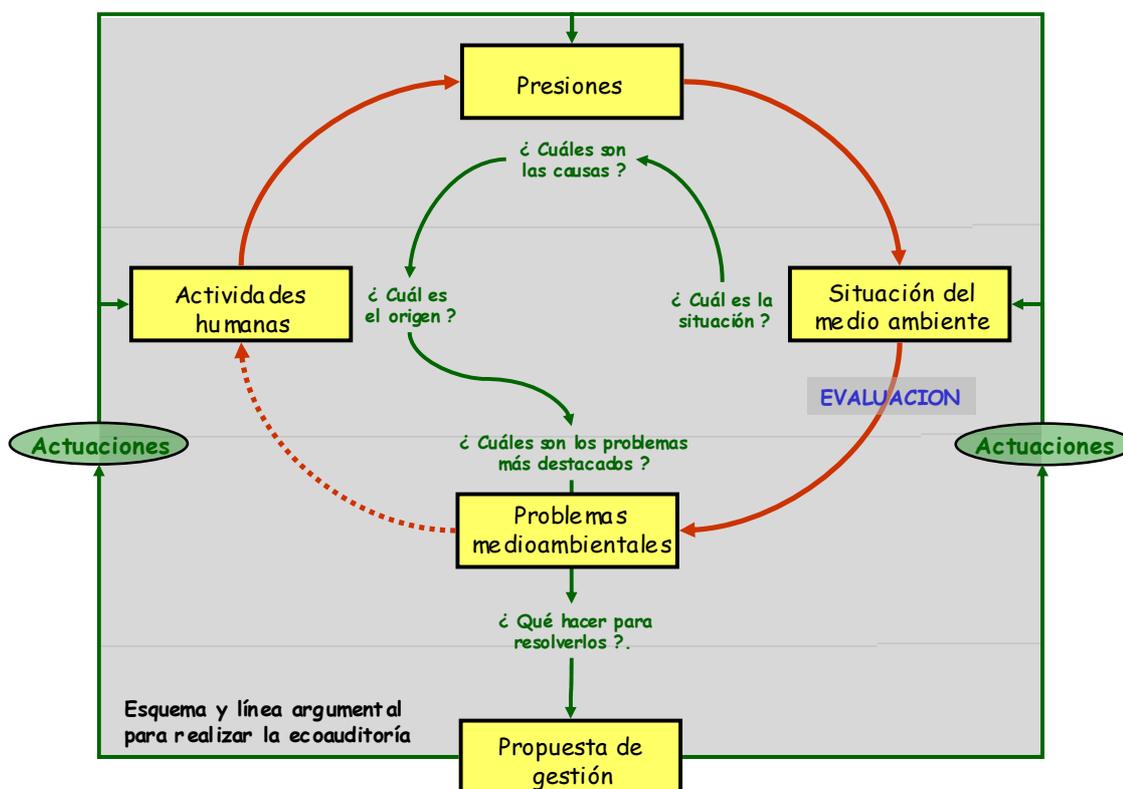


Figura 1. Esquema general de una Ecoauditoría

Consumo y calidad del agua usada

En esta ecoauditoría se analizaron dos aspectos imprescindibles de las aguas de la Universidad de León: la calidad de las aguas de vertido (en Junio de 2004) y los consumos por parte de cada edificio perteneciente a la Universidad durante el periodo 1997-2003.

Este estudio se elaboró con varios fines:

- Conocer la calidad de las aguas vertidas al medio por el Campus de Vegazana.
- Saber si estas aguas se encuentran dentro de los márgenes especificados en las normas correspondientes y su influencia en la salud de la comunidad universitaria.
- Identificar “*grosso modo*” los orígenes de estos vertidos.
- Conocer la tendencia del consumo de aguas de la Universidad de León.
- Proponer medidas ahorradoras de agua en el marco de la Universidad.

Por una parte, para conocer la calidad del agua vertida, se eligieron cinco puntos de muestreo dentro de la red de alcantarillado (*Figura 2*).

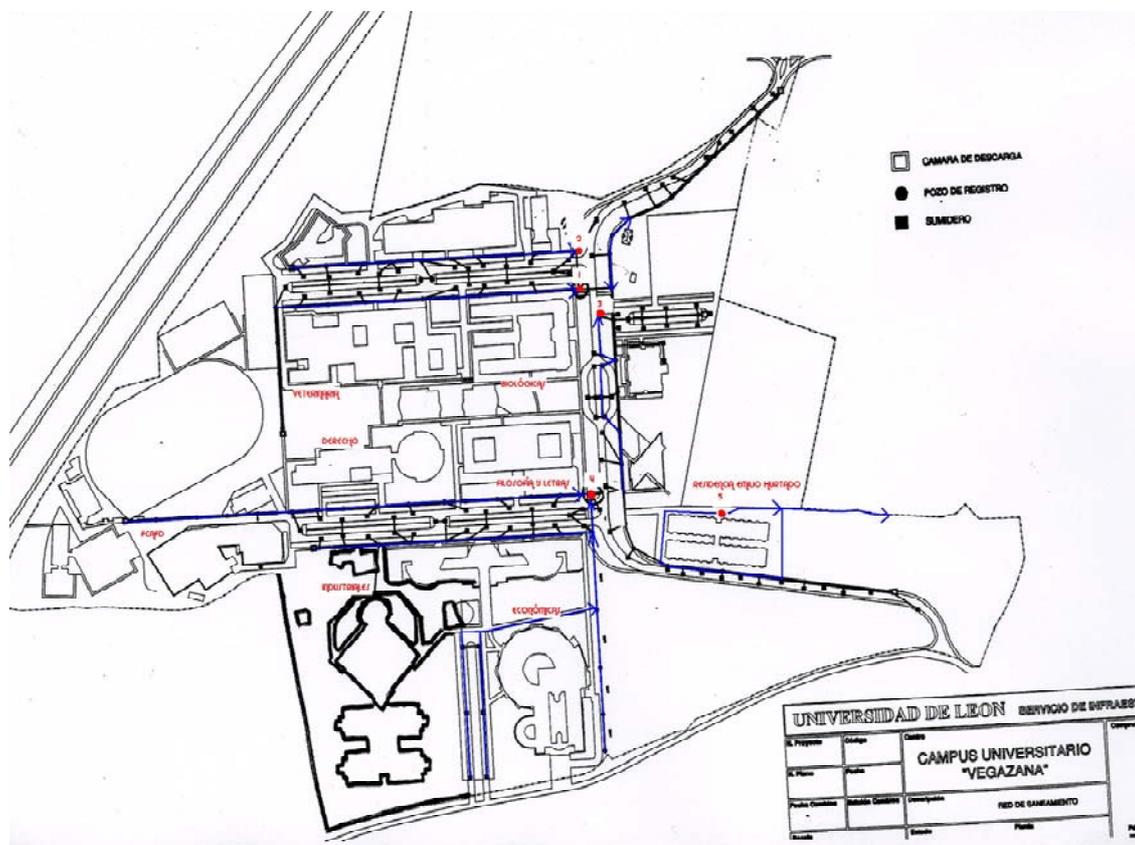


Figura 2. Con puntos rojos se sitúan los puntos de muestreo en el Campus de Vegazana

Los muestreos fueron realizados con un muestreador manual en cada uno de los puntos, donde se tomaron *in situ* las medidas de pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura; recogiendo asimismo varias muestras de agua en recipientes de plástico previamente esterilizados para su posterior análisis en laboratorio, donde se analizó la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅), la Demanda Química de Oxígeno (DQO), el Fósforo Total (PT), el Nitrógeno Kjeldalh (NTK) y los Sólidos en Suspensión Totales (SST) -*Tabla 1*-.

Tabla 1.- Valores de los parámetros analizados en los 5 puntos de muestreo

PUNTO	pH	Cond	O.D.	T ^a	DBO ₅	DQO	PT	NTK	SST
1	7.83	219	8.7	12.8	6	37.6	6.6	2.3	0.004
2	8.19	328	6.4	13.5	19	35.8	13.5	3.3	0.004
3	7.87	222	7.7	12.8	5	32	6.5	2.3	0.004
4	8.10	389	6.4	13.2	46	58.7	25.02	5.1	0.036
5	9.40	335	7.3	12.9	45	55.6	16.44	5.0	0.116

Según Metcalf & Heddy (1998), de forma general podemos decir que la composición del agua caracteriza a un agua residual doméstica de concentración débil en materia orgánica en todos los puntos de muestreo y fuerte en fósforo total en los puntos 4 (frente a la facultad de Filosofía y Letras) y 5 (residencia Emilio Hurtado).

Por otra parte, se estudiaron los consumos en el periodo comprendido entre el primer trimestre de 1997 y el tercero de 2003, recogiendo y estudiando los consumos de agua y alcantarillado a partir de los archivos de cada edificio universitario. La suma anual total para cada año sufre un notorio descenso a lo largo del periodo de estudio. Esta reducción en el consumo de agua se experimenta casi al 50%, desde los 150.000 m³ del año 1997 a los 80.000 m³ consumidos en el año 2003 (*Figura 3*).

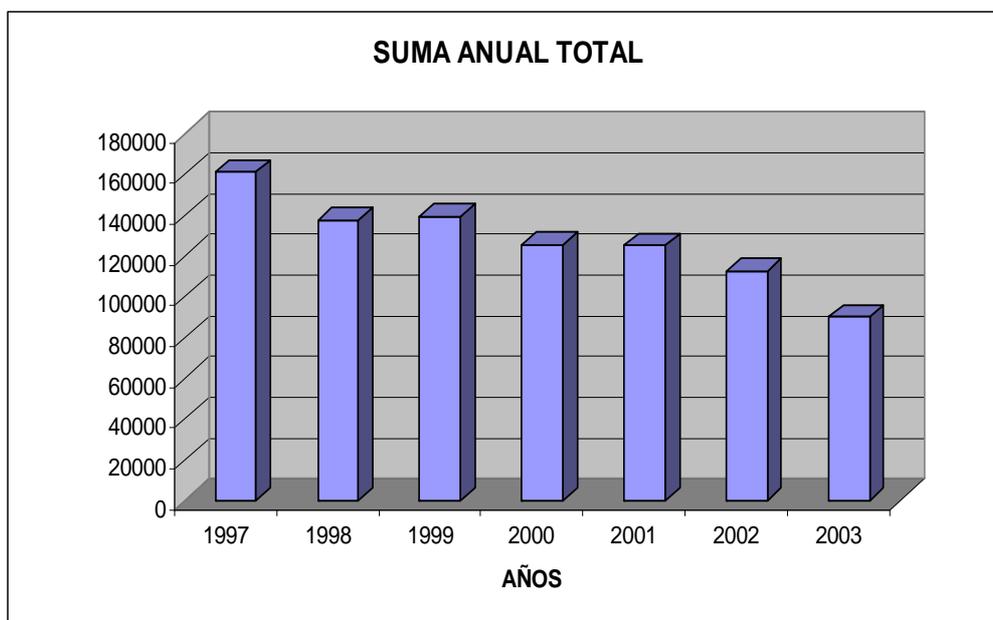


Figura 3. Consumo de agua en m³ en el Campus de Vegazana

Eficiencia energética

La energía es el motor de nuestra sociedad, y de la necesidad de controlar su uso aparece la auditoría energética, en la que se pretende conocer el consumo, detectar los factores que afectan a este consumo y evaluar las oportunidades de ahorro. Concretamente, los objetivos de esta ecoauditoría han sido:

- a) conocer los hábitos de trabajadores y estudiantes en relación al consumo de energía.
- b) determinar si se realiza un uso racional de la energía en la Universidad de León.
- c) mejorar la eficiencia energética para disminuir la contaminación ambiental y abaratar costes.

