



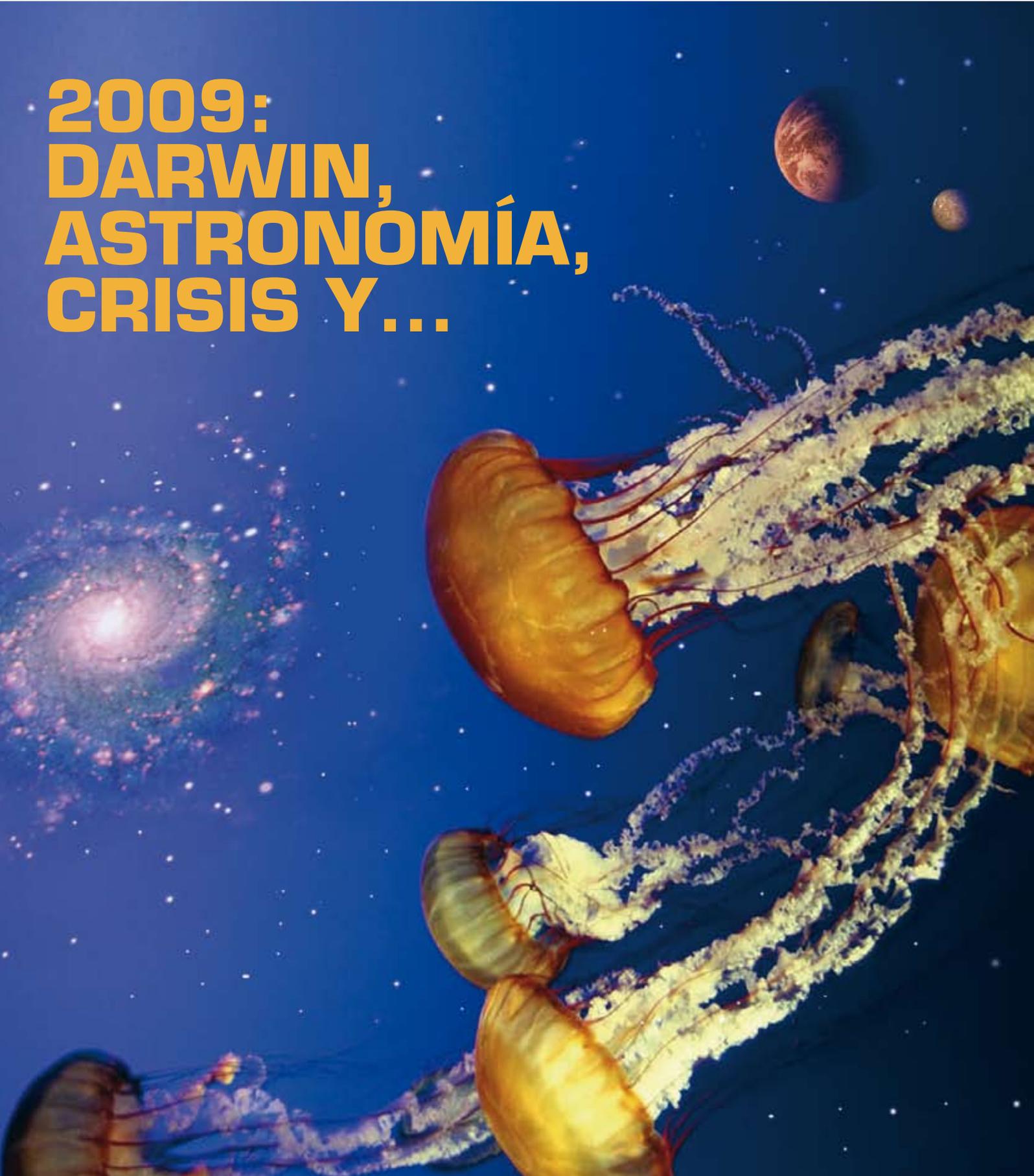
con CIENCIAS.digital

Revista digital de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

<http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero3.pdf>

Nº 3 MAYO 2009

2009: DARWIN, ASTRONOMÍA, CRISIS Y...



Redacción

DIRECCIÓN:

- Ana Isabel Elduque Palomo

SUBDIRECCIÓN:

- Concepción Aldea Chagoyen

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN:

- Víctor Sola Martínez

COMISIÓN DE PUBLICACIÓN:

- Enrique Manuel Artal Bartolo
- Blanca Bauluz Lázaro
- Javier Fernández López
- Ángel Francés Román
- Josefina Jiménez Villar
- María Luisa Sarsa Sarsa
- María Antonia Zapata Abad

Edita

Facultad de Ciencias,
Universidad de Zaragoza.
Plaza San Francisco, s/n
50009 Zaragoza

e-mail: web.ciencias@unizar.es

IMPRESIÓN: Gráficas LEMA, Zaragoza.

DEPÓSITO LEGAL: Z-1942-08

ISSN: 1888-7848

Imágenes: archivo Facultad de Ciencias y otros (flickr.com)

La revista no comparte necesariamente las opiniones de los artículos firmados.



<u>Editorial</u>	4
<u>Biología del cáncer</u> Luis J. Boya	6
<u>Origen del oxígeno atmosférico terrestre</u> Vicente Sánchez Cela	16
<u>Darwinismo: la evolución selectiva</u> Julio Amaré	22
<u>Curiosidades sobre Darwin</u> María Luisa Peleato	32
<u>2009: Año Internacional de la Astronomía</u> Alberto Virto	38
<u>Planetas y exoplanetas I</u> Antonio Elipe	46
<u>Continente con contenido</u> Ana Elduque	54
<u>El Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza</u> Eladio Liñán	58
<u>¿Está la Ciencia en crisis?</u> Javier Sesma	66
<u>¿Crisis en Matemáticas?</u> José Garay	70
<u>Premio Don Bosco</u> Mario Rubio	76
<u>Premio J.M. Savirón de Divulgación Científica</u> Alberto Carrión	84
<u>Actividades de la Facultad</u>	90
<u>Noticias de la Facultad</u>	100

2009: Darwin, astronomía, crisis y...

En el año que vivimos, 2009, los astros se han alineado confluyendo en celebraciones de variados aspectos del ámbito científico. Por un lado, Darwin es protagonista por partida doble; se cumplen doscientos años de su nacimiento y ciento cincuenta de la publicación de su obra más relevante El origen de la Especies. Podemos afirmar que Darwin es uno de los científicos más influyente de la Historia. Y digo es y no fue porque, aún hoy en día, su Teoría del Origen y Evolución de la Especies por

Selección Natural, que revolucionó la concepción estática del mundo, no deja indiferente a la sociedad. La polémica sigue viva en determinados ambientes aunque, permitidme decirlo, no son siempre de carácter puramente científico. El trabajo de Darwin traspasó las fronteras de las Ciencias Naturales para impactar en pleno corazón del pensamiento del Hombre. Hoy en día las Ciencias Sociales han incorporado muchos de sus conceptos en lo que suele denominarse Darwinismo Social, como una de las claves de las relaciones sociales entre individuos.

La Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza se ha sumado al homenaje de Darwin con la exposición "Darwinismo: la evolución selectiva" que recoge ejemplares únicos procedentes del Museo Paleontológico, del Museo de Biología

y de INSTRUMENTA. conCIENCIAS recoge en este número un reportaje de esta exposición para aquellos que todavía no han podido visitarla, pero os recomiendo que no dejéis de hacerlo. También presenta una selección de artículos relacionados con diversos aspectos de la teoría de Darwin y la Evolución.

conCIENCIAS se adelantó en su número anterior mirando al cosmos y buscando más allá de las estrellas. En este número, como no podía ser de otra manera, conCIENCIAS se une al resto de la sociedad en la celebración del Año Internacional de la Astronomía: desde el legado de Galileo Galilei hasta los últimos descubrimientos de nuevos planetas.

A pesar de las importantes y numerosas actividades de carácter científico que se están celebrando durante 2009, este año pasará a la Historia por la crisis económica que estamos sufriendo y que afecta a todas las sociedades de forma global. También en este terreno hemos querido aportar nuestra opinión sobre cómo Ciencia y crisis están relacionadas.

conCIENCIAS.digital cumple un año desde la publicación de su primer número en mayo de 2008. El año ha sido fructífero, sobre todo por la labor de los colaboradores que, de forma altruista, han contribuido con su conocimiento y buen hacer. En este punto quiero mencionar la labor divulgativa que los miembros del Senatus están realizando. Sus aportaciones exceden el caudal de conocimiento acumulado. Sus contribuciones son activas, sus propuestas innovadoras y su actitud más que generosa.

Nuestra revista se está consolidando como medio de divulgación. Hoy en día la información es cada vez más lábil. Las noticias se han convertido en un artículo casi de usar y tirar. Por ello, las empresas del sector de la información están buscando nuevos soportes sustitutivos de

los tradicionales que les permitan superar esta necesidad de inmediatez al menor coste posible. Pero esto trae consigo un riesgo importante, la pérdida de interés por aquello que precisa reflexión, que no es de aplicación directa e inmediata. Y la Ciencia tiene mucho de lo anterior. Por eso, éste es uno de los retos que nos marcamos cuando comenzamos esta tarea. Dar voz a opiniones, reflexiones, teorías de carácter científico y desarrolladas primordialmente por personas relacionadas con la Facultad. Esta tarea de divulgación no es, afortunadamente, aislada. Son cada vez mayores las actividades de carácter divulgativo desarrolladas en nuestra Comunidad. Desde conCIENCIAS tenemos clara la necesidad de aunar estos esfuerzos bajo una institución común en Aragón. Sobre este tema, os invito a leer los artículos sobre el Museo Paleontológico y Continente con Contenido publicados en este mismo número.

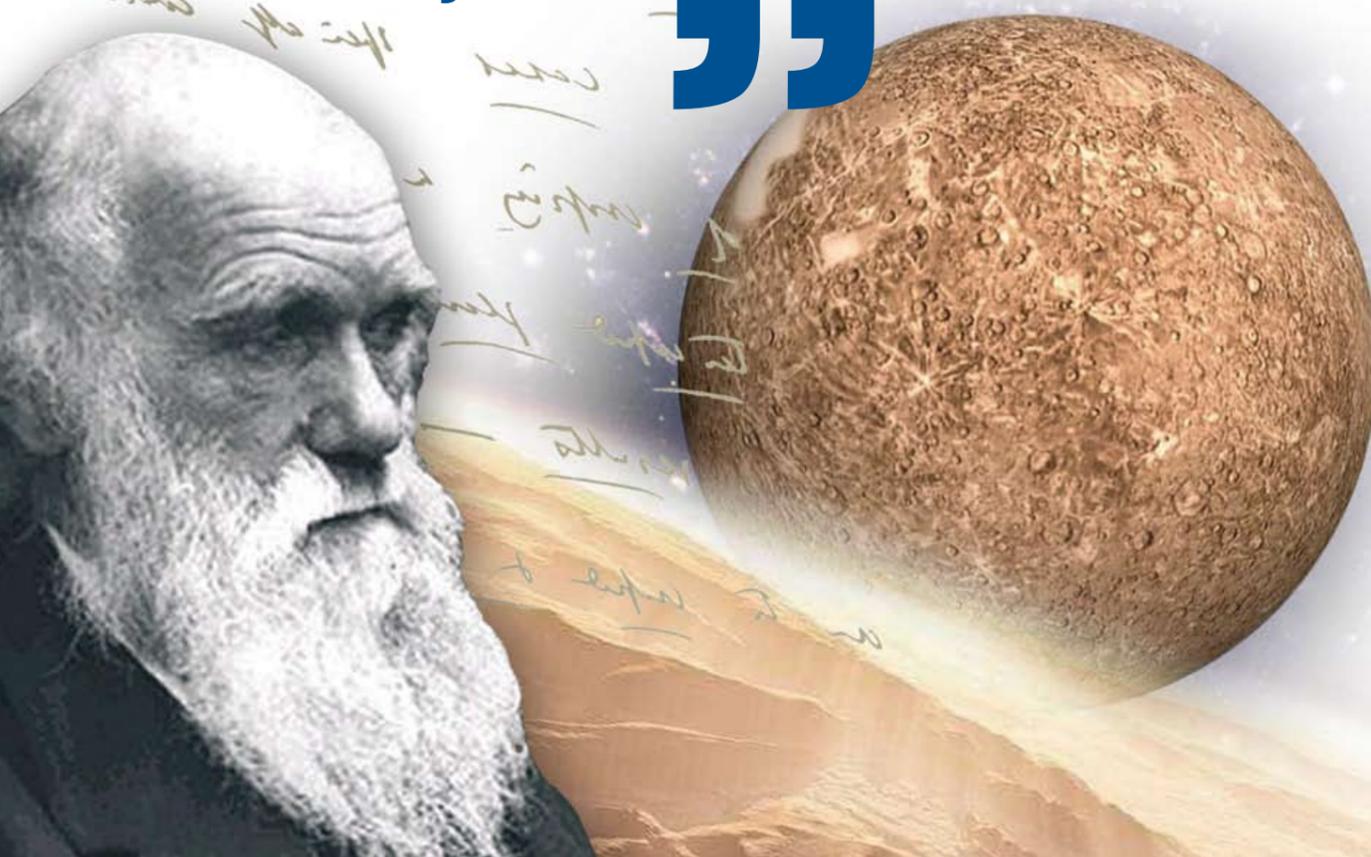
Un saludo a todos y hasta el próximo conCIENCIAS.