La ecoauditoría energética se ha realizado por el momento en la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales en junio de 2004, la Biblioteca Universitaria San Isidoro en junio de 2005, la Facultad de Ciencias Económicas en junio de 2006 y por último en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (FCAFD) en junio de 2007.

En general, se observa una disminución del uso de energía eléctrica durante el segundo cuatrimestre, en beneficio de un mayor aprovechamiento de la luz solar. Sin embargo, aquellos despachos en los que se utiliza la luz artificial durante toda la jornada laboral (9 horas o más), la variación apenas se percibe. En este punto destaca especialmente la Biblioteca Universitaria debido a su gran consumo energético. *(Figuras 4 a 7).*

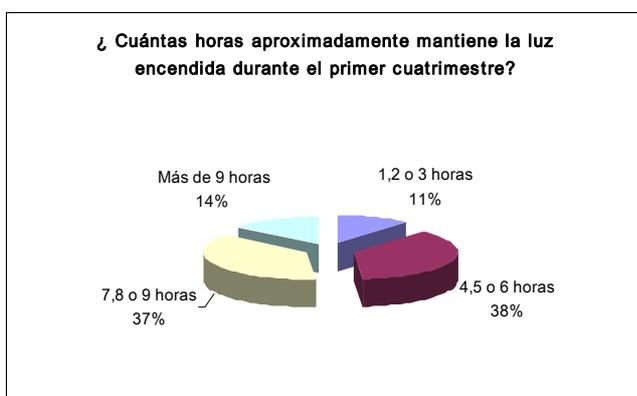


Figura 4. Consumo de luz eléctrica durante el primer cuatrimestre en la FCBA

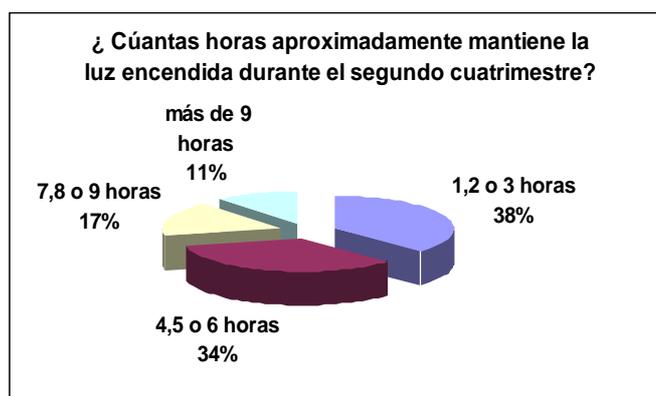


Figura 5. Consumo de luz eléctrica durante el segundo cuatrimestre en la FCBA

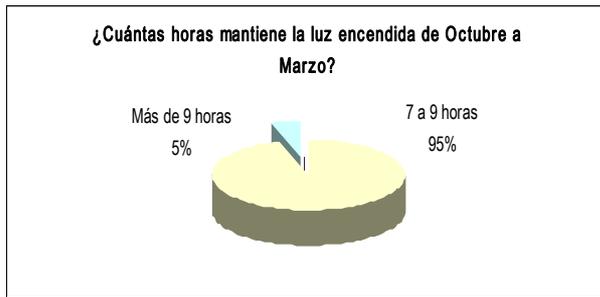


Figura 6. Consumo de luz eléctrica durante el primer cuatrimestre en la Biblioteca San Isidoro

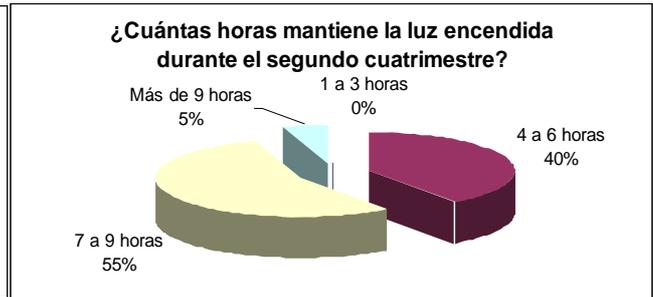


Figura 7. Consumo de luz eléctrica durante el segundo cuatrimestre en la Biblioteca San Isidoro

Respecto al uso del ordenador, los resultados obtenidos son bastantes similares. Se observa que la mayoría de las personas mantienen encendido el ordenador durante toda la jornada laboral, ya que al menos el 60% no apaga el ordenador cuando no lo utiliza, solamente el 30% lo apaga. En FCAFD se mantiene encendido el ordenador durante menos tiempo, según las encuestas, y en la Biblioteca el 90% del personal lo deja encendido durante al menos 7 horas. (**Figura 8 a 10**).

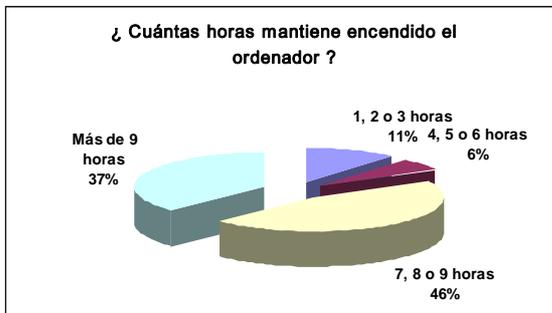


Figura 8. Facultad de CC. Biológicas y Ambientales

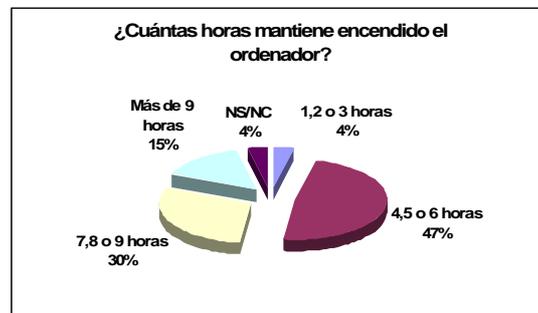


Figura 9. Facultad de CC. de la Actividad Física y el Deporte

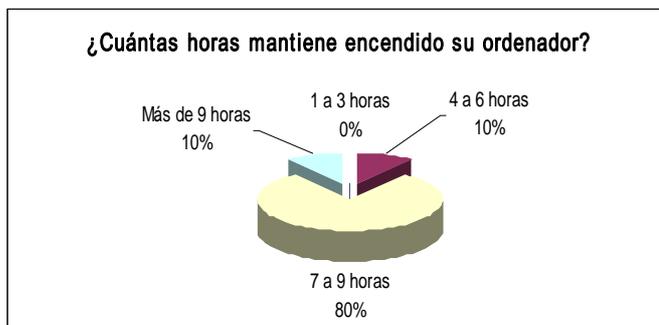


Figura 10. Biblioteca San Isidoro

En cuanto al hábito de apagar la luz al salir del despacho, se mantiene por la mayor parte del Personal Docente e Investigador (PDI) de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, FCAFD y Ciencias Económicas, aunque la mayoría no la apagan cuando salen del despacho por periodos de tiempo inferiores a una hora. Este hecho no resulta del todo incorrecto, siempre que sea debido al uso de bombillas de bajo consumo. Por el contrario, en la Biblioteca San Isidoro, solamente el 30% apaga la luz cuando sale del despacho por un tiempo superior a 45 minutos.

Por otra parte, las encuestas revelan que la mayor parte del PDI de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales y FCAFD aprovechan la luz natural, aunque se muestra como incongruencia que aunque ésta resulte suficiente, se prefiere la luz eléctrica. Asimismo, en la Facultad de Ciencias Económicas y en la Biblioteca San Isidoro, se mantiene la luz artificial aun cuando la solar sea suficiente. Además se revelan descontentos en cuanto a la distribución del mobiliario, que impide aprovechar al máximo la luz natural en la mayor parte de los casos. (*Figuras 11 a 13*).

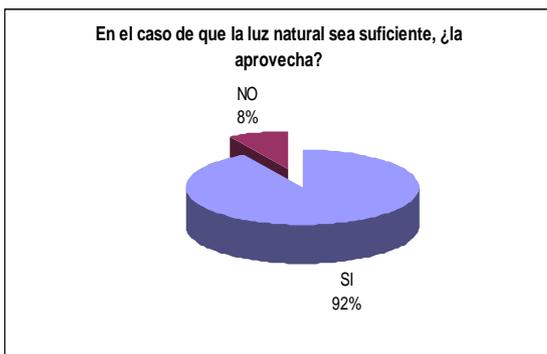


Figura 11. Facultad de CC. Biológicas y Ambientales



Figura 12. Facultad de CC. de la Actividad Física y del Deporte



Figura 13. Biblioteca San Isidoro

Por otra parte, más del 50% del PDI de la facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales y FCAFD considera que la iluminación de su despacho es correcta, y el 70% opina que el mobiliario de su despacho se distribuye de forma óptima para

aprovechar la luz natural, así como que su departamento, en general, hace un uso adecuado de la luz.

Sin embargo, en la Biblioteca San Isidoro y en la facultad de Ciencias Económicas, menos del 50% creen que la iluminación de su despacho es correcta. De hecho, en esta última, las quejas se dan debido al exceso de luz directa que incide en algunos despachos, y a la ausencia de la misma en otros; y sólo el 25% del personal de la Biblioteca están de acuerdo con la iluminación de su lugar de trabajo.

Respecto a la temperatura de los despachos, el 82% del PDI de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales está descontento con la temperatura de los departamentos y considera que ésta es muy variable, sólo el 7% la considera excesiva y el 11% insuficiente. En el caso de padecer calor en el despacho, solamente el 44% cierra el radiador; esto es debido a que en la mayor parte de los casos no es posible cerrar el radiador y el personal tiene que abrir las ventanas. En FCAFD, el 44% del PDI considera la temperatura de los despachos variable, y casi la mitad (45%) excesiva. Sólo el 11% de los encuestados piensa que resulta insuficiente. En la Biblioteca San Isidoro el 45% del personal se muestra descontento con la climatización del edificio; y en la Facultad de Ciencias Económicas cerca del 65% padecen exceso de calor en sus despachos, si bien en este caso la mayor parte puede cerrar el radiador a su voluntad.

El sistema de calefacción conlleva gran malestar para la mayor parte del PDI de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, ya que el 70% se muestran descontentos; del mismo modo que en FCAFD el 70% del profesorado considera inadecuada la calefacción en los gimnasios, ya que no se ajusta a los distintos usos de éste. En la Biblioteca San Isidoro este descontento es aún mayor, llegando al 95% del personal encuestado (*Figuras 14 a 16*).