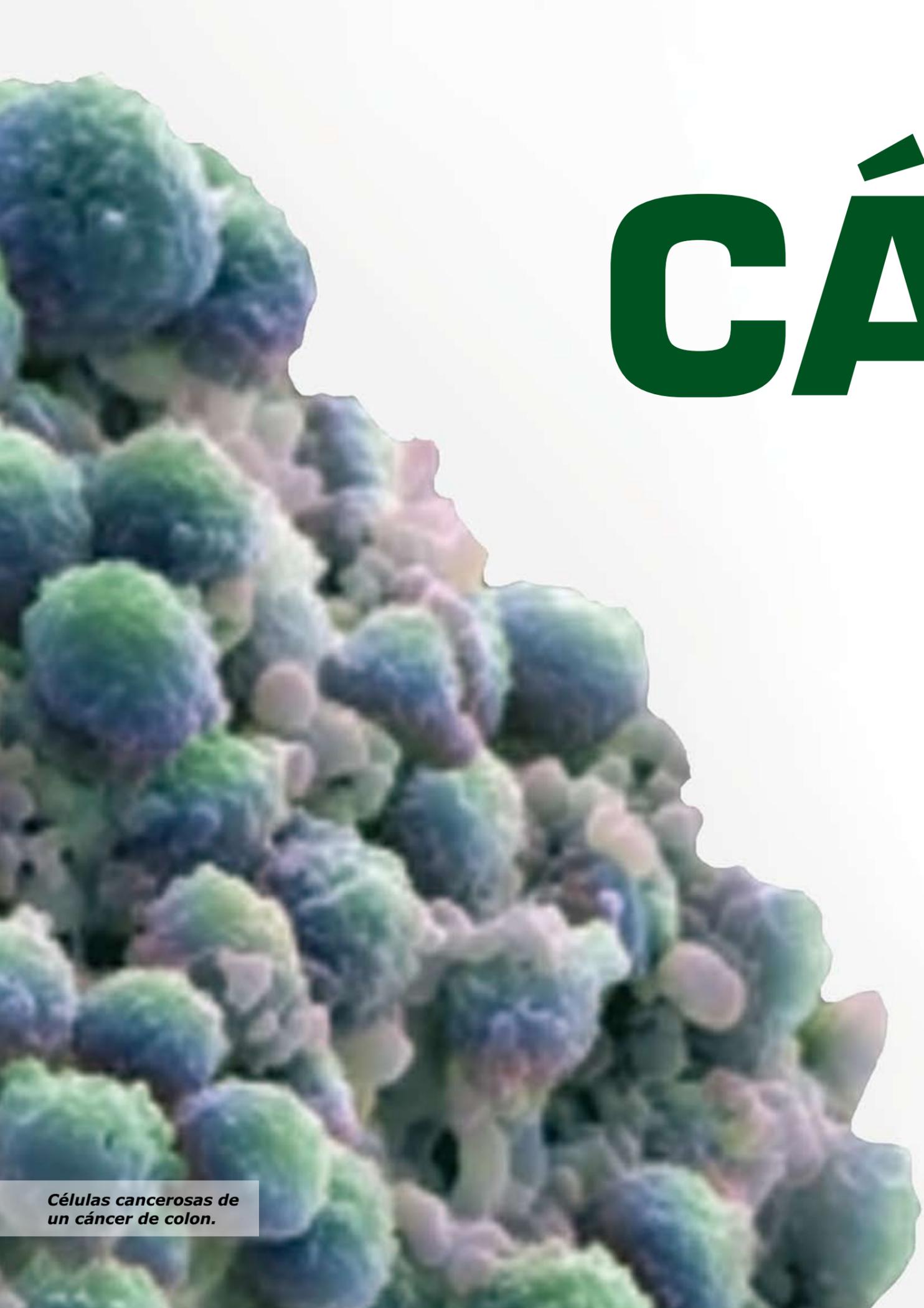
Ana Isabel Elduque Palomo
Directora conCIENCIAS

 conCIENCIAS digital
Revista digital de la Facultad de Ciencias de Zaragoza



Hoy en día la información es cada vez más lábil. Las noticias se han convertido en un artículo casi de usar y tirar.



A detailed 3D rendering of a cancerous cell cluster, showing individual cells in various colors (green, blue, purple, pink) with irregular, bumpy surfaces, illustrating the biological nature of the disease.

BIOLOGÍA DEL CÁNCER

Por Luis J. Boya

ETIMOLOGÍA Y ESTADÍSTICAS

El origen de la palabra cáncer confirma la longevidad histórica de la enfermedad; hay testimonios de enfermos cancerosos de más de 500 años antes de C. Se había observado desde la antigüedad que las venas entumecidas en la piel de los órganos con tumores (tumor significó, originariamente, inflamación) recordaban las patas de un cangrejo, y así en el s. II el gran médico Galeno (nacido en Pérgamo, Asia Menor) llamó a esos tumores "cáncer", del griego "karkinos" o cangrejo; la raíz indoeuropea "Kar" significa duro (es la misma raíz de cartílago). En castellano la palabra CÁNCER se asocia a la enfermedad desde 1438. El mismo origen tiene la palabra francesa chancre y que dio lugar al español "chancro", asociado, entre otras, a la sífilis (que es una enfermedad infecciosa bacteriana). El signo del Zodiaco cáncer es el Cangrejo, una cierta constelación de estrellas aparentemente con esa forma. La oncología es la ciencia que estudia el cáncer (oncos = masa tumoral).

El cáncer, con toda su antigüedad, es hoy día causa de gran mortalidad en los países avanzados: la segunda, después de las enfermedades cardíacas, pero aumentando comparativamente; en los países subdesarrollados las gentes mueren

más jóvenes, por la mayor letalidad de las enfermedades infecciosas. Parece ser que alrededor de 13% de las muertes hoy en Occidente son de origen canceroso, pero el cáncer puede afectar tarde o temprano hasta un 25% de la población. Según la American Cancer Society, hoy día mueren de cáncer por año unos 7.6 millones de personas en todo el mundo, algo más del 1 ‰ de la población. Hay razones por las que la letalidad debida al cáncer aumentó comparativamente desde el último siglo: las enfermedades infecciosas, durante milenios la primera causa de mortalidad humana, están muy en retroceso debido primero, a los fármacos (desde finales del s. XIX), en particular a las sulfamidas, y desde 1940 a los antibióticos, que han supuesto una verdadera revolución terapéutica (empezando por la penicilina, descubierta por Alexander Fleming (1881-1955) en 1928).

Cierto que hay un rebrote actualmente en las enfermedades infecciosas por adaptación bacteriana, tanto al medio clínico de los hospitales como por la "resistencia adquirida" por mutaciones frente a los medicamentos; por otra parte, el ser humano en las ciudades y otros lugares de concentración está más expuesto a agresiones por tóxicos; además, el fumar continúa (sobre todo en las mujeres), a pesar de las campañas en contra. Se puede afirmar que hasta un 80%

de los cánceres se deben a causas ambientales en sentido amplio (dieta, género de vida, entorno del trabajo, tabaco, otros humos, etc. [1]). Pero el cáncer tiene un periodo de incubación largo: los efectos cancerígenos de las bombas atómicas sobre Japón (6 y 9 de Agosto, 1945) no se notaron hasta cinco o seis años después.

EL FENÓMENO DE LA VIDA

En este ensayo queremos arrojar una mirada al cáncer como un problema biológico, ya que es un fenómeno vital muy singular. Se puede considerar quizá el cáncer como el principal problema biológico de la Medicina. No veremos aquí posibles terapias, claro, sino sólo el puro problema científico, como misterio, como enigma, lo mismo que es misterioso el funcionamiento del ojo o la evolución de los anfibios...

Ante todo, recordemos que la Vida es un fenómeno singular, que se presenta aparentemente como un desafío al segundo principio de la termodinámica. Y lo es: el continuo mantenimiento de la estructura y organización de los seres vivos es un

reto a la física: si todo tiende al equilibrio, al reposo, ¿cómo es que hay seres humanos, que nacen, se reproducen, y viven hasta cien años?, ¿cómo la vida en la tierra se originó al poco de formarse la corteza sólida hace 3.8 miles de millones de años (= 3 800 Ma.), y sigue tan boyante en la actualidad? Porque la Vida es evidentemente el mantenimiento de una situación fuera del equilibrio... al que se acaba por volver: *Pulvis es et in pulverem reverteris*.

No deseamos aquí entrar en la problemática del origen de la vida, que hemos abordado en otro lugar [2]. La vida es un reto temporal a la dominancia del desorden y se sostiene, aunque no indefinidamente, por aporte de energía del exterior, del sol en última instancia: la cadena alimenticia actualmente acaba (o más bien se inicia) con la fotosíntesis. La Vida es el ejemplo paradigmático de lo que Ilya Priogogine (1917-2003; Premio Nóbel de Química 1977; ver [3]) ha llamado "estructuras disipativas", o sea, sistemas muy alejados del equilibrio, en los que la formación de estructuras ordenadas es posible, y se mantiene con aporte exterior de energía. Han de crearse

situaciones muy lejos del equilibrio, en régimen no lineal, para que puedan presentarse las condiciones de creación de orden a partir del desorden (caos), siempre mantenido por aporte externo, y con disipación. Las pequeñas perturbaciones alrededor de una situación de equilibrio se rigen por procesos reversibles, lineales, dominados por las llamadas relaciones de Onsager (1938).

Hoy día sabemos que la materia inanimada puede presentar también fenómenos con aparición

“ El precio de la vida es la muerte, desde luego. ”

de estructuras, de simetrías, si bien mucho más primitivas que la vida organizada, en conjunción con determinados compuestos químicos y en ciertas situaciones alejadas del equilibrio, ver e.g. [4]. Ciertos cambios de fase en la materia condensada y algunos procesos más bien raros en fisico-química, como la inestabilidad de Bénard o la reacción de Belousov – Zhabotinski, son ejemplos, muy elementales, de generación de orden por situaciones forzadas fuera del equilibrio, mantenidas por una acción exterior (gradiente térmico, por ejemplo). Naturalmente, hay un largo camino hasta entender completamente así las estructuras biológicas, pero tenemos ya un comienzo...

Simplificando mucho, y prescindiendo de los viroides y virus que quizás jugaron un papel en el principio de la vida organizada [5], los seres vivos se presentan en tres niveles de complejidad: sistemas procariotas, eucariotas unicelulares y eucariotas pluricelulares: metafitas y metazoos; las bacterias, las amebas, las orquídeas y las jirafas son un ejemplo de cada uno de los cuatro tipos. El material genético es siempre el ADN, en forma de millones de bases en las bacterias y miles de millones en nosotros. Las bacterias, procariotas, tienen su material genético lineal, pero enrollado y condensado, sin diferencia clara entre genes y resto, pero sí con una membrana muy definida (y muy diferente, en general, de la de los eucariotas, que hace fácil el ataque con los antibióticos, a los que los metazoos somos inmunes). La célula eucariota, bastante mayor, tiene un núcleo bien diferenciado, con el material genético distribuido en cromosomas, (22+22+2=46 en el hombre) y

orgánulos en el citoplasma, e.g. mitocondrias, cloroplastos, vacuolas, y una membrana plasmática con una bicapa lipídica, etc., con una reproducción muy bien programada (mitosis), altamente endoenergética. Los seres pluricelulares más primitivos son algunas algas; los metazoos más antiguos son de unos mil Ma. de antigüedad. Se originan pronto diferenciación de funciones por tejidos y órganos, esencialmente por separación de las funciones de reproducción con las de nutrición y relación, y posterior especialización.

El florecimiento de los eucariotas (mono- y pluricelulares) parece va ligado al aumento del oxígeno en la atmósfera y al aprovechamiento de la oxidación como fuente de energía; un reciente estudio atribuye a la disminución del níquel y el secuestro del metano la aparición del oxígeno atmosférico en el precámbrico hace 2400 Ma., lo que favoreció la organización eucariota a través de la respiración y de la mitosis [6].

SOMA Y GERMEN

El precio de la vida es la muerte, desde luego. Las bacterias mueren por intoxicación, fagocitosis por eucariotas, o por "viejas", y su vida media es muy corta, unos pocos días para la E. Coli; pero en cierto sentido algunos procariotas son inmortales, pues para cuando mueren ya se han reproducido, y de hecho no hay mucha diferencia entre padres e hijos pues no hay gran separación entre soma y germen...

La muerte es inevitable para los seres eucariotas unicelulares (levaduras, por ejemplo); nosotros, los seres pluricelulares, más en concreto los metazoos, somos atacados por un montón de agentes con los que convivimos, como nosotros mismos (antropofagia, guerras), los animales depredadores, los insectos, pero sobre todo las infecciones por virus, bacterias y protozoos; el mundo moderno además recrea sus propios tóxicos, desde los escapes de gasolina al humo del tabaco, etc.

Hay muertes "programadas", por ejemplo la apoptosis: los dedos se forman en el feto por "recorte" de un muñón sin dedos, antecedente de manos y pies; los genes responsables de la apoptosis jugarán un papel importante en nuestra historia. Fragmentos de telómeros (parte final de los cromosomas) que se desprenden cuentan los ciclos vitales que quedan, antes de la muerte de la célula; podría haber una relación entre longevidad y cáncer.

Pero todo esto poco tiene que ver con el cáncer como amenaza de enfermedad y muerte: el cáncer es algo original, genuino de los seres pluricelulares, y es ello lo que lo hace más interesante como fenómeno biológico: el cáncer es una enfermedad mutacional del sistema de control del crecimiento celular en los seres pluricelulares, en particular en los metazoos; representa un pérdida de la homeostasis celular; por ejemplo, las células normales tienen inhibición de contacto: al tocarse dejan de proliferar; esta propiedad desaparece en la célula cancerosa.

LA SINGULARIDAD DEL CÁNCER

Veamos: el cáncer es un fenómeno biológico singular, característico de los seres vivos plu-

ricelulares (hay abundante información sobre los tumores en plantas, pero pensaremos sobre todo en cánceres de metazoos, en particular de humanos); ocurre porque se produce una multiplicación incontrolada de la células de determinados tejidos, generalmente con formación de un depósito sobre el órgano: es el tumor (las leucemias y linfomas son ejemplos de cánceres sin tumor aparente). Eventualmente, el tumor se extiende por el resto del órgano atacado, y al tiempo ese tumor (primario) envía células que colonizan otros órganos (metástasis), hasta que el ser vivo atacado no puede soportar más la agresión y muere. Biológicamente, la clave del cáncer es la pérdida de los controles del crecimiento celular; además el tumor acaba por considerar extraño al individuo sobre el que está, y lo agrede, como un león agrede a un ciervo...