Figura 14. Facultad de CC. Biológicas y Ambientales



Figura 15. Facultad de CC. de la Actividad Física y del Deporte

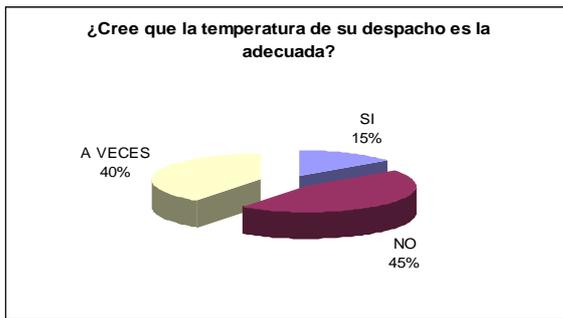


Figura 16. Biblioteca San Isidoro

El segundo estudio realizado trata sobre el consumo de electricidad y evaluó en una primera fase, la evolución del consumo para el periodo 2001 a 2003 de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales y de la Biblioteca San Isidoro.

En el primer caso, se observa una disminución en el consumo de energía durante el periodo estudiado; sin embargo, en la Biblioteca el gasto de energía eléctrica se incrementa año a año, observándose una variación cíclica según los periodos de exámenes, que son en los que más es utilizada la Biblioteca por los estudiantes. Precisamente en los meses de Febrero, Junio y Septiembre la Biblioteca permanece abierta 24 horas al día. Concretamente, en Febrero se consume más electricidad, posiblemente debido al descenso de la luz solar. En Junio, este consumo se incrementa, además, debido al aire acondicionado. El tercer mes récord de consumo es Diciembre, seguido de Enero y Marzo. Un dato sorprendente es el consumo en Julio de 2003 que supera al mes de Junio del mismo año. Los resultados se detallan a continuación en la **Figura 17.**

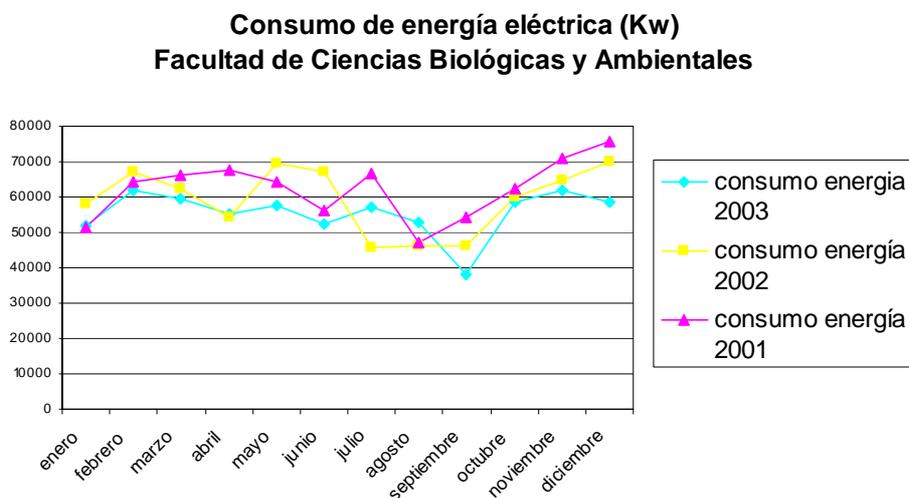


Figura 17. Consumo eléctrico en la Facultad de CC. Biológicas y Ambientales

El resultado del consumo de los puntos de luz en FCAFD (107.986,28 Kw x h / año) es levemente superior al de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales (102.839,93 Kw x h /año). En esta Facultad se estudió además el consumo de los equipos informáticos (108.857,37 Kw x h /año) y del resto de equipos utilizados en departamentos y laboratorios (454.857,70 Kw x h / año), de manera que el consumo eléctrico en los principales puntos de luz (aulas, despachos, pasillos y baños) es el menos costoso para la Facultad, representando sólo el 15% del consumo de electricidad. En segundo lugar el consumo de los equipos informáticos representa el 16% del gasto eléctrico. Y como se desprende de los datos anteriores, el mayor consumo que tiene lugar en la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales es el realizado por el resto de equipos (laboratorios principalmente), que asciende al 68% de los gastos.

En tercer lugar se analizó el consumo de combustible gas para calefacciones en la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales y en la Biblioteca San Isidoro. En este caso, la tendencia es muy distinta al consumo de energía eléctrica, ya que el consumo de combustible para calefacción aumenta, en la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, paulatinamente, excepto en el año 2003, que se produce un incremento desorbitado en el mes de diciembre. En el caso de la Biblioteca, el consumo de gas también se ha visto incrementado, destacando del mismo modo, el dato de Diciembre de 2003. Analizando el valor medio de los meses, se descubre que el mes de mayor consumo corresponde a Febrero, probablemente debido al horario de 24 horas. De todos modos, el consumo real en metros cúbicos, es realmente inferior en el caso de la Biblioteca. Estos datos se reflejan a continuación en la *Figura 18*.

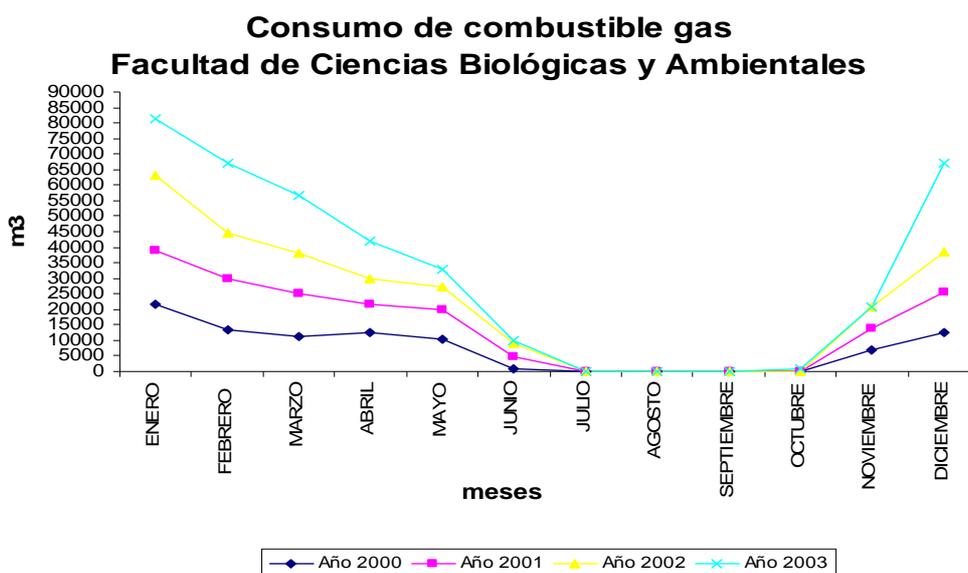


Figura 18. Consumo de gas en la Facultad de CC. Biológicas y Ambientales

Por último se estudió el aislamiento de los edificios a partir de la medición de temperaturas en muros y ventanas.

Los resultados para la Facultad de Ciencias Biológicas se muestran en la **Figura 19**. Se observa cómo la temperatura del muro supera siempre a la de la ventana, y que ésta aumenta paulatinamente, ya que en los puntos de muestreo 5 y 6 se ubican la mayor parte de los despachos y se retiene mejor el calor. La temperatura de las ventanas interiores varía en función de la superficie ocupada por el cristal y el número de radiadores en sus proximidades.

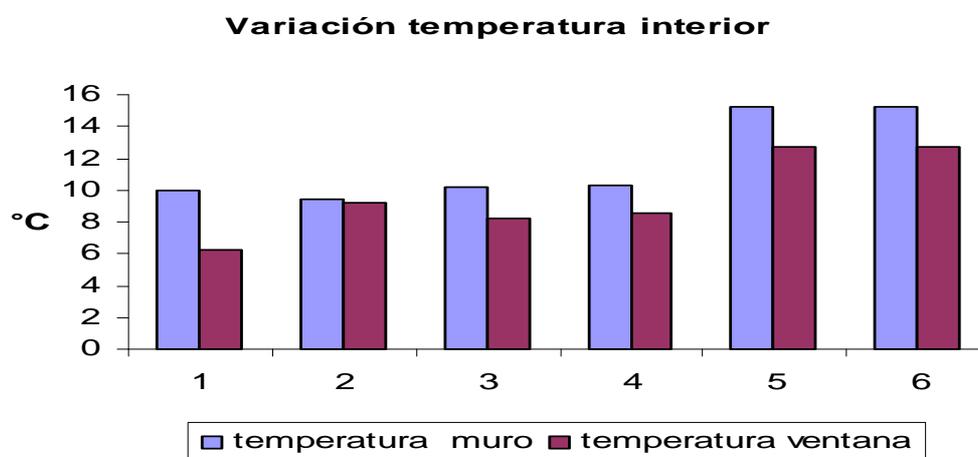


Figura 19. Variación de la temperatura interior en la Facultad de CC. Biológicas y Ambientales

Análisis de movilidad vial

Con la intención de conocer las implicaciones medioambientales de los medios de transporte en el Campus de Vegazana, se fijaron para esta ecoauditoría los objetivos enumerados a continuación:

- Conocer los hábitos de transporte de la comunidad universitaria.
- Identificar los puntos de mayor afluencia al Campus de Vegazana.
- Conocer el grado de utilización de los vehículos como medio de transporte universitario.
- Realizar una aproximación al impacto ambiental que causan estas acciones.
- Buscar soluciones al problema que se genera al medio ambiente.

El estudio se llevó a cabo a partir de los datos obtenidos en tres puntos de muestreo caracterizados por concentrar, entre ellos, todo el tráfico universitario.

Los resultados para la ecoauditoría de transportes muestran que el principal medio de transporte empleado para acceder al campus es, exceptuando aquellos que acuden a pie, el vehículo propio y en segundo lugar el autobús. La mayoría de los que utilizan el coche no lo comparten con ningún otro usuario, según muestran las encuestas (*Figuras 20 y 21*).

Compartir vehículo

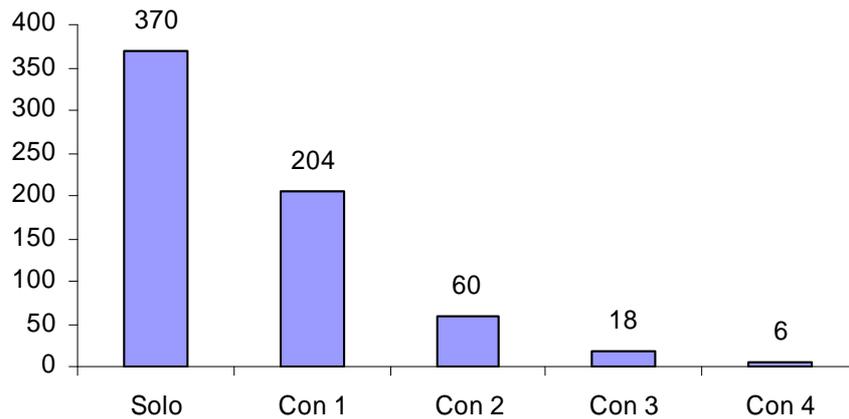


Figura 20. Ocupación de vehículos

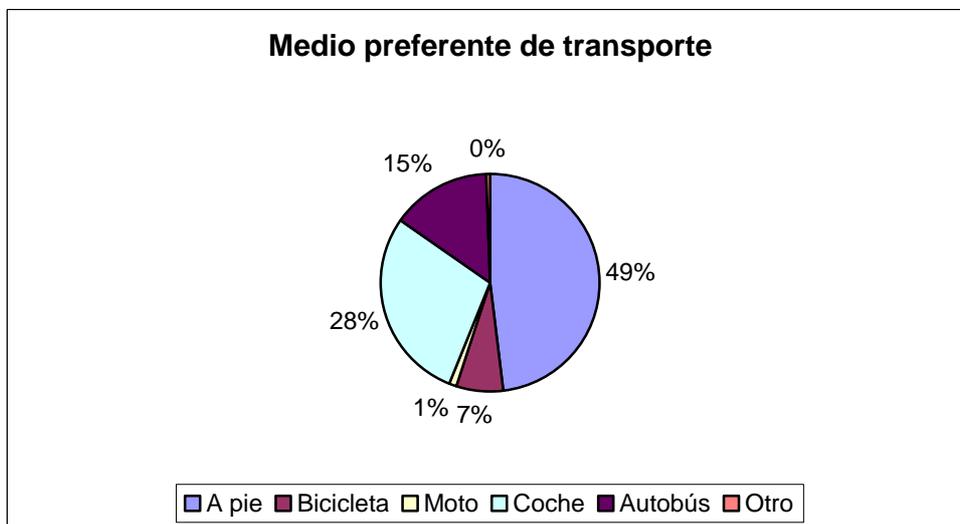


Figura 21. Medio preferente de transporte para los miembros de la comunidad universitaria

Por otra parte, se ha observado que la circulación hacia el centro de León (La Palomera) es mayor que hacia las afueras (La Serna, Villaquilambre), principalmente en las “horas punta” tanto de la mañana como de la tarde, a la entrada y a la salida, aunque especialmente al mediodía, ya que los horarios son similares en todas las facultades. El

menor tránsito observado tiene lugar en el punto 3 (entre la Facultad de Ciencias Económicas y la Facultad de Ingenierías).

Estudio de percepción ambiental

Este estudio se realizó a los miembros de la comunidad universitaria del Campus de Vegazana con el objetivo de:

- -Lograr una estimación cualitativa de la percepción de la calidad ambiental del campus, por parte de la comunidad universitaria, mediante la realización de encuestas.
- -Obtener aquellos datos que permitan, en un trabajo posterior y más exhaustivo, establecer la correlación entre las variables personales y la percepción ambiental de los encuestados.

Los hábitos de los encuestados, que reflejan la mayoría de la comunidad universitaria, revelan que el 49% acude a pie a la Universidad. El 28% lo hace en coche y el 15% en bus. Como segundo medio de transporte se utiliza el autobús un 36%, a pie el 31% y en coche el 23%. Para aquéllos que utilizan el coche, más de la mitad no van acompañados (56% viajan solos), en el 32% de los coches viajan dos ocupantes y sólo se utilizan 3 plazas en el 9% de los vehículos.

Estos datos referentes a los vehículos son bastante sorprendentes ya que según la encuesta, el 43% de las personas vive a menos de 15 minutos a pie del Campus, y otro 43% se encuentran entre 15 y 30 minutos de distancia.

Respecto a las **variables de percepción ambiental**, la mayoría de los encuestados parecen conformes con el número de aparcamientos para coches, así como con su distribución y ubicación. Sin embargo, para los usuarios de la bicicleta, las condiciones son diferentes: casi la mitad considera que el Campus no dispone de plazas suficientes, y que su distribución no es adecuada.

En cuanto a la iluminación exterior nocturna, el 53% de los encuestados la consideran poco o nada adecuada. El número de papeleras parece, asimismo, insuficiente para el 50% de los encuestados, así como el número de contenedores de recogida selectiva y de teléfonos públicos.

La calidad de las construcciones se valora positivamente para el 72% de los encuestados.



En lo referente a los espacios verdes, se considera adecuada su superficie para el 82% de los encuestados, y su ubicación y distribución para el 83%. El número de árboles conviene al 74% de las personas.

Otros aspectos que se han valorado positivamente en esta encuesta han sido los caminos y la señalización orientativa en el interior del Campus, los lugares de reunión al aire libre, los espacios deportivos, los bancos para sentarse, la limpieza, la frecuencia de autobuses urbanos, el orden del tráfico y el número de pasos de peatones existentes.

En general, los aspectos más valorados de nuestro Campus son el número de árboles y la superficie ocupada por espacios verdes, así como su ubicación, distribución y su conservación.

Por el contrario, el número de teléfonos públicos, de plazas para bicicletas, de contenedores de recogida selectiva y la iluminación exterior nocturna, son los aspectos que presentan mayores deficiencias según la opinión de los encuestados.

En cuanto a problemas ambientales, la comunidad universitaria no percibe una especial afección por contaminación acústica o atmosférica, ya que en su opinión ésta es bastante o incluso muy reducida, además de considerar aceptable o bastante adecuada la gestión de los residuos sólidos y peligrosos generados por las distintas facultades del campus.

Conclusiones generales

Aguas Usadas

- elevados contenidos de materia orgánica biodegradable y fósforo.
- no son los edificios con más personal los que consumen mayor volumen de agua, sino aquellos centros en los que se realiza investigación en laboratorios.

Eficiencia Energética

- baja conciencia de ahorro energético.
- la luz natural resulta muchas veces insuficiente.
- escasa adecuación de la temperatura ambiental.
- edificios poco adaptados para aprovechar la energía solar.
- gran variabilidad entre edificios.



Transportes

- la mayoría de los vehículos son turismos con un solo ocupante, aunque con muy poca frecuencia solo se comparte en el trayecto de vuelta, especialmente por la tarde.
- el transporte público tiene buena aceptación.
- el máximo de circulación se concentra entre las 14 y las 15 horas.
- la ocupación de aparcamientos está saturada durante los horarios de clase.

Percepción Ambiental

- FORTALEZAS:
 - cantidad de árboles.
 - superficie, conservación y distribución de espacios verdes.
 - baja contaminación sonora.
- DEBILIDADES:
 - aparcamientos de bicicletas.
 - iluminación exterior nocturna.
 - contenedores de recogida selectiva.
 - teléfonos públicos.

¿CÓMO MEJORAR LA SITUACIÓN?

- Aplicación del Código Técnico de Edificación (CTE)
- Desarrollo de proyectos ambientales (Oficina Verde)
- Respuesta a las demandas de la ciudadanía (Agenda 21 Local León)
- Redacción de una carta de propuestas de mejora para el Campus de Vegazana.

Bibliografía

- Cuadernos del Campus N° 1 y 2. Naturaleza y Medio Ambiente. Universidad de Alcalá. 2006.
- Diagnóstico Ambiental del Campus de la Universidad Autónoma de Barcelona. 2000.
- Ecoauditoría de la Universidad de las Islas Baleares. 1998.
- La sostenibilidad en la Universidades. Ambientalización curricular. Movilidad sostenible. Agenda 21. Universidad de Salamanca. Fundación de Iniciativas locales. Junta de Castilla y León. 2006.



- Memoria 2000-2006 de la Oficina de medio ambiente de la Universidad de Vigo. 2006.
- Metcalf & Eddy. *Ingeniería de Aguas Residuales*. Mc Graw Hill. 1998.
- Recorridos verdes en la Universidad de Santiago de Compostela. 2006.
- Reglamento (CE) N° 761/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de Gestión y Auditoría medioambientales (EMAS).

BAÚL DE LA CIENCIA

El Proyecto Fauna Ibérica: pasado, presente y futuro

Nicolás Pérez Hidalgo, Antonio J. Laborda Navia, M. Pilar Mier Durante, Juan M.

Nieto Nafría, José María Salgado Costas & Luís Felipe Valladares Díez

Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (área de Zoología). Universidad de León.

Palabras clave

Diversidad animal, fauna íbero-balear, faunística, taxonomía, zoología.

El inicio

En 1987 (Resolución 28538 BOE de 28 de diciembre de 1987), y en el marco del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento, se presentó el *Programa Fauna Ibérica* para dar inicio a los trabajos conducentes al conocimiento de la diversidad animal en la Península Ibérica.

Su objetivo, bajo la dirección de M.^a Ángeles Ramos Sánchez (Museo Nacional de Ciencias Naturales), era coordinar los estudios de los investigadores especializados en taxonomía de los diferentes grupos animales, encaminándolos a la redacción de una obra científica que reuniera las especies conocidas en el ámbito íbero-balear y sirviera de base para la creación de un banco de datos de Historia Natural. Se pretendía así cubrir un importante vacío existente en la ciencia española.

El nacimiento del proyecto se presentaba en un panorama científico presidido por la convergencia de dos fenómenos: la crisis de la biodiversidad y el descubrimiento de que el número real de especies es claramente superior al estimado (se presupone que la fauna íbero-balear contaría entre las 50.000 y 60.000 especies). En consecuencia, muchas especies podían (y aún pueden) extinguirse antes de ser descritas. A ello, hay que añadir que la Península Ibérica ostenta la mayor diversidad biológica de Europa occidental (el grado de descubrimiento alcanzado hasta ahora con el Programa así lo demuestra) y que su biota está en parte sin descubrir, debido sobre todo a nuestra limitada tradición científica con respecto a la mayoría de países de nuestro entorno geográfico y cultural. Por este motivo, se carecía de una buena parte de las obras de síntesis, catálogos y bancos de datos necesarios para la identificación de los seres vivos, como las que existían en países de nuestro entorno. Por otro lado, nuestro país es

actualmente en Europa uno de los que cuentan con un mayor número de taxónomos de calidad en Zoología, área científica poco considerada en los últimos tiempos, y ello pese a que cada año se describen 25.000 especies nuevas en el mundo, la mayoría de insectos (5000 nuevas especies de flora y fauna han sido descritas con material íbero-balear en los últimos 30 años, el 60% animales).

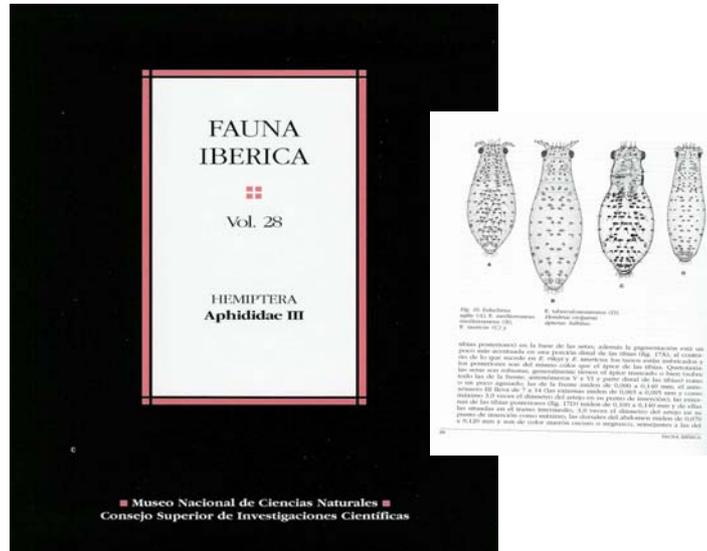


Figura 1. Ejemplar de *Fauna Ibérica*. Se muestra la portada y una ilustración del vol. 28 dedicado al estudio de un grupo de pulgones ibéricos (*Hemiptera: Aphididae*).

El Programa fue concebido inicialmente como un trabajo a largo plazo y se organizó en una serie de proyectos consecutivos e interrelacionados. Esto permitió que el estudio sobre un determinado grupo taxonómico iniciado durante un proyecto pudiera concluirse en otro posterior, dependiendo de la amplitud y del grado de conocimiento del mismo.