¿Por qué se produce el cáncer? Distingamos, primero, entre iniciación y promoción: la agresión a la célula, quizás una sola (iniciación) consume un tiempo hasta que se expresa en la proliferación celular anómala (promoción). La multiplicación celular está programada, como todo, por los genes, y los hay que cuidan del tamaño de los órganos, determinando cuando la proliferación celular debe terminar. Así que ya desde un principio se sospechó de una estrecha relación entre alteración genética (mutaciones) y cáncer, lo que en la actualidad está plenamente confirmado; pero el mecanismo completo es muy complejo, con intervención de diversas mutaciones en distintos momentos. Los dos procesos cruciales son: la formación

del tumor primario, por descontrol de la reproducción celular, y la colonización (metástasis), en que células agresoras (rejuvenecidas) abandonan el tumor primario para fijarse en otros órganos y formar allí nuevos tejidos. No siempre se produce esta segunda fase: muchas manchas en la piel y las verrugas son tumores pequeños benignos, que quedan fijos, no están destinados a propagarse. Parece evidente que ambos eventos tumorales (formación y metástasis) son procesos controlados por los genes, o más precisamente por mutaciones en ciertos genes.

Esto plantea muchos problemas, no el menor de los cuales es que la mutaciones no deben estar "programadas", sino que ocurren completamente al azar (ver más abajo). ¿Por qué entonces, los tumores (malignos) metastasizan?

EL TUMOR PRIMARIO

Cuando un tejido normal crece, las células se envían recíprocamente señales de reconocimiento, que acreditan su identidad y fijan el tamaño del órgano: hay controles genéticos que determinan cuándo el crecimiento debe pararse; son esos controles por supuesto los que se alteran en una situación cancerosa. El cáncer es, como hemos dicho, una enfermedad genética, no tanto en el sentido de ser heredada (que no lo es, en general) sino de que son mutaciones somáticas del genoma las que provocan, primero, el relajamiento de los controles del tamaño del crecimiento y, luego, otras mutaciones, de algún modo hechas posibles por las primeras, que generan la situación de metástasis. ¿Por qué mutan los genes? Hay agentes mutágenos, como compuestos químicos tóxicos (benceno o alquitrán, por ejemplo), pero debemos admitir que la mayor parte de las mutaciones ocurre al azar. Quien conoce la microfísica del átomo sabe muy bien, por ejemplo, que la desintegración radiactiva también ocurre al azar y, de hecho, hay una interesante teoría (Per-Olov Lowdin) que atribuye muchas mutaciones a migraciones,

por causas cuánticas (efecto túnel), de protones de una hebra de la doble hélice a la otra...

No tenemos aún una idea completa de la distinción entre genes estructurales, que dirigen la síntesis de proteínas de sostén, formadoras de tejidos y órganos, y genes reguladores, que determinan el tamaño y delimitan, por ejemplo, la altura de las personas. El cuello de la jirafa ha crecido tanto porque los genes que controlan su tamaño mutaron, y se ha alcanzado un nuevo equilibrio en el tamaño actual del cuello. Lo mismo puede decirse de la trompa del elefante... o del tamaño del cerebro humano: hay quien opina que la singularidad de la especie humana (que piensa (!)) se originó por una mutación en los genes que determinan el tamaño del cerebro; sabemos por ejemplo que la mayor diferencia anatómica entre Homo y Pan (chimpanzé) es en la densidad de ciertas células cerebrales... pero sólo se refleja en un 1% del material genético.

Un segundo proceso biológico importante es que el tumor, cuando crece incontrolado, llega a adquirir una identidad distinta del huésped; las células del tumor creciente pierden las funciones para las que estuvieran programadas, y pronto se consideran "diferentes" a las del huésped: el tumor se desidentifica del huésped sobre el que crece y lo considera como extraño. Tampoco sabemos mucho de cómo se produce o qué quiere decir esto, pero es evidente que el tumor es agresivo para el huésped... Una simple verruga en nuestra piel sabemos que es algo extraño a la propia piel. ¿Hay también un control genético de esta etapa de pérdida de la identidad biológica? Es probable, pero faltan datos para asegurarlo. Es posible, pero muy hipotético, que las interacciones de largo alcance en los cromosomas sean las responsables de esa identidad del individuo, y se alteren también con las mutaciones, por lo que se pierde esa importante caracterización del "yo". Es éste uno de los grandes problemas de la biología del cáncer: por qué una parte de nuestro cuerpo se vuelve agresivo contra noso-



Cinco células cancerosas, vistas a través de un microscopio.

tros mismos... pero la razón debe buscarse en la propia biología, por supuesto, y es verosímil que formen parte del aspecto competitivo y agresivo de la lucha biológica por la existencia. Las agresiones tumor-huésped pueden ser muy intensas: en el cáncer de huesos por ejemplo, las células invasoras segregan sustancias que disuelven el calcio de los mismos, provocando su destrucción.

FASE METÁSTASIS

La etapa letal del cáncer es la metástasis. Un tumor que se propaga se dice maligno, o que ha originado una neoplasia (=nuevo tumor) (no siempre ocurre esa fase); el tumor agrede al huésped, se extiende, coloniza nuevos nichos, establece nuevos tumores

(secundarios) y, si no se evita, parasita al huésped hasta su muerte. Desde luego, las metástasis vienen desencadenadas también por mutación(-es) y, en general, son formas más primarias, quizás embrionarias (llamadas a veces formas blásticas), más agresivas, las células que emigran del tumor primario para colonizar nuevos tejidos y órganos: es como un proceso de rejuvenecimiento; la propagación de las células malignas tiene lugar por el sistema linfático o sanguíneo, como es lógico. Se confirma la idea de que el tumor maligno representa el intento de formación de una individualidad distinta, que parasita las funciones del huésped.

Se sabe que los órganos metastasizados pueden ser cualesquiera, pero son peores médicamente hablando las metástasis en el hígado o en el cerebro, por la gran irrigación de estos órganos; es curioso que el sistema inmune está a veces "en suspenso" ante el tumor agresor: se pierden los antígenos tumorales, y el sistema inmune no reconoce a la célula invasora como dañina.

La metástasis debe verse como algo muy natural en biología, forma parte de la lucha por la existencia, y se entiende como una pugna entre dos individualidades: el huésped y el tumor, con su propio "yo" cada uno; la fuerza colonizadora de la vida es realmente impresionante. Pero hay también muchas estrategias de defensa para el huésped, de las que sólo mentamos una: el organismo dispone de unas células NK (= natural

killer) que se encargan de matar las células invasoras; una de las razones de la progresión del cáncer es que hay mutaciones deletéreas en los genes responsables de la generación de células NK; por supuesto, son las células NK las ejecutoras de la apoptosis que hemos mentado, y por ello también tienen su función en la célula normal. Un descubrimiento importante (1979) es el gene p53 (que codifica una proteína de 53 kilo-Dalton), que regula la apoptosis, y por ello es supresora de tumores, pero que puede ser "mutada", reapareciendo el tumor: el 50% de los cánceres tienen mutado el gen p53. En otras palabras, la fase agresiva del cáncer es una lucha biológica, con armas para las dos partes, agresor y defensa del agredido...

Recordemos que hay cuatro terapias generales para el cáncer: quimioterapia, radioterapia, cirugía y... fortalecimiento del propio sistema inmune; pues bien, el sistema inmune lucha espontáneamente contra el tumor, con variadas estrategias, pero suele sucumbir. Es también una moderna vía importante de diversas terapias.

ANGIOGÉNESIS

El tumor parasita al huésped como las bacterias nuestro intestino, pero acaba matándolo: hay que ver eso como un fenómeno (bio-)lógico, en la filosofía de la vida...El tumor se impone al huésped al desviar en su favor funciones biológicas esenciales: en particular, el desarrollo de la angiogénesis es muy interesante, es decir, la formación de un sistema de irrigación sanguínea a favor de la neoplasia (es un fenómeno típico de las metástasis avanzadas); el fenómeno es sugestivo de diversas terapias antitumorales modernas. Similar a cómo un no-nacido desarrolla un sistema circulatorio, ayudado por lo que llega por la placenta de la madre...

“ El fin de la invasión tumoral es la muerte del huésped, por supuesto; pero si mato a la gallina, no pone más huevos. ¿Cómo el tumor creciente no “se da cuenta” de ello y mata al huésped? ”

ONCOGENES Y VIRUS

Decíamos que el cáncer se presenta como una malatía muy distinta de las infecciones tradicionales por bacterias, virus, etc. Sin embargo, en los últimos decenios se ha detectado relaciones importantes entre virus y cáncer humano, y por otra parte se han descubierto genes normales de la célula (protooncogenes) que pueden mutar, convirtiéndose en genes cancerígenos (oncogenes; el español M. Barbacid contribuyó a su descubrimiento, en 1982).

La existencia de protooncogenes es lógica, desde el punto de vista de la biología fundamental: pues las células tienen que tener y tienen mecanismos de reparación, por ejemplo, una herida se cierra haciendo crecer células a su alrededor; los genes que disparan esa acción pueden mutar y dañarse, y entonces hacen proliferar a la célula "fuera de plazo"; se han catalogado hoy día docenas de proto- y oncogenes en el genoma humano. Es notable la ventaja evo-

La tomografía axial computarizada (comunmente conocida como TAC o escáner), es una técnica muy utilizada en medicina para el diagnóstico del cáncer.

lutiva de los "enzimas correctores" asociados a estos mecanismos de reparación: la formación de las primeras bacterias, hace casi 4 000 Ma., fue posible por la síntesis de estos enzimas, que permitieron alargar el genoma de cientos a millones de nucleótidos, sin perder la fidelidad reproductora.

P. Roux fue el primero, allá por 1911, en establecer una relación entre virus (de aves) y cáncer. Para mostrar corta una historia larga, digamos que ciertos virus tienen su genoma de ARN. El ácido ribonucleico ARN precedió en el tiempo al desoxi-, ADN, y representó probablemente un importante estadio en la formación de la vida [7]; de la bacteria para arriba todos los seres tenemos un genoma exclusivamente de ADN, aunque el ARN juega, también en nosotros, papeles catalíticos y de transducción importantes; pues bien, ciertos virus de ARN, al penetrar una célula eucariota, convierten su ARN en ADN por acción de un enzima muy elaborado, llamado transcriptasa inversa, cuyo gen lleva el propio virus; éste de novo ADN puede integrarse en

el genoma del huésped y causar diversas alteraciones, entre otras tumorigénesis; en humanos hay varios casos: el virus VPH (=human papiloma virus), por ejemplo (aunque éste es de ADN). El virus VIH (SIDA ó Aids = Acquired immunodeficiency syndrome) es de ARN y se integra en nuestro genoma como ADN, pero no causa cáncer sino la enfermedad (que se descubrió en 1985, y aun hoy es una gran plaga, sobre todo en África).

MATAR A LA GALLINA

El fin de la invasión tumoral es la muerte del huésped, por supuesto; pero, si mato a la gallina, no pone más huevos. ¿Cómo el tumor creciente no "se da cuenta" de ello y mata al huésped? Porque en biología, científicamente hablando, no hay finalidad: el tumor tiene élan vital y come y se amplía a expensas del huésped, instintivamente, irrespectivo de que así acabe por matar al huésped..., buscando su propia ruina, porque no hay propósito en biología; y el tumor "no sabe" las consecuencias de lo que hace. Otra lección interesante.

CÁNCER Y EVOLUCIÓN

Y eso lleva a otro punto: ¿es posible que el cáncer haya tenido algo que ver con la evolución? O más en concreto: ¿podemos aprender algo de la evolución estudiando la agresión del tumor sobre el huésped? Aquí queremos sólo plantear la cuestión, pues parece un asunto digno de estudio: la fuerza

vital para formación de identidades, que acabará en la diferenciación y formación de nuevas especies, se aprecia ya en el cáncer; quizá análisis genéticos suficientemente precisos de los genes responsables de la tumori-

génesis sean conducivos a entender mejor la posibilidad de evolución de las especies; en la raza humana sería aún más espectacular pues, llevado el estudio hasta el final, nos indicaría, posiblemente, hacia dónde debería evolucionar la especie humana (!), quizás hacia el superhombre... si ignoramos la beneficencia y la medicina.

ESPAÑA

Biología molecular (y física teórica) son dos ramas de la Ciencia muy cultivadas en España desde, digamos, 1960. No es de extrañar pues que últimamente este mismo año 2009 haya habido al menos dos contribuciones en oncología que merecen reseñarse, la primera en Aragón [8, 9].

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- SMEDLY, H., y otros: El Cáncer: qué es y cómo se trata. Alhambra 1986
- 2.- BOYA, L.J.- Origen de la Vida y de los primeros seres vivientes. Discurso de entrada en la Academia de Ciencias de Zaragoza (1996).
- 3.- PRIGOGINE, I. y STENGERS, I.- Order out of chaos. Bantam Books 1984
- 4.- HAKEN, H.- Synergetics. Springer 1977
- 5.- BOYA, L.J. y BOYA, P., : Virus and Viroids at the beginning of organized Life. Proc. Trieste Conference (1992). I. Ponomperuna ed.
- 6.- KONHAUSER, K.O. et al., : Oceanic nickel depletion and a methanogen famine before the Great Oxidation Event, Nature 458 (2009), 750.
- 7.- GILBERT, W., : The RNA World. Nature 319 (1986), 618.
- 8.- ANEL, A., PARDO, J. et al. , J. Immunology, February & March, 2009
- 9.- VELASCO, G., BOYA, P. et al., J. Clinical Investigation, May-2009 (on line)

“¿Es posible que el cáncer haya tenido algo que ver con la evolución? O más en concreto: ¿podemos aprender algo de la evolución estudiando la agresión del tumor sobre el huésped?”

Luis J. Boya
Miembro del Senatus Científico
Dpto. Física Teórica
Universidad de Zaragoza

ORIGEN DEL OXÍGENO ATMOSFÉRICO TERRESTRE

El oxígeno atmosférico ha sido y es fundamental para el origen y evolución de la vida sobre la Tierra.

La atmósfera actual está formada por N_2 (78%), O_2 (21%), Ar (0.93%), CO_2 (0.03%) y cantidades variables de H_2O y otros componentes menores. Debemos decir que más del 99.5% del Ar es ^{40}Ar que, como sabemos, proviene de la desintegración radiactiva del ^{40}K .

La atmósfera primitiva, por ejemplo hace 4500 Ma, carecía de oxígeno, siendo su composición diversamente interpretada. Así, el modelo de Oparin-Urey, sugiere una composición predominantemente compuesta por CH_4 , con menores porcentajes de NH_3 , H_2 , He y H_2O . Por el contrario, el modelo de Abelson define una atmósfera primitiva formada por CO_2 , CO, H_2O , N_2 y otros componentes menores. Hoy en día se considera a la atmósfera primitiva formada principalmente por vapor de agua y CO_2 , con H_2S , CO, H_2 , N_2 , CH_4 , NH_3 , HF, HCl, NH_3 y Ar.

Esta atmósfera primitiva fue formada por tres posibles fuentes: gases residuales liberados durante la acreción de la Tierra, gases de origen extraterrestre y gases liberados durante los procesos volcánicos.

En relación al grado de crecimiento de la atmósfera, a través de los tiempos geológicos, hay dos modelos. El modelo de Fanale, de crecimiento rápido, y el modelo de Rubey, de crecimiento lento. Por la evolución del ^{40}Ar se puede decir que el modelo rápido es el más verosímil ya que, como sabemos, éste isótopo radioactivo ha crecido casi expo-

Por Vicente Sánchez Cela

Origen del oxígeno atmosférico terrestre

nencialmente en la atmósfera terrestre desde el origen de la Tierra, hace alrededor de 4500 Ma y principalmente en los primeros 1250 Ma.

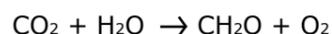
Los estudios geológicos-geoquímicos de las formaciones rocosas de la corteza son buenos indicadores de la evolución del oxígeno atmosférico a través de los tiempos geológicos. Según Kasting (1), la evolución del O₂ en la atmósfera terrestre puede dividirse en tres etapas: reducida, oxidante y aerobia, cuyas principales formaciones geológicas están definidas por depósitos de uraninita, capas rojas y depósitos con formas de vida desde anaeróbicas a aeróbicas. Es esta última etapa la más interesante en relación con el origen del oxígeno y de las diferentes formas de vida (procariontas-eucariotas).

ORIGEN DEL O₂ EN LA ATMÓSFERA

Hoy en día se consideran dos mecanismos, en diferente proporción, como productores de O₂. La fotosíntesis como principal mecanismo y la fotodisociación como un productor secundario de O₂. De los estudios geológicos, geoquímicos e isotópicos consideramos que en los primeros tiempos geológicos hubo, además de los citados, otro mecanismo asociado a la trans-

formación-desintegración del K₂O del manto superior y que tuvo lugar durante el origen y crecimiento de la corteza granítica terrestre.

Fotosíntesis: Los primitivos organismos de la Tierra usaron la luz solar como energía para convertir H₂O y CO₂ en carbohidratos al mismo tiempo que liberan oxígeno a la atmósfera (fig. 1A).



Este proceso orgánico tuvo principalmente lugar por la acción conjunta de las plantas verdes y cianobacterias (algas verde-azuladas). Ésta es la razón por la que se cree que esta forma de fotosíntesis fue "inventada" por ciertos organismos anaerobios desde hace 3800 Ma, los cuales atrapaban la energía solar directamente. Estos primitivos organismos fueron esqueletos a partir del carbón del CO₂ atmosférico. La contribución

del oxígeno originado por fotosíntesis, en comparación a otros mecanismos, se plasma en la fig. 2. Como puede apreciarse, la fotosíntesis fue importante en dos etapas, entre 2400 y 1900 Ma, y entre 1500 y 500 Ma.

Fotodisociación: Este proceso orgánico implica la rotura de las moléculas de agua por la luz

ultravioleta del Sol (ondas cortas entre 1500 y 2100 Å). Las ligeras moléculas del hidrógeno tienden a escapar del campo gravitatorio terrestre, mientras el oxígeno es retenido. Una pequeña proporción es convertida en ozono (O₃), el cual se concentra en la atmósfera superior formando una capa más o menos continua. Este ozono absorbe la luz ultravioleta, actuando como una barrera muy importante para el desarrollo de las diferentes formas de vida sobre la Tierra (fig. 1B).

DESINTEGRACIÓN RADIOACTIVA DEL ⁴⁰K

Es un mecanismo adicional en la producción de oxígeno que tiene lugar durante la transformación del manto superior en corteza granítica, que conlleva procesos de desintegración radiactiva del ⁴⁰K.

Este mecanismo está relacionado con la transformación de minerales del manto superior con potasio de alta densidad (ej. K-holandita) en otros de la corteza de baja densidad (ej. ortosa), ambos con la misma fórmula química de KAlSi₃O₈ (en equivalentes químicos 6SiO₂*Al₂O₃*K₂O).

El proceso de desintegración radiactiva está basado en la conversión de ⁴⁰K en ⁴⁰Ar + ⁴⁰Ca. Debido a que el potasio está asociado al oxígeno, la transformación del ⁴⁰K podría tener la forma siguiente (fig. 1C):



Como sabemos, asociado a este proceso radiactivo tiene lugar la formación simultánea de ⁴⁰Ca, cuyas implicaciones geológicas-geoquímicas consideramos de gran importancia y que será motivo de un próximo trabajo.

Dentro de los modelos dominantes sobre el porcentaje en potasio del manto superior de la Tierra, este mecanismo de producción de oxígeno sería insignificante. Pero en un modelo

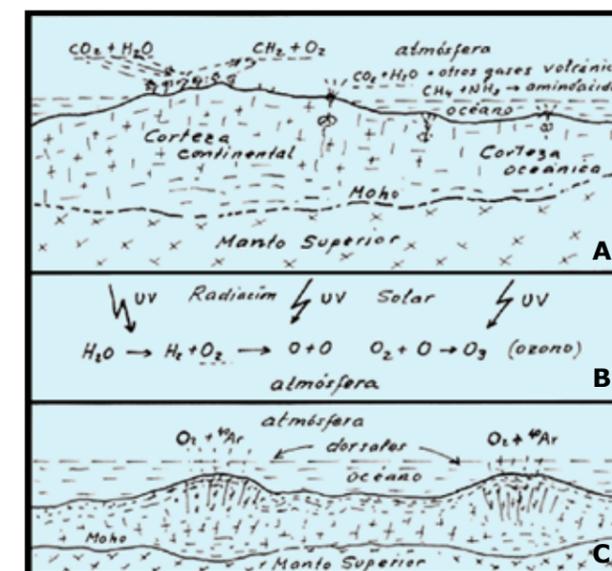


FIG. 1.- MECANISMOS DE PRODUCCIÓN DE OXÍGENO ATMOSFÉRICO:

A) Fotosíntesis, principal mecanismo que ha ido creciendo a través de los tiempos geológicos, principalmente desde el Mesozoico.

B) Fotodisociación que, aunque es un productor menor de oxígeno, tuvo lugar desde los primeros tiempos geológicos hasta la actualidad.

C) Desintegración del ⁴⁰K, que también es un productor menor de oxígeno y que tuvo lugar principalmente en los primeros 1250 Ma.

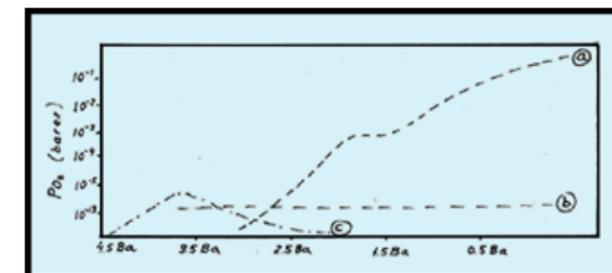


FIG. 2: CONTRIBUCIÓN DE LAS DIFERENTES FUENTES AL CRECIMIENTO DEL OXÍGENO ATMOSFÉRICO:

a) fotosíntesis, b) fotodisociación y c) desintegración del ⁴⁰K.

Origen del oxígeno atmosférico terrestre

del manto superior con mucho más potasio, la producción de oxígeno debería ser tomada en cuenta, principalmente, en los primeros 1250 Ma (período de semidesintegración del ^{40}K).

El principal reto de este modelo adicional, en la producción de oxígeno, radica en demostrar que el manto terrestre es bastante más rico en potasio que los modelos dominantes actuales. El porcentaje de K_2O del manto superior es actualmente deducido de rocas ígneas consideradas como representantes del manto superior: peridotitas, donde el porcentaje de este óxido oscila entre 0.01 y 0.05%. La media es aproximadamente de un 0.025%. En un nuevo modelo de composición del manto superior se deduce un porcentaje más elevado de K_2O , alrededor de un 3%, muy similar a las rocas corticales graníticas (2).

Nuestros argumentos geológicos-geoquímicos sobre un manto superior más rico en K_2O , ya considerados en varios trabajos previos, están principalmente basados en los siguientes datos:

- Evolución de las rocas ígneas a través de los tiempos geológicos.
- Modelos para producir rocas máficas-ultramáficas en la corteza terrestre.
- Significado del gran exceso de ^{40}Ar existente en la atmósfera.

- Exceso de flujo térmico asignado a los elementos radiactivos de vida larga en muchas zonas geológicas activas.

En base a estos datos-argumentos hemos propuesto, ya hace varios años, una nueva composición para el manto superior y que definimos como manto superior densialítico. Creemos que si este nuevo manto superior es considerado, muchos paradigmas de las Ciencias Geológicas deberían ser cambiados.

Muchos geoquímicos han argumentado que, con el bajísimo porcentaje de ^{40}K en el manto superior es muy difícil sostener el modelo propuesto. Sabemos que el potasio tiene tres isótopos cuyos porcentajes son los siguientes:

$$\begin{aligned} {}^{39}_{19}\text{K} &= 93.258 \pm 0.0029 \% \\ {}^{40}_{19}\text{K} &= 0.01167 \pm 0.00004 \% \\ {}^{41}_{19}\text{K} &= 6.7302 \pm 0.0029 \% \end{aligned}$$

Sabemos también que, en base al período de desintegración radiactiva del ^{40}K , este isótopo fue más abundante hace unos 4500 Ma, aproximadamente un 12.5 % más elevado al principio de la formación de la Tierra y antes del comienzo de los procesos geológicos (3).

En base a esto podemos decir que el porcentaje de ^{40}K en aquella época pregeológica fue aproximadamente 0.1458%, un porcentaje a tener en cuenta en los procesos radioactivos-geoquímicos involucrados.

Si consideramos el modelo densialítico (2) para el manto superior, no es difícil deducir que de un 0.1458% de ^{40}K en el manto superior durante su transformación en corteza granítica se puede explicar el exceso en ^{40}Ar de la atmósfera y la formación del O_2 asociado.

Simplemente del estudio sobre el significado del exceso en ^{40}Ar de la atmósfera terrestre se podría ya deducir un mayor porcentaje de ^{40}K en el manto superior. Este exceso varía según los autores de 10000 hasta 30000 veces el ^{40}Ar según los modelos mantélicos, peridotíticos-pirólíticos (4). Este exceso de ^{40}Ar puede ser explicado fácilmente si consideramos un manto superior con más ^{40}K , desde 0.1458% hace 4500 Ma hasta 0.01167% en la actualidad.

Este mecanismo adicional en la producción de oxígeno atmosférico, que comenzó hace 4500 Ma, junto al proceso de fotodisociación, y que operó desde el comienzo de los procesos geológicos

(aproximadamente hace 3900 Ma), pudieron ser fundamentales para la puesta en funcionamiento del principal mecanismo en la producción de oxígeno, la fotosíntesis. Así el bajo-muy bajo porcentaje de oxígeno producido en las primeras etapas de la Tierra facilitaron el origen, evolución y crecimiento de la masa vegetal, desde zonas oceánicas a continentales a través de los tiempos geológicos y el desarrollo, en el tiempo, de la fotosíntesis, fundamental para el origen y evolución del oxígeno y de la vida en la Tierra.

REFERENCIAS

- 1.- Kasting (1987). Precamb. Res., 34, 205-229.
- 2.- Sanchez Cela (2000). Densialite: A New Upper Mantle. Univ. Zaragoza, Spain, 261 pp.
- 3.- DePaolo (2004). Rev. Mineral. Geochem., 55, 255-288.
- 4.- Allegre et al. (1996). Geophys. Res. Let., 23, 3555-3557.

Vicente Sánchez Cela
Miembro del Senatus Científico
Dpto. Ciencias de la Tierra
Universidad de Zaragoza

DARWINISMO: la evolución selectiva

Por Julio Amaré

El 12 de febrero de 1809 nace en Shrewsbury (Inglaterra) Charles Darwin, quien desde la infancia muestra un gusto innato por la Historia Natural, y hoy es mundialmente conocido por ser un eminente naturalista y por su enunciado de la teoría de la evolución. Curiosamente es el mismo año en el que Lamarck hace la primera exposición lógica de una teoría evolutiva, publicada en su "Enciclopedia zoológica".

En 1831, Darwin tiene ocasión de participar como naturalista en una expedición científica, haciendo en las tierras visitadas notables observaciones sobre las especies pobladoras, actuales y extinguidas, de distintos territorios. En 1859, tras una larga y concienzuda elaboración de sus percepciones, e influenciado por las ideas de T. Malthus, que le sugieren como razón para la va-

riación evolutiva "la lucha por la supervivencia", publica el resultado de sus argumentaciones sobre la variación y origen de las especies.

En este año 2009 se celebran, en consecuencia, el 200 aniversario del nacimiento y el 150 aniversario de la publicación del "Origen de las especies por medio de la selección natural o la lucha por la supervivencia de las especies más favorecidas". La Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza quiere sumarse a las celebraciones del año ofreciendo una interesante exposición conmemorativa de estas efemérides a la comunidad universitaria y a la sociedad que, bajo el título *Darwinismo: la evolución selectiva*, se exhibe en el vestíbulo del edificio D de la Facultad de Ciencias.

Es un pequeño homenaje a Darwin y a su obra científica y, también, a la Vida, a la Naturaleza, que se nos manifiesta en un sinfín de especies, unas existentes y otras extinguidas, cuyo origen ha sido y es motivo de numerosos estudios y teorías y de enconadas polémicas. La idea de la evolución por selección natural ha marcado un hito en el pensamiento humano debido a su naturaleza no finalista. Ningún otro libro científico ha conseguido un eco tan amplio, ni ha sido objeto de tantas interpretaciones, ni ha dividido tanto las opiniones de contemporáneos y generaciones posteriores; ningún tema es tan polémico actualmente como el de conservación del medio natural y de la biodiversidad.