El resultado hasta la fecha se cifra en una treintena de monografías (**Figura 1; Tabla 1**) y un buen número de trabajos asociados a ellas: catálogos, publicaciones de nuevas especies, ampliación del conocimiento biológico y ecológico de las mismas, de su distribución, etc... Las monografías contienen una introducción al estudio de cada grupo, claves de identificación y reseñas sobre las características morfológicas y biológicas y sobre la distribución (Península Ibérica e Islas Baleares) de cada taxón. Las ilustraciones consisten normalmente en láminas originales del aspecto general de algunas especies o “hábitus” y de caracteres taxonómicos (**Figuras 2 y 3**). En ocasiones ha sido acompañada de fotografías. Cada volumen incluye, al menos, un completo apéndice de nomenclatura del grupo estudiado.

Tabla 1. Volúmenes publicados en el contexto del proyecto *Fauna Ibérica* hasta la actualidad. En *negrita* volúmenes escritos o en los que han participado especialistas de nuestra universidad.

Vol.	Grupo taxonómico	Año publicación
0	Coleoptera Ptinidae Gibbiinae	1990.
1	Mollusca Cephalopoda	1992
2	Coleoptera Anobiidae	1992
3	Acari Oribatei Poronota	1993
4	Sipuncula	1993
5	Coleoptera Oedemeridae Mycteridae Phytidae Pyrochroidae	1993
6	Hymenoptera Chrysididae	1994
7	Crustacea Branchiopoda	1996
8	Collembola Poduromorpha	1997
9	Acari Oribatei Gymnonota I	1997
10	Reptiles	1998 (2005)
11	Hemiptera Aphididae I	1998
12	Coleoptera Cerambycidae	2000
13	Coleoptera Chrysomelidae I	2000
14	Coleoptera Scarabaeoidea I	2000
15	Acari Oribatei Gymnonota II	2001
16	Hymenoptera Cynipidae	2001
17	Coleoptera Histeridae	2002
18	Diptera Tabanidae	2002
19	Hemiptera Aphididae II	2002
20	Mallophaga Amblycera	2002
21	Annelida Polychaeta II	2003
22	Plecoptera	2003
23	Hymenoptera Apoidea I	2004
24	Amphibia Lissamphibia	2004
25	Annelida Polychaeta I	2004
26	Lepidoptera Zygaenidae	2005
27	Lophophorata Phoronida Brachiopoda	2005
28	Hemiptera Aphididae III	2005
29	Crustacea Copépodos marinos I. Calanoida	2006
30	Nematoda Mononchida Dorylaimoidea	2006
31	Coleoptera Cholevidae (en prensa)	2008
	Coleoptera Hydraenidae (en preparación)	2009-10

(<http://www.fauna-iberica.mncn.csic.es/publicaciones/index.php>)

El presente y el futuro

Actualmente el Proyecto coordina varios subproyectos que se ocuparán durante los próximos tres años del estudio de varios grupos de anélidos (Lumbrineridae Oeonidae y Glyceriformia), de los picnogónidos, de un grupo de nematodos (Dorylaimida), de las especies íbero-baleares de himenópteros de las tribus Cabronini y Oxybelini, de los Ortópteros Ensíferos, de un par de familias de escarabajos coprófagos (Aphodiidae y Aegialiidae), de los adélgidos y filoxeras y de la tribu más numerosa de áfidos (los Macrosiphini).

Una vez establecida una dinámica en el trabajo taxonómico y obtenido abundantes resultados con los proyectos anteriores se ha considerado que el proyecto en curso

(oficialmente “Fauna Ibérica IX”), debía representar también el inicio de una nueva etapa en la que además de continuar los estudios emprendidos e iniciar el de otros muchos grupos animales, se comenzase a procesar la información obtenida en un Banco de Datos Zoológico diseñado en el entorno de un sistema de Información Geográfico que optimice su utilidad y versatilidad, y que sea accesible en la web (<http://iberfauna.mncn.csic.es/index.aspx>).

Los volúmenes de Fauna Ibérica como herramientas de identificación

La información básica que se obtiene con las investigaciones del proyecto permite entre otras aplicaciones saber cómo se reparte la biodiversidad y las causas de los patrones observados, como elementos básicos para el diseño de estrategias de protección consecuentes. Pero sin duda, el principal resultado es la elaboración de herramientas de identificación para cada uno de los grupos animales estudiados, las cuales permiten desarrollar otros trabajos científicos en otras áreas de la ciencia con mayor facilidad.

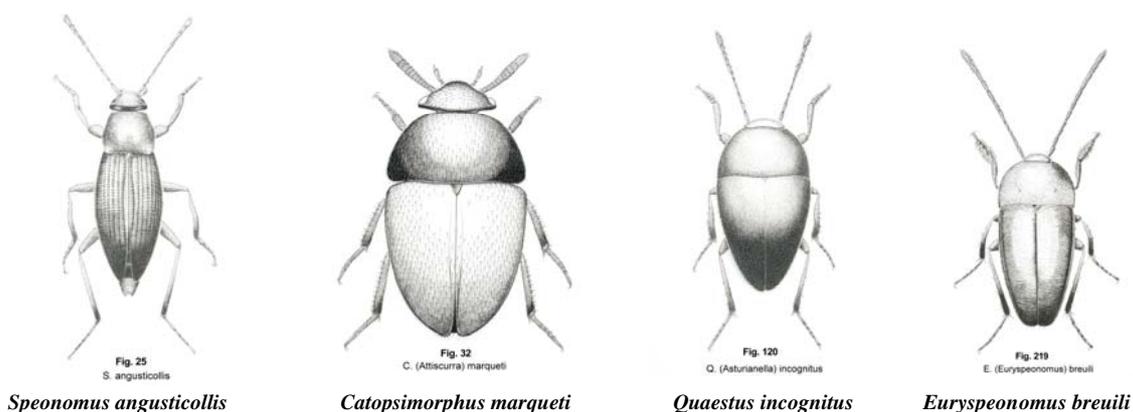


Figura 2. Ilustraciones de algunas de las especies de cholévidos (Coleoptera: Cholevidae) descritas en el vol. 31 de Fauna Ibérica.

La participación de la Universidad de León

Desde el inicio del proyecto el área de Zoología del Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental se ha venido encargando, junto con investigadores de otros centros de España y de Europa, de los néftidos (Antonio José Laborda Navia) en el monográfico dedicado a los poliquetos (Annelida Polychaeta), de dos grupos de coleópteros: los cholévidos (José María Salgado Costas; **Figura 2**) y los hidrénidos (Hydraenidae) (Luis Felipe Valladares Díez; **Figura 3**) y del estudio de los pulgones

(Juan M. Nieto Nafría, M. Pilar Mier Durante, Francisca García Prieto y Nicolás Pérez Hidalgo; **Figuras 1 y 4**).

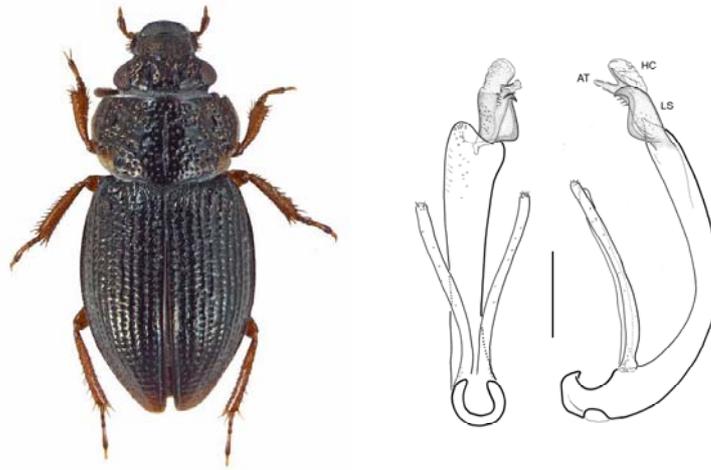


Figura 3. Fotografía del habitus (izquierda) y vistas ventral y lateral del edeago (derecha) de *Ochthebius* (*Asiobates*) *sanabrensis*, especie descrita en 2008 en el contexto del Proyecto Fauna Ibérica VIII. Estas ilustraciones formarán parte del volumen correspondiente a la familia *Hydraenidae* (*Coleoptera*)

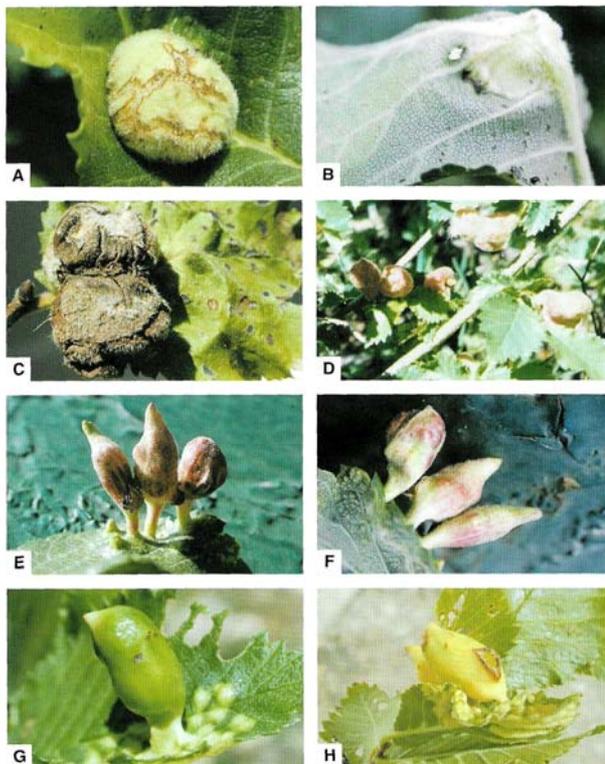


Fig. 121. Agalla de *Kaltenbachiella pallida* (agalla madura vista por el baz (A), vista por el envés (B) y madura abierta (C)), agallas de *Tetraneura* (*Tetraneura*) *caerulea* (D), agallas de *Tetraneura* (*Tetraneurella*) *nigriabdominalis* (E, F) y agallas de *Tetraneura* (*Tetraneura*) *ulmi* (en formación (G) y madura abierta (H)) en *Ulmus minor*.

Figura 4. Detalle de una ilustración del vol. 19 de la serie *Fauna Ibérica* dedicado también a los pulgones ibéricos (*Hemiptera: Aphididae*). En este volumen se incluyen los *Eriosomatinos*, pulgones capaces de inducir agallas sobre su planta hospedadora

UNO DE LOS NUESTROS

CELSO ARÉVALO, pionero de la ecología acuática

Santos Casado de Otaola

La ecología es una ciencia relativamente reciente en términos históricos. A principios del siglo XX aún no estaba consolidada como disciplina integradora, y diferentes ramas ecológicas recibían distintas denominaciones. El estudio primero de los lagos y luego del conjunto de las aguas continentales comenzó a llamarse limnología, pero las investigaciones de índole más biológica y ecológica en estos sistemas también solían agruparse bajo la etiqueta de hidrobiología. Esta fue la denominación preferida por Celso Arévalo, introductor en España de este tipo de estudios en los años diez y veinte del pasado siglo.