La exposición tiene una finalidad divulgativa. La colección está complementada por atractivos y extensos paneles informativos alusivos a la vida de Darwin, a su viaje, a la teoría de la evolución y a la diversificación de especies y la filogénesis. El conjunto pretende dar al visitante una visión rápida y amena sobre la obra y vida del científico y sobre el significado de la biodiversidad, a través de los ejemplares expuestos: fósiles, animales disecados o conservados en formol y plantas. Buena parte de ellos con un notable valor histórico y documental, y procedentes del



**Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza**

Darwinismo: la evolución selectiva

Museo de Biología de la Facultad de Ciencias o del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza, y algunas piezas cedidas por particulares, que se presentan catalogados y organizados en vitrinas temáticas. Acudiendo a las cifras, están representadas 126 especies actuales y 23 extinguidas del Reino Animal y 17 especies actuales y 1 extinguida del Reino Vegetal.

En su magna obra sobre el origen de las especies, Darwin reúne dos méritos: el primero, conceptual, al justificar la permanencia de las variaciones por el éxito que suponen para la supervivencia o la reproducción, hecho que denomina selección natural; el segundo, presentar sistematizadas las observaciones e ilustrar con ejemplos sus tesis. En breves pin-

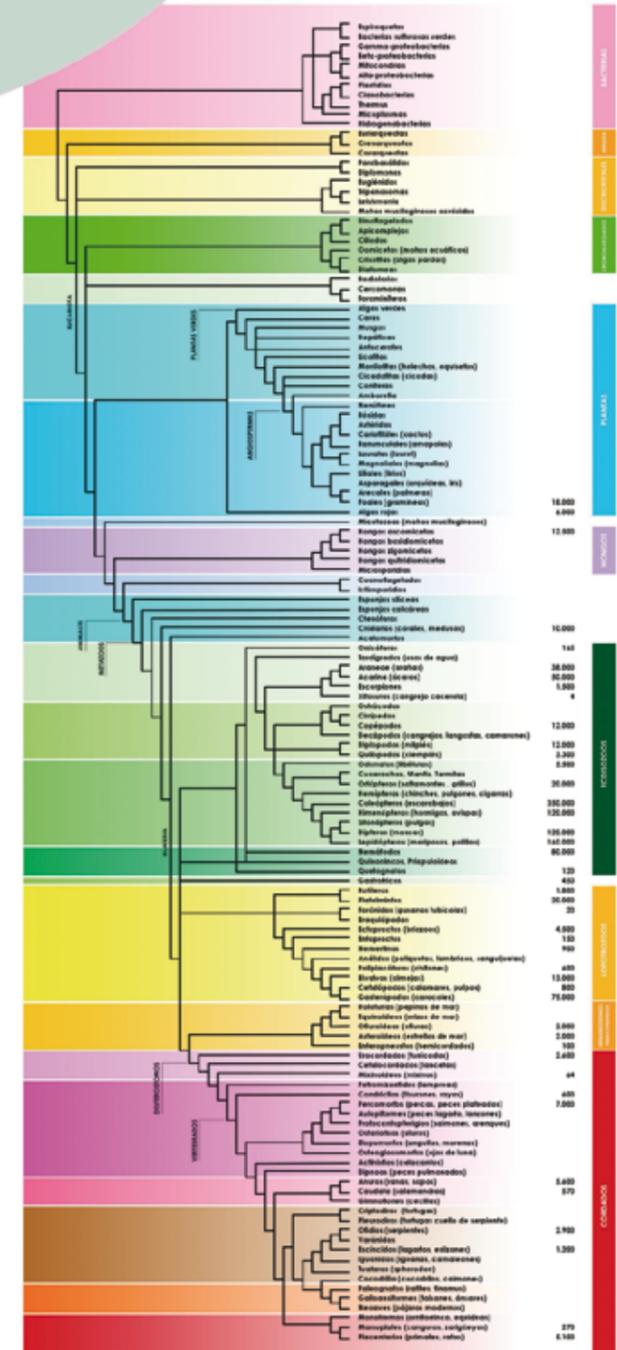
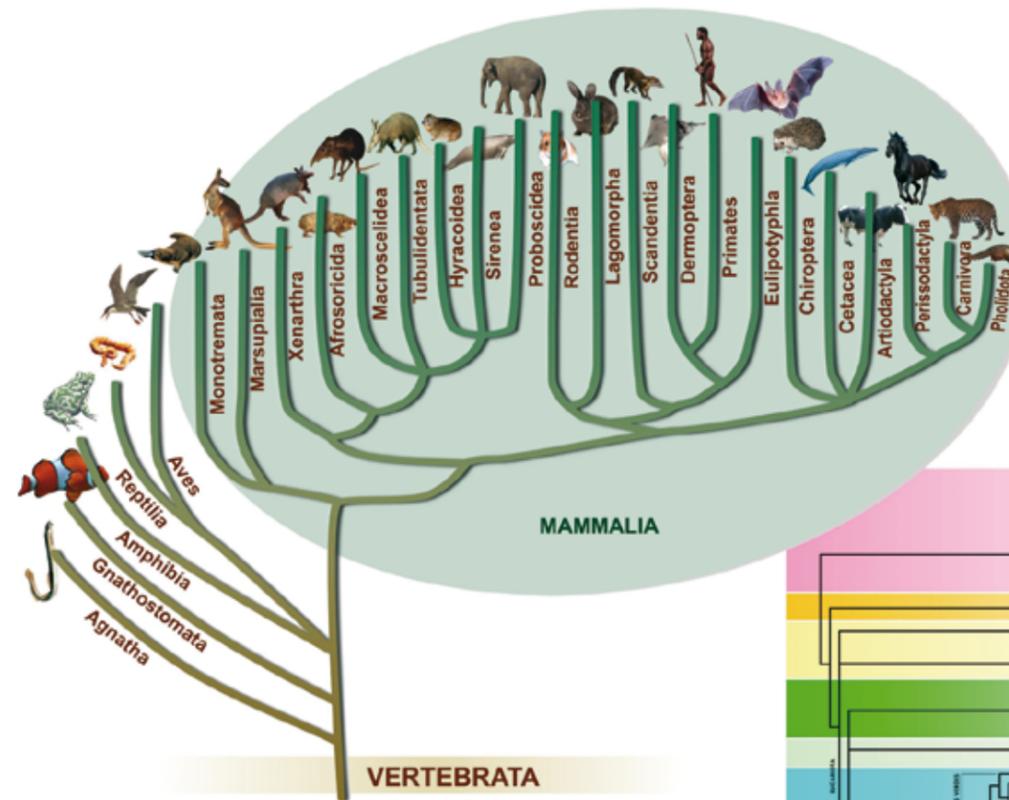
celadas, se recuerda al visitante a través de dos paneles el enunciado de la teoría, los autores envueltos en la réplica y en su defensa y el impacto y desarrollo posterior de la misma.

Atendiendo a la argumentación de la obra, las vitrinas centrales de la exposición intentan glosarla presentando ejemplos relacionados con los temas y casos narrados en sus distintos capítulos o de similares características, y organizados según dicho criterio. Adaptaciones de extremidades a diferentes medios o usos, mimetismos, adaptación al vuelo de distintas clases taxonómicas, distintos grados de desarrollo de órganos o extremidades en especies propias de distintos hábitats... ilustran las claves del éxito para sobrevivir.

A la izquierda, el cartel dedicado a la Teoría de Darwin sobre la Evolución.

En la página de la derecha, imágenes de la exposición junto a dos diagramas de relación evolutiva de los seres vivos.

EL ÁRBOL DE LA VIDA



La teoría de la evolución por SELECCIÓN NATURAL

En el siglo XIX, los científicos han acumulado suficientes evidencias y muchos empezaron a plantearse que la vida está en constante transformación y tiene una edad muy superior a la considerada hasta entonces, y que los seres vivos en el transcurso de ese largo espacio de tiempo también se han diversificado y modificado.

El público participa de estas ideas y, diecisiete años antes de publicarse el origen de las especies, se agitan para ver las "estaciones perdidas" como el ambiente, los peses voladores, etc. y se le dan nombres relacionados con la transformación de las especies. La primera edición de 1250 ejemplares del "origen de las especies" es vendida el día de su aparición.

El público participa de estas ideas y, diecisiete años antes de publicarse el origen de las especies, se agitan para ver las "estaciones perdidas" como el ambiente, los peses voladores, etc. y se le dan nombres relacionados con la transformación de las especies. La primera edición de 1250 ejemplares del "origen de las especies" es vendida el día de su aparición.

En el año 1800 de Lamarck se propone la tesis de que el marisco montañés de Suiza había sido talado por inermes glaciares. Louis Agassiz (1807 - 1873) refutó la idea, modificó la teoría de los cataclismos de George Cuvier (1797 - 1857) y afirmó que Dios había vuelto a crear los seres vivos en varias ocasiones para perfeccionar progresivamente sus creaciones.

Charles Lyell (1797 - 1871), destacado representante del uniformismo, defensor de la idea de un planeta que cambia lento, gradual y cíclicamente, que escribe "The principles of Geology" donde expone las tesis sobre el origen natural y remoto de la Tierra.

Erasmus Darwin (1731 - 1802) expone en "Las leyes de la vida orgánica" sus propias teorías sobre la evolución. Argumenta que las especies de plantas modifican con el tiempo adaptándose intencionalmente a su medio ambiente.

Jean Baptiste de Lamarck (1744 - 1829) se dibuja la primera exposición lógica original de la teoría de la evolución en su "filosofía zoológica" en 1809. Supone que los seres vivos se adaptan al ambiente y estas adaptaciones, una vez fijadas, son heredadas por las generaciones posteriores. Afirma que es posible ordenar todos los seres vivos en una serie hasta el hombre de acuerdo con la progresiva complejidad de su organización.

Independientemente, Alfred R. Wallace (1825 - 1913) llega a las mismas conclusiones.

Lyell y G. Hoober presentan el trabajo de ambos ante la Sociedad Linneana de Londres en julio de 1858 bajo el título "Sobre la tendencia de las especies a crear variedades, así como sobre la perpetuación de las variedades y de las especies por medio de la selección natural".

Darwin conoce en Edimburgo las ideas evolucionistas de Lamarck. En su viaje descubre probablemente que el planeta no es inmóvil y observa cómo las similitudes y diferencias entre las especies actuales y entre éstas y las extintas. En 1837 comienza sus apuntes sobre la transmisión de las especies. Representa la descendencia como la ramificación de un árbol evolutivo, diferenciándose así de la teoría de Lamarck. Señala la lucha por la supervivencia como mecanismo de la selección inspirándose en la obra de Malthus.

La teoría de la evolución por selección natural podía enunciarse así:

Se producen variaciones fortuitas de las características entre los individuos de una población. El papel esencial de la variabilidad natural y no dirigida de los cambios, fue la mayor aportación de Darwin.

En función de las condiciones ambientales, los individuos con unas ciertas características están más capacitados en la lucha por la supervivencia y el éxito en la reproducción y la protección de sus crías selección natural

Las plantas o animales con características favorables perpetúan sus características en mayor número, hasta que la mutación llegue a convertirse en carácter propio de toda la especie.

Los cambios que producen variabilidad, sujetos a los sucesivos procesos de selección natural, pueden continuar hasta que la especie se haya transformado en otra completamente nueva.



Darwinismo: la evolución selectiva

Charles DARWIN Como de cada especie nacen muchos más individuos de los que pueden sobrevivir y como, en consecuencia, hay una lucha por la vida, que se repite frecuentemente, se sigue que todo ser, si varía, por débilmente que sea, de algún modo provechoso para él bajo las complejas y a veces variables condiciones de la vida, tendrá mayor posibilidad de sobrevivir y, de ser así, será naturalmente seleccionado. Según el poderoso principio de la herencia, toda variedad seleccionada tenderá a propagar su nueva y modificada forma.

Evidencias paleontológicas, anatómicas, embriológicas, biogeográficas, empleadas hoy día para demostrar que la evolución es un proceso característico de la materia viva, tienen su reflejo en la exposición. En el siglo XIX, la brusca irrupción de abundantes fósiles en los estratos del denominado Período Cámbrico, sin precursores conocidos, fue un argumento de peso frente a las teorías evolucionistas. Una selección de fósiles provenientes del excepcional yacimiento de Murero, y pertenecientes al período citado, cuya importancia se justifica en un amplio cartel, testimonia aquel florecimiento vital. Otros fósiles representan la vida existente en otras épocas geológicas.

Coinciden los autores en el hecho de que sus experiencias científicas durante el viaje de circunvalación que realizara de 1831 a 1836 vi-

IMPACTO de la teoría de la evolución

EN RECUERDO DE LA OBRA DE DARWIN

El "libro de Darwin" se celebra cada año, y con ocasión del centenario de su nacimiento y el 150 aniversario de la publicación de su obra más importante se han anunciado actos y publicaciones por todo el mundo. La exposición sobre Darwin con que se inauguró el Museo Americano de Historia Natural en 2004, se exhibió en el Museo de la Ciencia de Boston, el Museo del Campo de Chicago, el Museo Real de Ontario en Toronto y el Museo de Historia Natural de Londres. La universidad de Cambridge ha preparado un festival especial en julio de 2009. En su ciudad natal se celebra el Festival de Darwin de 2009, con importantes actos durante todo el año.

Tras la publicación del "Origen de las especies" la oposición en Inglaterra se ensilbaba por Robert Owen (1771-1858), y apoyada por figuras como el filósofo anglicano Samuel Wilberforce.

La réplica a estas críticas tuvo su contestación destacando en la defensa de las mismas el geólogo Charles Lyell (1797-1873) y al biólogo Thomas H. Huxley (1825-1895) quien, en una memorable sesión, se enfrentó dialécticamente a S. Wilberforce.

En septiembre de 2008, la Iglesia anglicana publicó un artículo que aprovechaba la ocasión de su 200 aniversario para discutir sobre Darwin.

Las críticas resuñan que qué más confutaron a Darwin provienen del físico y matemático William Thomson, Lord Kelvin, (1824-1907) referentes a la edad de la Tierra y la del ingeniero Henry C. Rowling (1833-1888) que ponía en duda la perpetuación de las mutaciones.

En 1904 medidas de desintegración radiactiva confirmaron una edad de la Tierra de miles de millones de años, y los genéticos Ronald A. Fisher (1890-1962), John B. S. Haldane (1892-1964) y Sewall G. Wright (1889-1988) desarrollan en 1930 modelos explicando cómo pequeñas mutaciones favorables pueden extenderse a una población.

Los estudios de la evolución se ponen de acuerdo en una síntesis moderna de la teoría evolutiva. Concluyen la evolución impulsada por la selección natural y mecanismos genéticos aleatorios, aparecen en nuevas especies en poblaciones aisladas por acumulación gradual de mutaciones.

Después del siglo XIX, bajo el impulso del genético Theodosius Dobzhansky (1900-1978) junto con el biólogo Ernst Mayr (1904-2005) y el botánico George L. Stebbins (1904-2000) y el paleontólogo George G. Simpson (1902-1984), los estudios de la evolución se ponen de acuerdo en una síntesis moderna de la teoría evolutiva. Concluyen la evolución impulsada por la selección natural y mecanismos genéticos aleatorios, aparecen en nuevas especies en poblaciones aisladas por acumulación gradual de mutaciones.

El nivel del pensamiento sigue con tradiciones explicaciones fijas y creacionistas, defendidas mayormente por algunos grupos religiosos o místicas, y postula una naturaleza no teleológica de los mecanismos evolutivos, es decir establece que la evolución no sigue un fin y propósito.

El Creacionismo sigue siendo defendido por algunos grupos religiosos, particularmente los fundamentalistas, principalmente a través de una forma ultrarraigada de Creacionismo llamada Diseño inteligente.

El impacto de la teoría evolucionista se extiende más allá de las ciencias biológicas.

La noción de que el género humano comparte ancestros con otras especies animales, suscita reacciones de incredulidad en unos y afecta la manera en la que otros ven la relación entre los humanos y los animales.

El origen de la vida, entre los que merecen ser citados Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955), han buscado unificar los puntos de vista científico y religioso.

El origen de la vida, entre los que merecen ser citados Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955), han buscado unificar los puntos de vista científico y religioso.

En la página de la izquierda, el cartel referente al Impacto de la Teoría de la Evolución.

En esta página, imágenes de la exposición.



Darwinismo: la evolución selectiva

sitando Sudamérica, Oceanía y un sinfín de islas fueron el detonante de la idea. Durante el viaje, cuyo esquema general se presenta en un gran mapa comentado, tuvo ocasión de contemplar una rica variedad de animales, plantas y formaciones geológicas y recoger abundantes muestras para estudio. Descubrió así con asombro una gran riqueza natural, con abundancia de especies vivas y extintas desconocidas en el Viejo Continente, de las que se presenta en dos vitrinas una pequeña embajada.

Darwin fue, por vocación, un naturalista consagrado a su trabajo. Estudió con minuciosidad temas tan dispares como el levantamiento de los continentes, la formación de islas de coral, la anatomía de los cirrípedos, los mecanismos de fecundación en las orquídeas, la movilidad de las plantas, la diferenciación de las características florales, los efectos de la hibridación, la formación de suelos o el comportamiento animal y humano. Esto bastaría para otorgarle un puesto destacado en la Historia de las Ciencias Natu-



De izquierda a derecha: Concha Aldea, Ana Elduque, Pilar Ventura, Eladio Liñán y Manuel López, durante la inauguración.



DARWIN, perfil humano:

- 1809** Charles Darwin nace el 12 de febrero en Shrewsbury. Segundo hijo de Robert W. Darwin y Susannah Wedgwood, y nieto del poeta y naturalista Erasmus Darwin.
- 1817** Muere su madre. Acude a la escuela local de la que guarda ingenuo recuerdo. De muestras de un gusto innato por la Historia Natural y el coleccionismo.
- 1825** Entra en la Universidad de Edimburgo. Acude a estudios de Medicina por decisión paterna. Descubre una pasión por las que no desde interés.
- 1828** Entra en el Christ's College de Cambridge. Inicia los estudios de teología y escribe un artículo sobre la verdad de la Biblia. Conoce al botánico y entomólogo John Henslow, quien le convence para que se interese por la Geología (1830).
- 1831** Zorpeo a bordo del Beagle. Como naturalista, acompañando la expedición del capitán Robert Fitz Roy. Circunnavega el planeta visitando América del Sur, las islas Galápagos, Tahití, Nueva Zelanda, Australia, las Molucas y Sudáfrica.
- 1836** Retornado a Inglaterra. Su talento ha experimentado una profunda transformación. Se ha vuelto crítico con el pensamiento especulativo. Su salud se ha debilitado, afectado por una enfermedad crónica.
- 1837** Se instala en Londres. Comienza a escribir sus notas sobre la formación de las especies. Conoce a Charles Lyell.
- 1839** Centroe nupcias el 29 de enero. Con su prima Emma Wedgwood, tras hacer una previa "investigación de veridicidad e inventarios del matrimonio". Nace un descendiente su primer hijo, Charles. El matrimonio tendrá 10 hijos. En su vida familiar será un hombre muy confiado y abierto con su mujer y hijos.
- 1842** Se trasladó a Down. Lleva una vida de retiro con escasa relación social.
- 1851** Muere su hijo Anne. Queda profundamente abatido y parte de retiro.
- 1859** Su enfermedad se agrava. No abandona sus estudios e investigaciones. Recibe visitas de amigos y familiares.
- 1876** Redacta unas notas autobiográficas.
- 1882** Fallece en Down el 19 de abril. Se celebra un funeral de estado en la abadía de Westminster, donde es enterrado junto a John Henslow y Isaac Newton.

DARWIN, perfil científico:

- 1825** Desarrolla afición por el estudio de insectos.
- 1828** Recolecta coleópteros con su primo Fox.
- 1831** Hace importantes observaciones geológicas. Realiza amplias colecciones de fósiles, plantas y animales, y recopila notas de sus observaciones e hipótesis.
- 1837** Presenta ante la Geological Society de Londres:
 - los especímenes de mamíferos y aves traídos del viaje.
 - un artículo sobre Geología exponiendo que el continente sudamericano se eleva lentamente.
 Acepta actuar como secretario honorario de la Geological Society.
- 1838** Lee el "Ensayo sobre el principio de población" de T. Malthus. Es editor de un tratado sobre zoología aparecido en 3 tomos (1838 y 1840).
- 1839** Ingreso en la Royal Society de Londres. Aparece "Vida de un naturalista alrededor del mundo en el H.M.S. Beagle". Inicia sus estudios sobre el comportamiento humano.
- 1842** Primer borrador de la teoría de la evolución. Publica su teoría sobre la formación de arrecifes de coral.
- 1844** Las críticas a una publicación anónima refutando el tema y las opiniones de otros científicos le hacen revisar sus argumentos y tesis. Estabora sus anotaciones sobre las observaciones geológicas realizadas en las volcánicas y en el continente sudamericano. Publica sus teorías en dos tomos de Geología (1844, 1848).
- 1851** Sus trabajos sobre insectos marinos le conducen a importantes descubrimientos. Como una notable cantidad como biólogo. Aparecen en cuatro monografías publicadas de 1851 a 1854.
- 1853** Recibe el premio de la Royal Society.
- 1854** Retoma sus estudios sobre evolución introduciendo el argumento de la adaptación a distintos entornos de economía natural.
- 1856** Inicia la redacción de la teoría evolutiva a instancias de Charles Lyell.
- 1858** Escribe un manuscrito de Alfred R. Wallace con una breve y explícita exposición de la evolución por selección natural. Presentación de la teoría de la selección natural ante la Linnean Society por C. Lyell y E. Hooker el 1 de julio.
- 1859** Publica el 24 de noviembre "El origen de las especies mediante selección natural".
- 1862** Retoma con intensidad:
 - Sus Investigaciones de Botánica, realizando:
 - Novedades estudios sobre la fecundación de orquídeas (1862).
 - Experimentos de movilidad en plantas, plantas fijadoras y plantas insectívoras (1875-1880).
 - Heterosis y autofertilización (1876).
 - Diversificación de las formas florales (1877).
 - Sus estudios sobre evolución explicando características no adaptativas debidas a la selección sexual (1871).
 - Sus observaciones y estudio comparativo del comportamiento animal y humano (1872).
 - Sus experimentos sobre hibridación en animales y plantas (1844).
- 1878** Ingreso en la Académie des Sciences de Francia.

En el centro de las páginas, dos carteles que narran la biografía de Charles Darwin.

A la izquierda, imágenes de ejemplares expuestos en las vitrinas de la exposición.

Darwinismo: la evolución selectiva

rales, y resulta obligado el recuerdo de esta labor, desarrollada desde la vuelta del viaje hasta el año de su muerte, sobrellevada tenazmente pese a su delicada salud y compaginada con una devota dedicación a su familia. Acompañan al breve testimonio de sus estudios sobre Zoología y Botánica, presentados en una vitrina, algunos objetos conmemorativos o alusivos a su figura y su obra. Complementando los objetos, se presentan al visitante, de forma esquemática y resumida, los hitos de su biografía personal y de su biografía científica en sendos paneles.

La biodiversidad viene definida por la variedad de especies. No hay un catálogo completo de las especies existentes, pero en la actualidad están descritas muchas más especies vivas y extintas de las conocidas en el siglo XIX y, si bien se mantiene la nomenclatura binomial, la visión de los seres vivos ha "evolucionado" notablemente al disponer de nuevas herramientas y nuevos criterios de análisis. Actualmente, la Taxonomía actúa tras haber resuelto el árbol filogenético de los or-

ganismos estudiados, en función de las relaciones de parentesco entre ellos, y los árboles filogenéticos se construyen tomando en cuenta la teoría de la evolución. Se dedica un panel a comentar los criterios para establecer las categorías sistemáticas y a presentar como ejemplo un árbol filogenético y un diagrama de relación evolutiva en árbol de los seres vivos.

Con la referencia de dicho diagrama y buscando el acuerdo con los criterios citados, se ha llevado a cabo la presentación de los ejemplares elegidos para mostrar la asombrosa diversidad de formas con que nos regala la Naturaleza; el mismo criterio se ha aplicado a la presentación de las piezas que ilustran otros aspectos de la exposición. Aunque variada,

LA EXPLOSIÓN DE VIDA EN EL CÁMBRICO

EL DILEMA DE DARWIN Y EL ATAQUE DE SUS DETRACTORES:

La llamada "explosión cámbrica de la vida" se materializa en la irrupción repentina de una gran cantidad y variedad de fósiles en las rocas del Período Cámbrico, pocas decenas de millones de años después de la aparición de los primeros animales multicelulares, en tiempos de Charles Darwin, se consideraban caentes de fósiles.

Fue la observación de esta causa de profunda inquietud para Charles Darwin y un fuerte argumento para sus oponentes contemporáneos, enfrentados a su teoría de una evolución lenta y progresiva desde formas ancestrales y más primitivas. ¿Cómo explicar esta aparente paradoja?



Corte geológico original de Rodolck Murchison (1830) que muestra de abajo, (de izquierda a derecha): el Cámbrico de Gales, el Máscico Inferior de Murchison (ahora Ordoviciano) en Irlanda, la América Roja Antigua y el Carbonífero al noreste de Sudáfrica.

LA EXPLOSIÓN CÁMBRICA DE LA VIDA:

El inicio del Período Cámbrico registró el más brusco aumento de biodiversidad en toda la historia del planeta. Emergen los primeros cordados y la mayoría de los grandes grupos de animales invertebrados actuales, a la vez que se generalizan los esqueletos, apareciendo el fenómeno de la depredación e intensificándose mucho la bioturbación del sustrato (evolución agonómica). Se establecieron, así, los ecosistemas de tipo moderno. También aparecieron otros grupos espectaculares que se extinguieron al final del Cámbrico sin dejar rastro. El conocimiento de la vida en los mares cámbricos se obtiene gracias, sobre todo, a unos pocos yacimientos paleontológicos de conservación excepcional, como los de Maclure Stephen (Canadá), Chengjiang (China) y Murero (España).



Junto al Proyecto murero (Universidad de Zaragoza), numerosos equipos de investigadores se dedican hoy a estudiar las causas de esta explosión. Los datos geológicos indican que, en la anterior del Cámbrico, se produjo un notable incremento de fósforo, CO2 y oxígeno libre disueltos en el agua marina. Otros factores fueron la generalización de los esqueletos, la aparición del dimorfismo sexual y una cierta plasticidad genética de las formas cámbricas.



Reconstrucción del cámbrico inferior de Murero, hace unos 515 Ma.



Reconstrucción de un fondo marino al final de los tiempos precámbricos, hace unos 570 Ma.

EL "JARDÍN DE EDIACARA":

En 1857, año de publicación de la obra El origen de las especies, todavía no se habían descrito los primeros fósiles precámbricos, aunque se discutía si la estructura llamada Eozoon canadense (que resultó ser un mineral) era un fósil o no; y aunque poco después, en 1872, se describió en Terranova el primer fósil precámbrico de un organismo primitivo no mineralizado (Aspidella terranovaensis), cuya interpretación orgánica fue puesta en duda.

Investigaciones a lo largo del s. XX han confirmado que los mares del planeta ya estaban poblados de vida mucho antes del Período Cámbrico (es decir, antes de -542 Ma). En casi todo el mundo se encuentra la "biota de Ediacara", compuesta por una serie de extraños organismos de estructura silicificada (vendobiontes), grandes dimensiones y formados por un fragmento blando pero muy resistente, acompañados por organismos microbianos que registraban el fondo marino y por pequeños animales vermiformes que producían pistas. [IMAGEN "Mar Precámbrico, 570 m.jpg"] (Fuente: Reconstitución de un fondo marino al final de los tiempos precámbricos, hace unos 570 Ma.) En un mundo así, la depredación sería un fenómeno casi inexistente, lo que ha dado pie a hablar del "jardín de Ediacara", en un paralelismo triprecámbrico del bíblico "jardín del Edén".

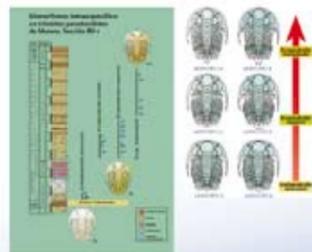
MURERO, LA "CAPILLA SIXTINA DE LOS TRILOBITES":

Murero (provincia de Zaragoza) es una de las localidades cámbricas más fértiles del mundo, con registro más continuo y con mayor diversidad de especies. Unos 10 millones de años están representados allí por 200 metros de rocas marinas estratificadas, que contienen fósiles con esqueleto (trilobites, crustáceos, braquiópodos, equinodermos, moluscos) y otros de cuerpo blando cuya fosilización es excepcional (oligos, gusanos, esponjas y fósil sin representación actual). Todos ellos forman la conocida biota de Murero. Tan sólo de trilobites, se han descrito cerca de cien especies, aunque se estima que únicamente conocemos el 30 % de su diversidad.