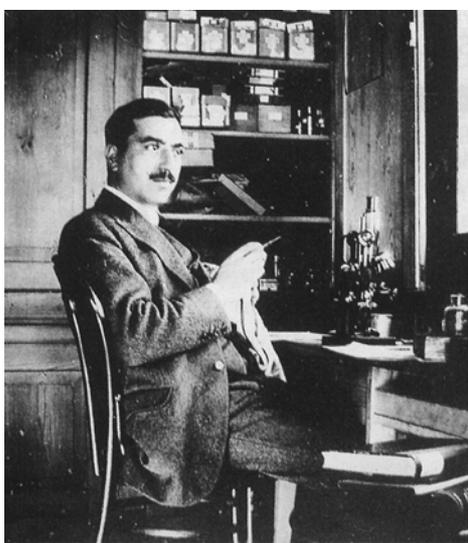


Figura 1. Celso Arévalo Carretero realizó una intensa labor docente e investigadora, iniciando los estudios de hidrobiología o biología de las aguas continentales en España

En 1922 un biólogo llamado Celso Arévalo Carretero (**Figura 1**) estaba planificando una expedición científica al lago de Carucedo (**Figura 2**), en la provincia de León, no muy lejos de la que había sido su localidad natal. Arévalo, en efecto, había nacido en 1885 en Ponferrada, donde por entonces estaba destinado su padre, si bien su familia era de origen segoviano. Su trayectoria personal y profesional le había llevado a especializarse en la biología y la ecología de las aguas continentales, campos apenas desarrollados entonces en España, de modo que estudiar un lago ibérico, como el de Carucedo, era avanzar en un terreno científicamente inexplorado. Así se refleja en la carta enviada por Arévalo a su discípulo Luis Pardo, que iba a colaborar con él en el estudio:

“Como no está hecha ni la parte topográfica habremos hasta de levantar los planos y hacer todos los trabajos topográficos además de los biológicos así es que la excursión sera instructiva y aunque nos favorezca el buen tiempo duradera pues habrá mucho que hacer aunque procuraremos acortarla intensificando todo lo posible el trabajo.”

Lamentablemente, la pequeña monografía que, con los resultados de esta expedición, publicó Arévalo en 1923 sobre *El lago de Carucedo* fue el último trabajo

original de investigación limnológica que el ponferradino llegó a publicar. ¿Cuál había sido la trayectoria de Arévalo como biólogo acuático y cómo había llegado a especializarse en este campo?



Figura 2. Vista parcial del Lago de Carucedo.

Celso Arévalo destacó desde niño por su brillantez como estudiante. Siguió estudios de Ciencias Naturales en la Universidad Central, en la que se graduó como licenciado en 1903, con solo dieciocho años, para doctorarse al año siguiente. Alternó a continuación puestos como docente auxiliar en las universidades Central y de Zaragoza con estancias de formación e investigación en la Estación de Biología Marítima de Santander, único centro dedicado por entonces en España a la investigación marina, a donde acudió con sendas becas, o pensiones, según la terminología de la época, concedidas por el Museo de Ciencias Naturales en 1904 y 1905.

Docente e investigador en hidrobiología

En 1909 inició su dedicación profesional, que ya no iba a abandonar, como catedrático de historia natural en institutos de enseñanza secundaria, tras ganar la correspondiente oposición. Su primer destino fue Mahón (Menorca, Baleares), de donde pasó a Salamanca y por fin, en 1912, a Valencia. En Valencia debió de considerar Arévalo que alcanzaba una primera consolidación profesional y, desde su llegada al



Instituto General y Técnico de la ciudad, comenzó a poner en marcha los proyectos de investigación científica a los que no había renunciado por seguir la carrera docente. Tomando el modelo de las estaciones costeras, que había conocido de primera mano en Santander, y sabedor de que no había en España, pero sí en otros países europeos y en Norteamérica, centros equivalentes destinados al estudio de ríos y lagos, resolvió dedicar sus esfuerzos al estudio de las aguas continentales, comenzando por la laguna de L'Albufera, próxima a la ciudad de Valencia. Al amparo del Instituto en el que trabajaba, y con el apoyo de su Director Francisco Morote, montó lo que pronto iba a denominar Laboratorio de Hidrobiología.

Los años valencianos, hasta su traslado a Madrid en 1919, y su dedicación a la hidrobiología, o biología de las aguas continentales, representan la etapa más fecunda y original de la trayectoria científica de Arévalo. Sus mayores logros fueron la introducción en España de un tipo de estudios hasta entonces prácticamente desconocidos y la adopción en los mismos de un claro enfoque ecológico, siguiendo la tendencia internacional de la biología acuática del momento. Arévalo, en efecto, estudió L'Albufera y otros sistemas acuáticos desde la nueva aproximación científica de la ecología, tratando de integrar el conocimiento del medio físico con las comunidades de organismos que lo pueblan y estudiando las variaciones espaciales y temporales de éstas. Fue el primer naturalista español en publicar trabajos solventes sobre los organismos del zooplancton de las aguas continentales, especialmente los rotíferos y los crustáceos cladóceros. Todo ello desde la modestia de los medios de su laboratorio, reconocido oficialmente como Laboratorio de Hidrobiología Española por Real Orden de 26 de octubre de 1917. En Valencia Arévalo formó a su principal discípulo, el biólogo Luis Pardo García.

Prolífico autor de trabajos de investigación y divulgativos

En 1918 gana cátedra en el Instituto del Cardenal Cisneros, en Madrid, a donde se traslada en 1919. Convince entonces al Museo Nacional de Ciencias Naturales para que cree una Sección de Hidrobiología, de la que se hace cargo. Desavenencias con el centro motivaron su salida a finales de 1931, no sin antes dejar nuevos trabajos de investigación, como la monografía sobre el lago de Carucedo mencionada al principio de este artículo, y un libro de alta divulgación, *La vida en las aguas dulces* de 1929, que fue durante mucho tiempo el único manual de ecología acuática disponible en castellano. Otra parte de su obra se reflejó, por un lado, en breves notas y artículos

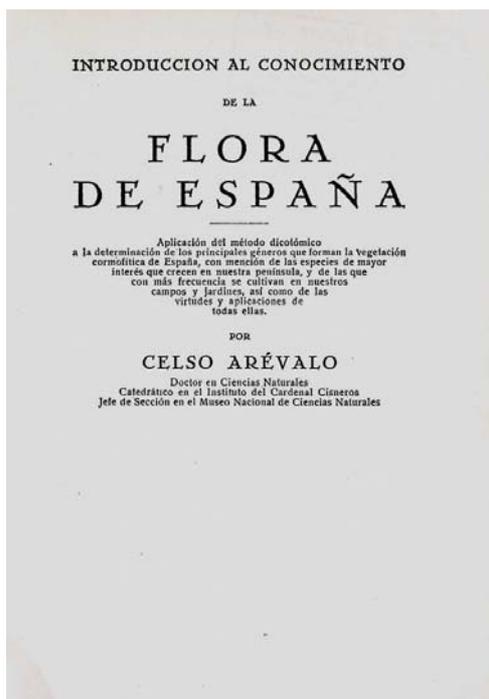


Figura 3. Edición de 1966 de la Introducción al conocimiento de la Flora de España; ejemplar que se conserva en el Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Botánica) de nuestra Facultad

especializados y, por otro, en manuales generales de historia natural para la enseñanza y la divulgación, de todo lo cual se ofrece más abajo una selección. En esta última faceta, obviamente vinculada a su permanente dedicación profesional como docente, Arévalo destacó también como naturalista moderno, al día de las novedades teóricas en biología y cultivador de una pedagogía basada en el campo y el laboratorio. Sus convicciones católicas en lo religioso y conservadoras en lo político fueron, en su caso, compatibles con una actitud intelectual de activa apertura a la modernización científica. A todo ello añadió inquietudes y conocimientos específicos sobre su tierra segoviana, que le llevaron a publicar durante 1931 y 1932 la revista *Cultura Segoviana*, en cuyas páginas hizo gala de sus conocimientos históricos y especialmente numismáticos.

Tras la guerra de 1936 a 1939, y sin abandonar su vinculación al Instituto del Cardenal Cisneros, del que fue nombrado Director en 1943, Arévalo se reincorporó brevemente al Museo como Vicedirector. Aquejado de una enfermedad cancerosa, que progresó rápidamente, falleció en Madrid en 1944.

Algunas publicaciones de Celso Arévalo Carretero

- *Modificación del procedimiento de Delesse para el análisis mecánico de rocas.* Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (1903), tomo III, pp. 281-285.
- *Ensayo de una clasificación y nomenclatura cristalográfica.* Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (1904), tomo IV, pp. 137-144.
- *Contribución al estudio de los Hidrozooarios españoles existentes en la Estación de Biología Marítima de Santander.* Memorias de la Real Sociedad de Historia Natural (1906) tomo IV, pp. 79-109.
- *La Hidrobiología como Ciencia creada por las nuevas orientaciones de la Historia Natural.* Ibérica (1914) volumen II, pp. 317-319.
- *Compendio de anatomía y fisiología humanas.* Valencia, Tipografía Moderna, 1917, 149 pp., ilustrado.
- *Notas hidrobiológicas.* Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (1920), tomo XX, pp. 163-168.
- *El lago de Carucedo.* Memorias de la Real Sociedad de Historia Natural (1923), tomo XI, Memoria 8, pp. 305-330.
- *Introducción al conocimiento de la flora de España.* Madrid, 1924, 231 pp. y 132 figuras. (ver **Figura 3**) (Este texto tuvo varias ediciones hasta los años sesenta).
- *Geología con nociones de cristalografía.* Madrid, 1925, 271 pp. y 277 figuras.
- *Nociones de historia natural. Adaptadas al cuestionario oficial vigente.* Imprenta de Antonio Marzo, Madrid, 1928, 236 pp. y 423 figuras.
- *La vida en las aguas dulces.* Editorial Labor, Madrid, 1929, 198 pp y 85 figuras.
- *Historia Natural Popular.* Editorial Ramón Sopena, Barcelona, 1931, 448 pp.y 289 figuras.
- *Animales salvajes y domésticos de los diversos países.* Imprenta de Antonio Marzo, Madrid, 1933, 86 pp. y 45 ilustraciones.
- *La Historia Natural en España. Aplicación del método histórico al estudio de las Ciencias Naturales.* Unión Poligráfica, Madrid, 1935, 149 pp. y 68 figuras.



Santos Casado de Otaola (Madrid, 1964) es Doctor en Biología por la Universidad Autónoma de Madrid (1994) y se ha especializado en historia de la ciencia. Actualmente trabaja en la Fundación Fernando González Bernáldez y, como Profesor Asociado, en el Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid.

Ha publicado libros y artículos, de investigación y divulgación, sobre historia de la ciencia, historia de la conservación de la naturaleza y cultura científica, entre ellos Los primeros pasos de la ecología en España (Ministerio de Agricultura, 1997) y La escritura de la naturaleza (Caja Madrid, 2001). Ha organizado exposiciones de historia de la ciencia como Un siglo de ciencia en España (Residencia de Estudiantes, Madrid, 1998-1999) y 150 años de ecología en España (Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 2007-2008).

MI PROYECTO DE TESIS

Mecanismos de resistencia a arsénico por la corinebacteria *Corynebacterium glutamicum*

Efrén Ordóñez del Amo

Área de Microbiología. Departamento de Biología Molecular. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León.

eorda@unileon.es.