La puerta en valor de este enclave (declarado Bien de Interés Cultural en 1997) es el otro gran objetivo del Proyecto murero. Este patrimonio, tras su estudio y catalogación, se exhibe en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza.

EL AMOR COMENZÓ EN EL CÁMBRICO:

¿Cuándo empezó la diferenciación morfológica de machos y hembras en las especies biológicas de nuestro planeta? Los datos obtenidos desde 1974 en Murero llevan a pensar que el dimorfismo sexual en los trilobites debió iniciarse desde su misma aparición, como parte de la "explosión cámbrica".

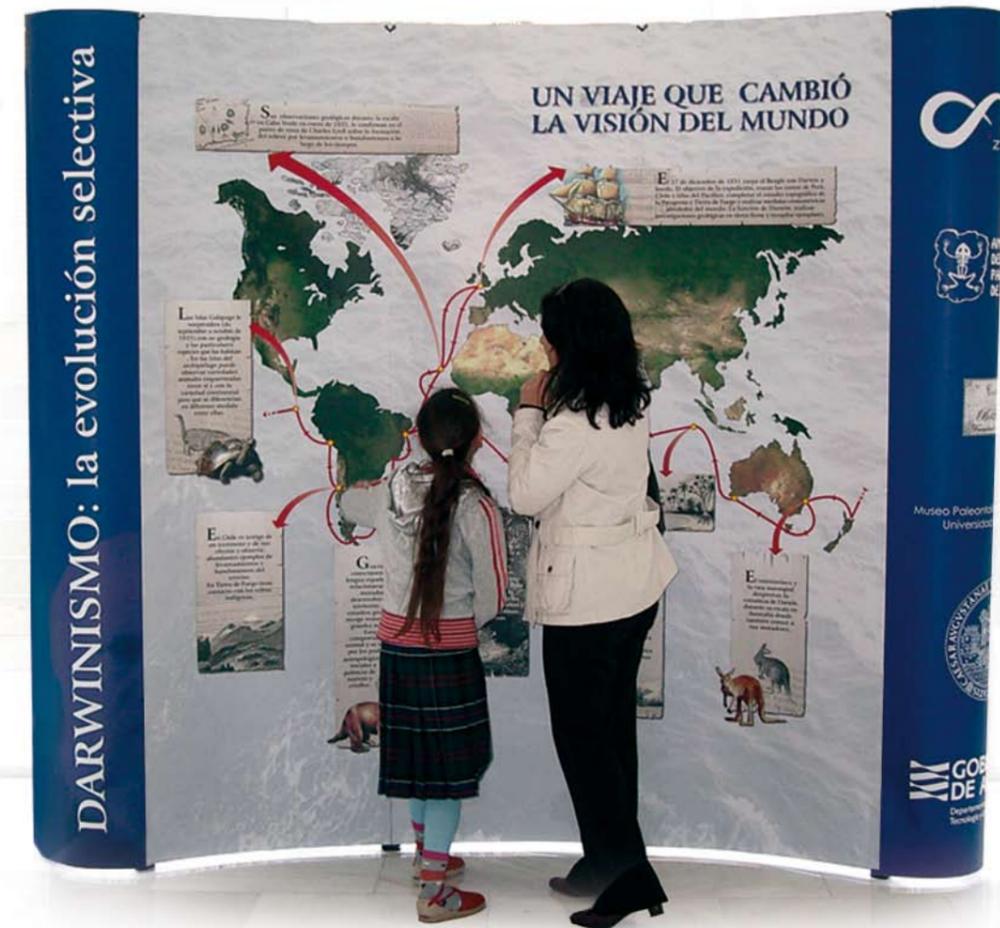


En esta exposición se muestra el caso del género Paradoxides, de más de 800 millones de años. En cada uno de sus especies existe un macho con cola (trilobite) larga y alta con una caña (además de diferencias en el tamaño de los primeros segmentos del fósil), registrándose ambos en exactamente las mismas estratos rocosas (desde que la especie aparece hasta que se extingue), lo que evidencia que se trata de dos machos y no de dos especies diferentes. Un mayor tamaño de la cola pudo servir para que las hembras de trilobites portaran mejor la bolsa incubadora, y las modificaciones en las segmentas permitió un apareamiento más eficaz.

la selección de especies presentada es una insignificancia en comparación con las 1.750.000 especies conocidas según datos del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (1995).

La exposición, que permanecerá durante el año 2009, pretende ser una invitación a interesarnos por el conocimiento del mundo que nos rodea y una aproximación a la figura de Darwin y a las Ciencias de la Naturaleza.

Julio Amaré
Dpto. Física Aplicada
Universidad de Zaragoza



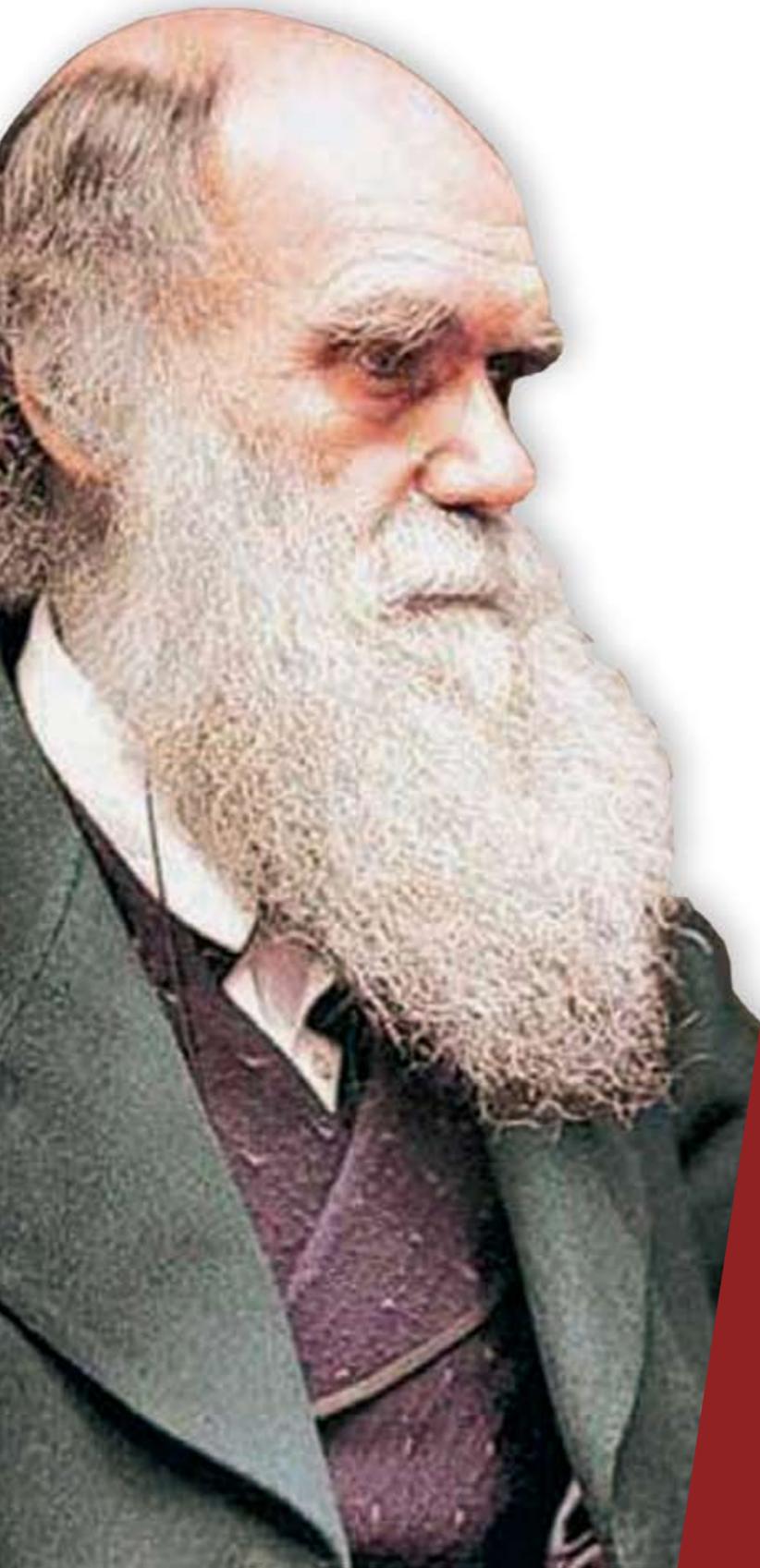
Charles DARWIN Hay grandeza en esta concepción de que la vida, con sus diferentes fuerzas, ha sido alentada por el Creador en un reducido número de formas o una sola y que, mientras este planeta ha ido girando según la constante ley de la gravitación, se han desarrollado y se están desarrollando, a partir de un principio tan sencillo, una infinidad de las formas más bellas y portentosas.

En la página de la izquierda, uno de los carteles de la exposición.

Arriba, cartel explicativo del viaje de Darwin a bordo del Beagle.

Darwinismo: la evolución selectiva

Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza
Campus San Francisco.
De marzo a diciembre de 2009



CURIOSIDADES SOBRE DARWIN

Por María Luisa Peleato

Probablemente, ningún otro científico ha aportado tanto al conocimiento de la vida sobre la Tierra como Charles Darwin. Sus ideas no sólo afectaron al ámbito científico, sino que revolucionaron la sociedad y, aún hoy día, provocan polémica. De hecho, su más que cotejada teoría pertenece a la extraña categoría de los hechos científicos "opinables" según lo que a cada uno le da por pensar o creer.

Charles Darwin era el quinto de seis hermanos, cuatro chicas y dos chicos. La madre de Charles (que era de la familia Wedgwood, propietarios de la famosa fábrica de porcelanas de este nombre) falleció tras una larga invalidez cuando él tenía 8 años. Por esta razón, había sido educado en casa por sus hermanas mayores, especialmente por la severa Caroline, que le decía que era mucho más lento en aprender que su hermana menor. Él mismo cuenta que, cuando se encontraba con ella, se preguntaba que qué era lo que le iba a echar en cara o reñirle en ese momento y cita, en su autobiografía, que trataba de "escurrir el bulto" todo lo que podía. Ya en este momento tenía muy desarrollado su gusto por la naturaleza, y pasaba mucho tiempo vagabundeando por los campos de los alrededores de su casa, o ideando estratagemas para robar manzanas del huerto de su casa. Trataba de saber los nombres de las plantas, y empezó a coleccionar todo lo que caía en sus manos: conchas, sellos, monedas, minerales...

El año que falleció su madre, ingresó externo en una escuela cercana, donde permaneció un curso. Su gusto por la Historia Natural estaba ya muy desarrollado, y coleccionaba y conocía plantas, conchas, minerales... Tenía una imaginación desbordada, y cuenta en su autobiografía, algo avergonzado, que le comentó a un compañero (que luego se convertiría en un ilustre botánico) que podía alterar el color de algunas flores, regándolas con líquidos coloreados. Al año siguiente, paso a un internado muy

cercano a su casa. Era un chico muy ingenuo, y fue objeto de algunas bromas por parte de compañeros (como convencerle que, llevando un sombrero viejo, los pasteles de una pastelería del pueblo eran gratis). Cuenta que se escapaba a su casa por las tardes, y volvía corriendo (literalmente) al colegio antes de que pasaran lista por la noche. Siguió coleccionando animales y minerales, con especial interés en aves e insectos. En su autobiografía comenta que recuerda haberse preguntado en aquel momento por qué los miembros de las buenas familias no se hacían todos ornitólogos. Las materias que se enseñaban en la escuela no interesaban demasiado al joven Darwin, que prefería salir al campo, pescar y coger nidos de pájaros. Ante el poco interés de Charles por la escuela, en la que por lo visto se aburría un montón, su padre le dijo: "las únicas cosas que te interesan son pegar tiros, los perros y cazar ratas, y vas a ser una desgracia para ti y para tu familia". Durante esta época, su hermano Erasmus, cuatro años mayor que él, montó un laboratorio de química en un cobertizo, y permitió que Charles actuara como ayudante, lo que hizo que se interesara vivamente por la química. Lograron obtener un número considerable de gases y compuestos. Por esta razón, en el colegio le pusieron de mote "Gas", y fue reprendido duramente por el director por "perder el tiempo de aquel modo, en asuntos sin provecho". De hecho, el Director del colegio consideraba que Darwin era "pasota", cosa que el chico consideraba muy injusto.

Como no iba nada bien en el colegio, su padre lo sacó a una edad menor de la habitual (16 años), y lo mandó con su hermano a Edimburgo a iniciar estudios de Medicina. Estos estudios también le resultaron, exceptuando la química, "insoportablemente aburridos", y le horrorizaba ver sangre así como la cirugía sin anestesia (salió corriendo antes de que terminara una operación quirúrgica y no volvió más). En su autobiografía, califica de "obtusos" a alguno de sus profesores, y usa el mismo calificativo para sus clases magistrales. Se lamenta de no haber

aprendido dibujo en aquel momento, y describe la pena que le causaba el dolor de los enfermos. Prefería rebuscar las redes de los pescadores, y disfrutar de todos los alicientes que una gran ciudad podía ofrecer a jóvenes de buena familia. De hecho, él mismo cuenta que se convenció de que su padre iba a dejarle en herencia suficientes bienes como para subsistir con cierta comodidad, y esa convicción fue suficientemente sólida como para contrarrestar cualquier esfuerzo importante por aprender medicina. Sin embargo, consultando con su padre las dudas, llegó a atender a pacientes pobres y sentir un sincero interés por esa tarea.

A partir del segundo año en Edimburgo, empieza a frecuentar círculos naturalistas, a hacer interesantes trabajos de campo, y llega incluso a exponer algún trabajo en sociedades científicas importantes. Atiende a clases de Zoología y Geología y hace amistad con destacados naturalistas, a los que acompaña al campo. Un ex-esclavo, probablemente el único residente de raza negra en Edimburgo, le dio clases particulares de taxidermia, y quedó fascinado por lo que le contaba de una expedición científica a América del Sur. En las vacaciones de verano, era un voraz lector y un forofeo cazador, y se dedicaba a ello con verdadera pasión.