A pesar de su reconocida fama como potente agente tóxico, el arsénico (As), presente en la Tierra desde su génesis, es utilizado por algunos microorganismos en sus versátiles redes metabólicas: en su forma oxidada en procesos de respiración anaeróbica (arseniato-AsV) o como fuente de energía en estado reducido (arsenito –AsIII-); estos procesos constituirían excepciones en relación con la toxicidad que provoca el arsénico en las seres vivos, por lo que muchos microorganismos desarrollan mecanismos de defensa al arsénico en lo que se conoce como procesos de desintoxicación. Esta capacidad está conferida por genes asociados al cromosoma o a elementos extracromosómicos (plásmidos) de la bacteria. Los genes de resistencia a arsénico están generalmente organizados en operones, siendo los más representativos los formados por unidades transcripcionales de tres (*arsRBC*) o cinco genes (*arsRDABC*). El sistema de tres genes está compuesto por un represor transcripcional de arsénico (ArsR) capaz de actuar en “trans” y que responde a variaciones medioambientales de arsenito. El represor controla la expresión de los genes *arsB* y *arsC*, que codifican respectivamente para una arsenito permeasa (expulsa arsenito de las células; Meng et al., 2004), y una arseniato reductasa (reduce arseniato a arsenito; Mukhopadhyay y Rosen 2002). El sistema de 5 genes, presente en los plásmidos de *E. coli* R773 y R46 (entre otros), presenta el gen *arsA* que codifica para una ATPasa intracelular (forma complejos proteicos con ArsB) y *arsD* que codifica para una chaperona de arsénico (facilita la salida de arsenito por la bomba ArsAB), además de los genes ya indicados anteriormente.

Las corinebacterias han sido objeto de especial análisis en el Área de Microbiología durante más de dos décadas por su interés en procesos biotecnológicos.

Uno de sus representantes, *Corynebacterium glutamicum* ATCC 13032 el cual está siendo objeto de estudio en la presente Tesis, presenta una inusitada resistencia a formas inorgánicas de arsénico (Mateos et al. 2006; **Figura 1**).

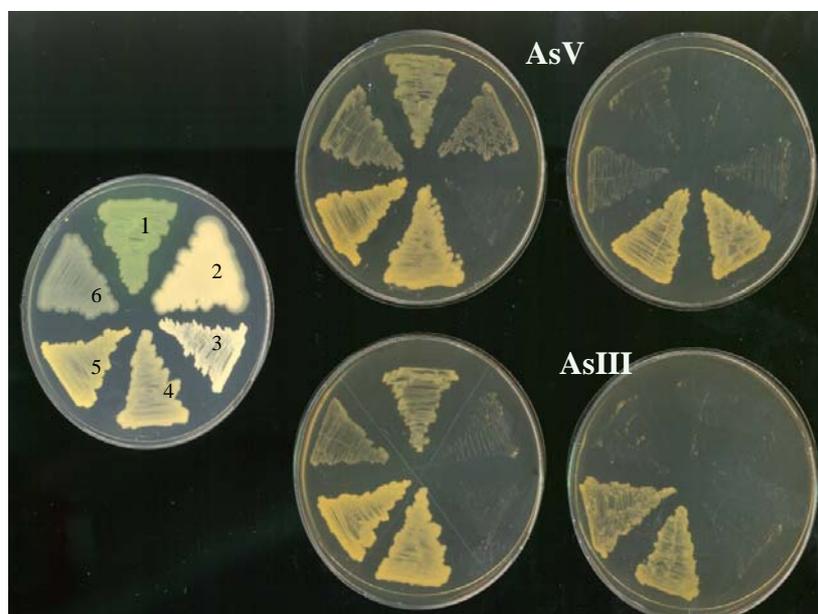


Figura 1. Microorganismos y resistencia a arseniato (*AsV*) y arsenito (*AsIII*). (1) *Pseudomonas*; (2) *Bacillus*; (3) *Staphylococcus*; (4) *Rhodococcus*; (5) *Corynebacterium*; (6) *Escherichia*

En esta bacteria se han localizado dos operones cromosomales implicados en resistencia a arsénico, y cada uno de los operones responde al sistema de operones de tres componentes (*arsRBC*). Sin embargo el aspecto más novedoso ha sido el descubrir que los productos de expresión génica (proteínas) presentan mecanismos de acción distintos a los descritos previamente para otras bacterias. El núcleo central del presente trabajo de investigación lo constituye la caracterización del regulador *ArsR* de *C. glutamicum*; éste controla la expresión global de los operones (*arsI* y *ars2*) en base a la presencia o no de arsenito en la célula (Ordóñez et al; 2005; Ordóñez et al., 2008). Además se ha abordado la caracterización de una nueva clase de arseniato reductasas (*ArsCs*), que depende en su mecanismo de acción del pseudoazúcar mycothiol; esta molécula es exclusiva del grupo de los actinomicetos (microorganismos Gram-positivos) y está implicada en mantener el equilibrio redox en la célula y servir de cofactor en procesos celulares (equivalente al glutatión en otros organismos). Este descubrimiento nos permitirá establecer una nueva subfamilia de arseniato reductasas que utilizan mycothiol y mycorredoxinas en su mecanismo de acción (Ordóñez et al.,

2008). Desde un punto de vista más general se ha caracterizado también el fenotipo proporcionado por los genes para las permeasas de arsenito (*arsB*/ACR3), aunque estos análisis están siendo objeto de otra Tesis Doctoral.

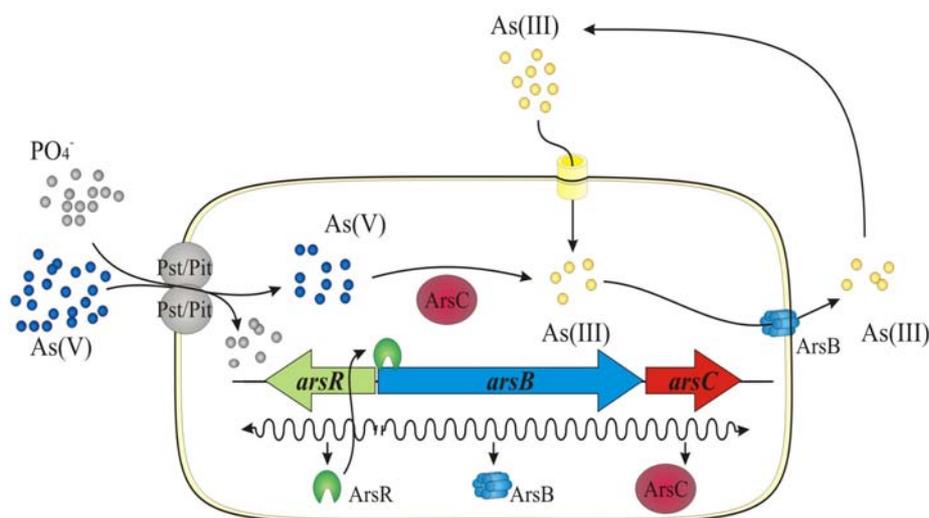


Figura 2. Vías de entrada de AsV, de AsIII y mecanismo molecular de desintoxicación de As en corinebacterias (operón *ars*: *arsRBC*).

En base a todos estos datos se ha establecido la ruta completa de desintoxicación de arsénico en *C. glutamicum* (**Figura 2**), ruta que ha permitido el desarrollo y diseño de microorganismos con elevado potencial para su uso en biorremediación; este segundo objetivo es consecuencia de los análisis básicos efectuados para cada uno de los genes de los operones *ars1* y *ars2* en *C. glutamicum*. Se han obtenido mutantes de *C. glutamicum* capaces de especiar arsénico (formas de arsenito o de arseniato) y mutantes capaces de contener desde 50 a 100 veces más arsénico que la bacteria silvestre original (Feo et al., 2007).

Bibliografía (incluye las publicaciones surgidas del proyecto de tesis).

- Feo JC, Ordóñez E, Letek M, Castro MA, Muñoz MI, Gil JA, Mateos LM, Aller AJ. (2007) Retention of inorganic arsenic by coryneform mutant strains. *Wat. Res.* 41:531-542.
- Meng YL, Liu Z, Rosen BP. (2004) As(III) and Sb(III) uptake by GlpF and efflux by ArsB in *Escherichia coli*. *J. Biol. Chem.* 279:18334-41.
- Mukhopadhyay R, Rosen BP. (2002) Arsenate reductases in prokaryotes and eukaryotes. *Environ. Health. Perspect.* 5:745-8.

- Mateos LM, Ordóñez E, Letek M, Gil JA. (2006) *Corynebacterium glutamicum* as a model bacterium for the bioremediation of arsenic. *Int. Microbiol.* 9:207-15.
- Ordóñez E, Letek M, Valbuena N, Gil JA, Mateos LM. (2005) Analysis of genes involved in arsenic resistance in *Corynebacterium glutamicum* ATCC 13032. *Appl. Environ. Microbiol.* 71:6206-15.
- Ordóñez E, Thiyagarajan S, Cook JD, Stemmler TL, Gil JA, Mateos LM, Rosen BP. (2008) Evolution of metal(loid) binding sites in transcriptional regulators. *J. Biol. Chem.* 283:25706-14.
- Ordóñez E, Van Belle K, De Galan S, Letek M, Gil JA, Wyns L, Mateos LM, Messens J. Arsenate reductase from *Corynebacterium glutamicum* imposes a mycothiol-dependent mechanism. (En preparación.)

Dirigida por:

Dr. Luis Mariano Mateos Delgado (Departamento de Biología Molecular)

Dr. José Antonio Gil Santos (Departamento de Biología Molecular)

Otros miembros del equipo de investigación:

Michal Letek Polberg; María Fiuza y Almudena F. Villadangos

Galería de fotos



El autor de la tesis doctoral Efrén Ordóñez del Amo

AMBIÓLOGOS DE AQUÍ

Destinos de un biólogo cantábrico

Borja Jiménez-Alfaro González

Jardín Botánico Atlántico

Universidad de Oviedo

Una mañana fría de invierno del año 1997 llegaba tarde a clase, a la facultad de Biología de León. Dando ya por empezada la lección y sin ánimo de interrumpir al profesor, me quedé parado, pensativo, delante de la puerta oeste de la facultad. Había un papel impreso anunciando la convocatoria de las becas Erasmus para el extranjero, cuyo plazo terminaba en pocos días, y de las cuales apenas había oído hablar en aquel momento. Me pareció una magnífica manera de aprovechar la clase perdida, así que me dirigí a la secretaría para cubrir una solicitud.

Al cabo de unos meses, y ya habiendo olvidado el asunto, recibí una carta de la Universidad comunicándome que había sido seleccionado para cursar el último año de carrera en la isla de Cerdeña. Durante un año escolar participé de la vida universitaria de la ciudad de Cagliari, estudiando y colaborando en el departamento de botánica y en el jardín botánico universitario. Sin haber tenido antes especial afinidad por la botánica, la experiencia resultó muy gratificante, permitiéndome conocer y disfrutar de la vegetación de esa magnífica isla mediterránea, además de la experiencia personal que la beca Erasmus conlleva. Pero lo que no sabía en aquel momento era que aquel día que llegué tarde a clase iba a marcar, de algún modo, los siguientes doce años de mi vida, al término de los cuáles escribo estas líneas.

Una vez de vuelta en León, y terminada la carrera de Biología, pensaba en las opciones de posgrado como única alternativa para desarrollar tan difícil profesión. En algún momento me enteré o me informaron de las becas Leonardo, en aquel momento en sus primeros años, y pensadas para desarrollar trabajos en prácticas en países europeos. Decidí entonces afanarme en buscar un centro de destino que me aceptara (entonces no había ninguna opción para biólogos), poniendo como objetivo los parques nacionales de Italia, justificando con mi estancia Erasmus el conocimiento del idioma. Tuve mucha fortuna y fueron varios los parques que me aceptaron, pero uno de ellos ofrecía un trabajo que me pareció especialmente interesante. Se trataba de participar en una campaña de reintroducción de oso pardo y cabra alpina en los Alpes italianos, en las





Dolomitas. Durante 8 meses de estancia en los Alpes pude aprender muchas técnicas que luego me serían muy útiles. Además, y casi sin darme cuenta, participé en una disciplina, la biología de la conservación, que después de varios años y por causas del azar (o no) desarrollaría en mi tesis doctoral, aunque desde una perspectiva botánica.

A finales del año 2000 volví de nuevo a León, reanudando las incertidumbres sobre las salidas profesionales de un biólogo en paro. Este es sin duda el punto crítico de cualquier recién licenciado. El punto donde seguramente más interviene el azar o la oportunidad. El punto donde unos piensan en becas predoctorales, y otros en cursos o máster. Y las oportunidades eran, como es de suponer, mínimas. Después de mucho buscar me fijé en un instituto de la Universidad de Oviedo (INDUROT), especialistas en Sistemas de Información Geográfica, técnicas que había utilizado durante la estancia Leonardo, y que me atraían enormemente. Casualmente (o no), había conocido a personal de ese centro durante mi estancia Erasmus, así que pude hacer llegar una autocandidatura para hacer cualquier cosa que hiciera falta. Pasaron varios meses hasta que me llegase una oportunidad, a través de un proyecto de cartografía de riesgos de incendios.

Mi labor en el INDUROT consistió en evaluar la cubierta vegetal, así que para ello tenía que acudir a la sección de botánica del centro. Casi en el mismo periodo, esta sección comenzó a trabajar en proyectos de conservación de flora y en el desarrollo de un ambicioso proyecto para la creación de un jardín botánico. Surgió entonces la posibilidad de participar en estos proyectos, y en ellos me embarqué durante los tres años sucesivos, desarrollando una actividad botánica que culminaría con la inauguración del Jardín Botánico Atlántico, en el año 2003.

A partir de entonces, el equipo que había trabajado en el proyecto se reconvirtió en el “equipo científico” del jardín. En este momento mi actividad profesional estaba tomando una dirección de “no retorno”, que quedó sellada con el comienzo de la tesis doctoral en el propio Jardín Botánico. Después de cruzar tantas veces la cordillera, de León a Asturias y viceversa, y de haber pateado los montes leoneses durante la carrera y los asturianos durante los tres años anteriores, no me quedó otra que enfocar el doctorado en la Cordillera Cantábrica.

El año 2008 leí mi tesis doctoral en la Universidad de Oviedo, bajo el título “*Biología de la Conservación de plantas vasculares en la Cordillera Cantábrica. Prioridades y casos de estudio*”. La tesis fue el resultado de aplicar parte de la actividad

desarrollada con los proyectos del jardín botánico, si bien también he podido aplicar y aprovechar mucho de lo que aprendí durante todos los años anteriores (la carrera, las becas para licenciados, los primeros años en el Indurot, etc.). Echando la vista atrás, parece que todo está interrelacionado y conectado como por casualidad (o no). Sirva como ejemplo el hecho de que en estos momentos estamos editando en el Jardín Botánico un libro sobre técnicas de conservación de plantas, en colaboración con personas que conocí en el ortobotánico donde estuve de Erasmus, hace 12 años.

No dejo de preguntarme qué hubiese sucedido, o dónde estaría yo ahora, si aquella mañana fría de invierno me hubiese levantado a la hora adecuada, y en lugar de informarme sobre esas becas Erasmus hubiese ido a clase, sin más. Si no hubiera estado de Erasmus no habría tenido ninguna razón para solicitar una beca a Italia, y si no hubiera disfrutado de ambas becas no habría tenido especial afinidad por técnicas o ramas de la biología que a la postre provocaron (o no) mi dedicación a la conservación de plantas. Espero volver a replantearme estas cosas dentro de otros 12 años.



Borja Jiménez-Alfaro guiando a alumnos de la Facultad de CC. Biológicas y Ambientales durante una visita al Jardín Botánico Atlántico de Gijón

NOTICIAS DE ACTUALIDAD

PROGRAMA “CONFERENCIAS CAROLINA RODRIGUEZ”

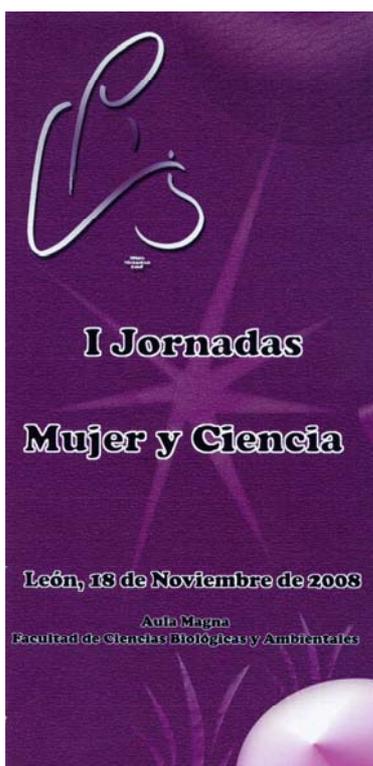
La Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, durante el primer cuatrimestre del presente curso, ha acogido la celebración de varias conferencias promovidas por la Fundación “Carolina Rodríguez”, entre las que destacamos las siguientes:

“**Agua, Territorios y Población**”. D. Antonio Fanlo Loras. Catedrático de Derecho Administrativo. Universidad de la Rioja.

“**Cara y Cruz de la Combustión en la Generación de Energía**”. D. Amable Liñán Martínez. Catedrático de la E.T.S.I. Aeronáuticos. Universidad Politécnica de Madrid. Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica.

“**Alternativas a la Crisis Alimentaria desde los Campesinos del Sur**”. Dña. Cristina Carles. Veterinaria. Miembro de Veterinarios sin Fronteras. Barcelona.

“**El Caballo en la Historia de España**”. D. Miguel Abad Gavín. Catedrático Emérito de la Facultad de Veterinaria. Universidad de León



I Jornadas Mujer y Ciencia

La **Asociación de Biotecnólogos de León (ABLE)** organizó el 18 de noviembre de 2008 la **I Jornada Mujer y Ciencia**. El acto se celebró en el Aula Magna de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, y tuvo como objetivos realizar un repaso histórico del papel de la mujer en el mundo de la ciencia, así como analizar y discutir sobre la situación actual de las investigadoras en España. Para ello contó con la participación de M^a José Casado (periodista especializada en temas de divulgación científica), Humildad Rodríguez

(Concejala delegada de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible del Ayuntamiento de León), Carmen Vela (Directora general de Ingenasa), Flora de Pablo (profesora de investigación en el Centro Nacional de Investigaciones Biológicas del CSIC) y Margarita Salas (Investigadora en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa y Presidenta de la Fundación Severo Ochoa).

Exposición: Semillas de los Bosques del Futuro

Organizada por la Oficina Verde de la Universidad de León, dentro del Programa de Exposiciones Itinerantes CENEAM, en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Tendrá lugar entre el 11 y el 18 de diciembre de 2008 en la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. La conferencia inaugural titulada “Conservación de semillas en bancos de germoplasma” corre a cargo del Dr. Borja Jiménez-Alfaro González, Coordinador Científico de Conservación Vegetal del Jardín Botánico Atlántico de Gijón (Universidad de Oviedo).



Vista general de la exposición “Semillas de los Bosques del Futuro”

Premios

Elena Senís Herrero, 1^{er} premio en la sección roja (que incluía presentaciones sobre biología celular, investigación con células madre, biología del cáncer, inmunología, neurociencia, fisiología, embriología y desarrollo) del congreso internacional para estudiantes "Experimental Science in Pablo de Olavide University" (Sevilla) por el trabajo desarrollado en el Centro Alemán de Investigación Contra el Cáncer (DKFZ) de Heidelberg titulado "*Assesment of the stimulation of an antiviral innate immune response in human cells by rodent parvovirus infections*".

http://biologia.unileon.es/descargas.htm

Universidad de León
Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales

Documentación y descargas.

SECCIÓN 1

[LCA HORARIO DE EXÁMENES FINALES](#)

[LCB HORARIO DE EXÁMENES FINALES](#)

[LET HORARIO DE EXÁMENES FINALES](#)

[LCA HORARIOS CURSO 2007-2008](#)

[LCB HORARIOS CURSO 2007-2008](#)

[LET HORARIOS CURSO 2007-2008](#)

[LCA ASIGNATURAS OPCIONALES](#)

Descarga la guía académica 2007-2008

DESCARGAR

Ambociencias
REVISTA DE DIVULGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES. UNIVERSIDAD DE LEÓN

[Revista Ambociencias Numero 0](#)

[Revista Ambociencias Numero 1](#)

[Revista Ambociencias Numero 2](#)

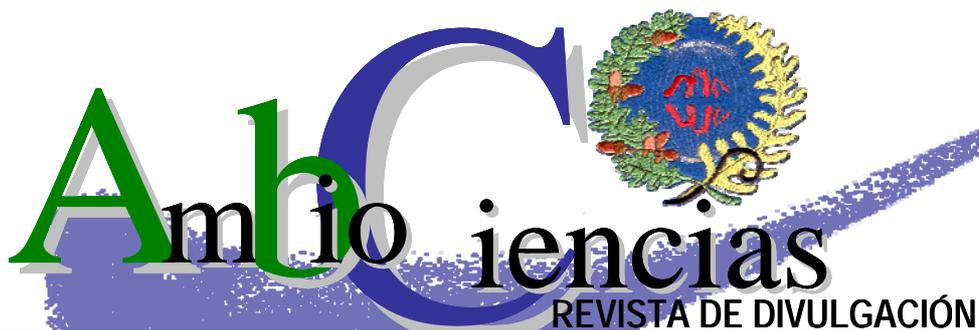
La edición electrónica de la revista se encuentra en la dirección:

<http://biologia.unileon.es/descargas.htm>

Si tienes alguna sugerencia o quieres enviarnos tus artículos, tu proyecto de tesis o alguna fotografía para la portada, ponte en contacto con nosotros:

ambiociencias@unileon.es

Las normas de publicación están disponibles en el nº 0.



AmbioCiencias
REVISTA DE DIVULGACIÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES. UNIVERSIDAD DE LEÓN

En contraportada: Ejemplar único de *Johnnysaurus legionensis* -escultura de J. Uriarte- soportando impasible la intensa nevada del 15 de diciembre de 2008. Como fondo, el edificio de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, y dominando todo el espacio, el blanco manto de la nieve (Fotografía: Álvaro Bayón).



Foto: Álvaro Bayón

40 aniversario

Estudios
de
Biología

Universidad de León

Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales

★ 1968 ★



★ 2008 ★