Tras dos cursos en Edimburgo, Charles convenció a su padre para abandonar la carrera de medicina. Éste, a pesar del ambiente escasamente religioso del hogar de los Darwin, decidió que Charles fuera sacerdote, y lo envió a Cambridge a formarse. No deseaba que se convirtiera en un señorito ocioso, condición que parecía su destino más probable. A pesar de que no era especialmente religioso, Charles aceptó pensando que ser un clérigo rural le permitiría estar en contacto con la naturaleza.

Para ordenarse sacerdote, debía primero obtener una licenciatura, y fue admitido en el Christ's College de Cambridge. Mientras estudiaba latín y griego en casa (para prepararse para la universidad) con un profesor particular, Darwin descubrió una nueva afición... las chicas. Tenía 18 años y tuvo una primera novia, una de las chicas con más éxito de la zona, con la cual salía de caza. Posteriormente, la chica debió de decirle o los escarabajos o yo, y Darwin eligió los escarabajos.

En Cambridge volvió de nuevo a las andadas... en lugar de dedicarse a lo que se suponía, se dedicó a cazar escarabajos, a coleccionar plantas, y en sus ratos libres, a socializar con los bebedores y jugadores de cartas que suele haber en todas las universidades (antecesores evolutivos

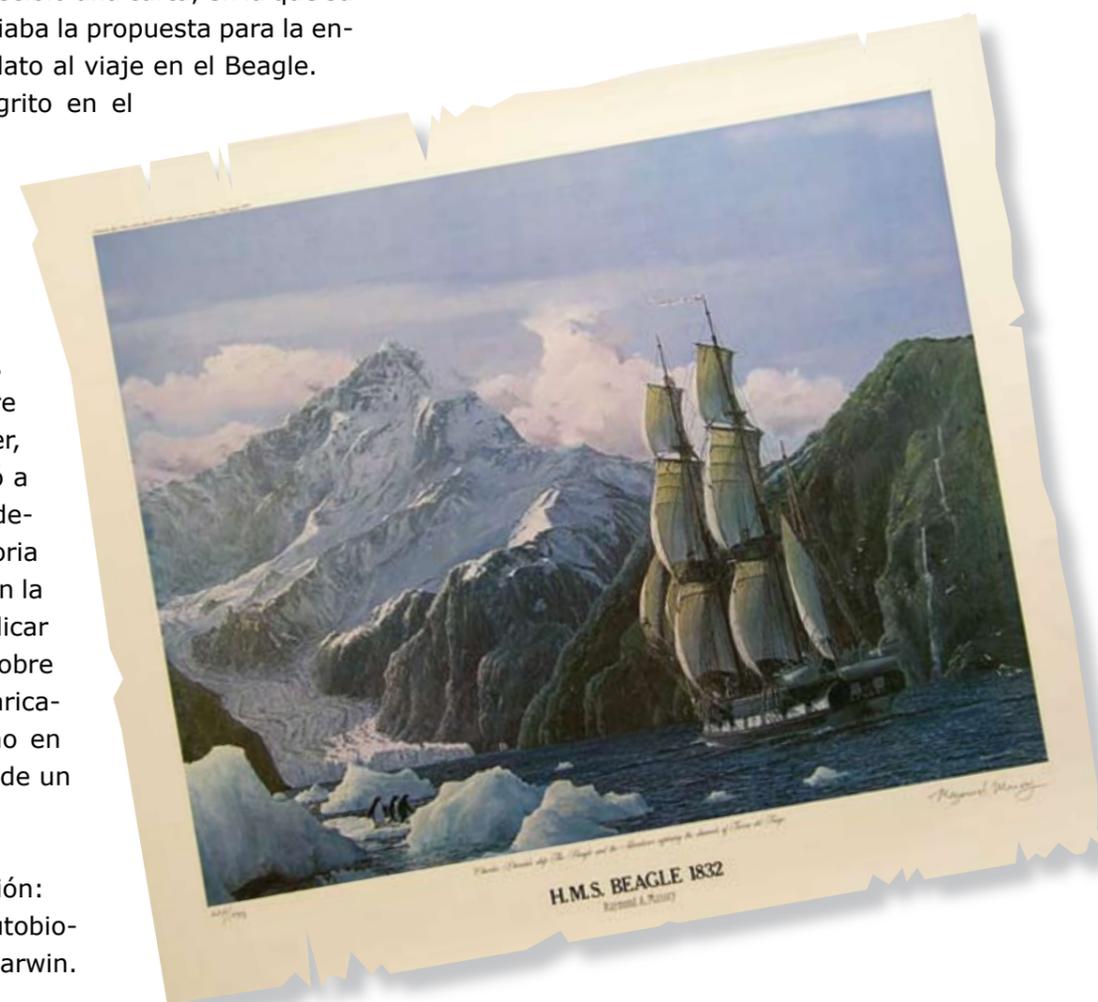
“...la chica debió de decirle “o los escarabajos o yo”, y Darwin eligió los escarabajos.”

de los que pueblan nuestro bar), en resumidas cuentas, a hacer algo el golfo. Los estudios académicos le volvieron a parecer aburridos y con poco sentido, pero cumplió con los requisitos obligatorios sin problemas. Darwin, ya anciano, lamenta el tiempo perdido en aquel momento. Sin embargo, gracias a que cayó bajo la tutela de un profesor (Henslow) que era botánico-entomólogo-químico-geólogo, todo en una pieza, se centró en sus estudios y empezó a estudiar seriamente Historia Natural, leyendo libros por su cuenta, y frecuentando la compañía de otros científicos eminentes (algunos profesores le llamaban “el hombre que pasea con Henslow”). Su pasión de aquel momento fueron los escarabajos. En una ocasión, como

tenía las dos manos ocupadas con sendos ejemplares de escarabajo, no se le ocurrió otra cosa que almacenar un tercero, que no podía permitirse perder por ser interesantísimo, en la boca. El bicho expulsó un fluido que le quemó la lengua y, lamentablemente, tuvo que escupirlo y lo perdió... Incluso llegó a contratar a un peón para que le ayudara en la recolección de sus amados escarabajos. Se licenció a los 22 años con muy buenas notas, tras tres cursos en Cambridge.

Ese mismo verano recibió una carta, en la que su antiguo tutor le enviaba la propuesta para la entrevista para candidato al viaje en el Beagle. Su padre puso el grito en el cielo. Al final, condescendió en que si alguna persona con sentido común consideraba buena la idea, le daría su bendición. Su tío Jos, el padre de su futura mujer, fue quien convenció a su padre. Todo lo demás es ya otra historia mucho más larga, en la que podríamos explicar cómo el ilustre pobre científico acaba caricaturizado como mono en una botella de anís de un país lejano...

Fuente de información: Charles Darwin, “Autobiografía”. Biblioteca Darwin. Ed. Laetoli, 2008.



María Luisa Peleato
Dpto. Bioquímica y Biología Celular
Universidad de Zaragoza

CURSO 2009-2010

FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

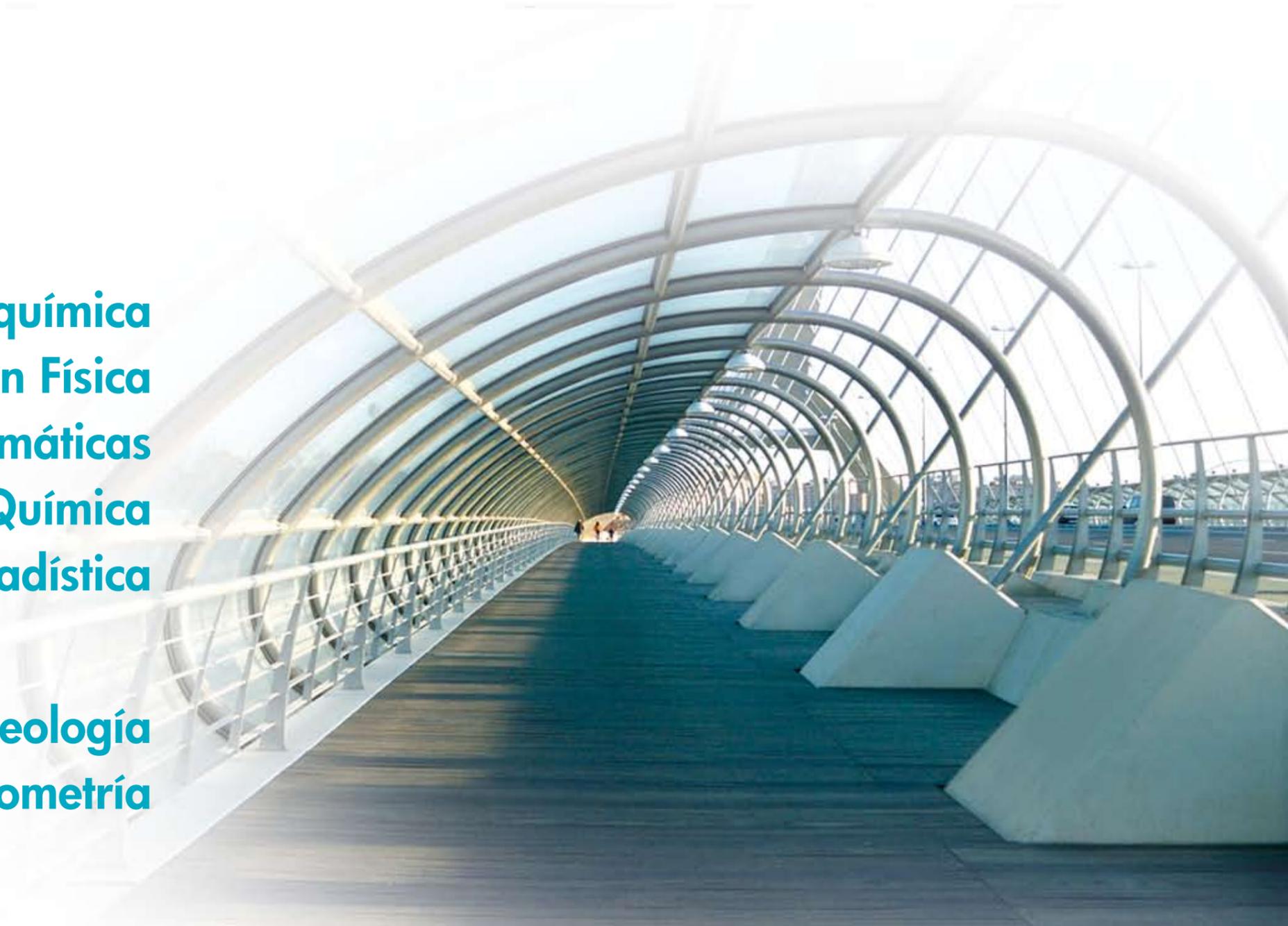
Pedro Cerbuna, 12
Campus San Francisco
50009 Zaragoza

<http://ciencias.unizar.es/web/titulaciones.do>

976 76 12 94

Licenciatura en Bioquímica
Licenciatura en Física
Licenciatura en Matemáticas
Licenciatura en Química
Diplomatura en Estadística

Grado en Geología
Grado en Óptica y Optometría



2009

Año Internacional de la Astronomía

Por Alberto Virto



AIA2009 DECLARACIÓN DE LA ONU

"Hoy, 20 de diciembre de 2007, las Naciones Unidas en su 62ª Asamblea General proclaman a 2009 como el Año Internacional de la Astronomía." De esta forma se designó a 2009 como año mundial de referencia de la Astronomía. El lema elegido ha sido "El Universo, para que lo descubras" y su principal objetivo es lograr que las personas de todo el mundo se unan al comprender que las maravillas del universo son parte de una herencia que tenemos en común: una Tierra y un cielo.

El AIA2009 ha sido una iniciativa de la Unión Astronómica Internacional y de la UNESCO, y la resolución fue propuesta por Italia, patria de Galileo Galilei.

En esta asamblea de la ONU se hacían varias consideraciones que son de especial interés; "...Consciente de que la Astronomía es una de las ciencias básicas más antiguas y que contribuyó y sigue contribuyendo de modo fundamental a la evolución de otras ciencias y aplicaciones en un amplio rango de campos. Reconociendo que las observaciones astronómicas tienen profundas implicaciones para el desarrollo de la ciencia, filosofía, cultura y la concepción general del Universo. Notando que, aunque hay un interés generalizado por la Astronomía, frecuentemente es difícil para el público en general tener acceso a la información y conocimiento del área. Conscientes de que cada sociedad ha desarrollado leyendas, mitos y tradiciones con respecto al cielo, los planetas y las estrellas que forman parte de su herencia cultural. Convencida de que el Año, entre otros aspectos, va a tener un papel importante en despertar la conciencia pública sobre la importancia de la astronomía y las ciencias básicas en el desarrollo a través del conocimiento universal de la ciencia básica por medio del entusiasmo generado por los temas de Astronomía apoyando la educa-

ción formal e informal de la ciencia en escuelas así como por medio de centros de ciencia, museos y otros medios relevantes, estimulando el aumento, a largo plazo, de estudiantes en los campos de ciencia y tecnología...".

Este año se quiere, por tanto, una colaboración global con propósitos de paz: la búsqueda de nuestro origen cósmico, una herencia compartida por todos los ciudadanos del planeta Tierra. Y puede representar una gran oportunidad para compartir el conocimiento básico del Universo y hacer énfasis en la importancia de la cultura científica para la sociedad.

ASTRONOMÍA

Dicen que para ser astrónomo se necesita tener la paciencia de una madre, la dedicación de un monje y el horario de un búho. La astronomía es la ciencia más antigua, como lo demuestran algunas alineaciones megalíticas y los fragmentos de observaciones antiquísimas que han llegado a nosotros. Y esta ciencia cuenta con un gran número de seguidores apasionados por la observación del cielo, algunos de los cuales descubren nuevos cometas o explosiones del tipo de Supernovas. Científicos y aficionados unidos por la poesía y belleza de los cielos.

La Osa Mayor es el símbolo de Alaska.

Galileo anotó por primera vez la observación de las lunas de Júpiter (derecha); Dibujo de Galileo de las manchas solares (fondo).

Desde la más remota antigüedad, la humanidad ha intentado hallar una explicación sobre la naturaleza del universo, y del papel que tenemos asignado los habitantes de un minúsculo planeta inmerso en un inabarcable espacio.

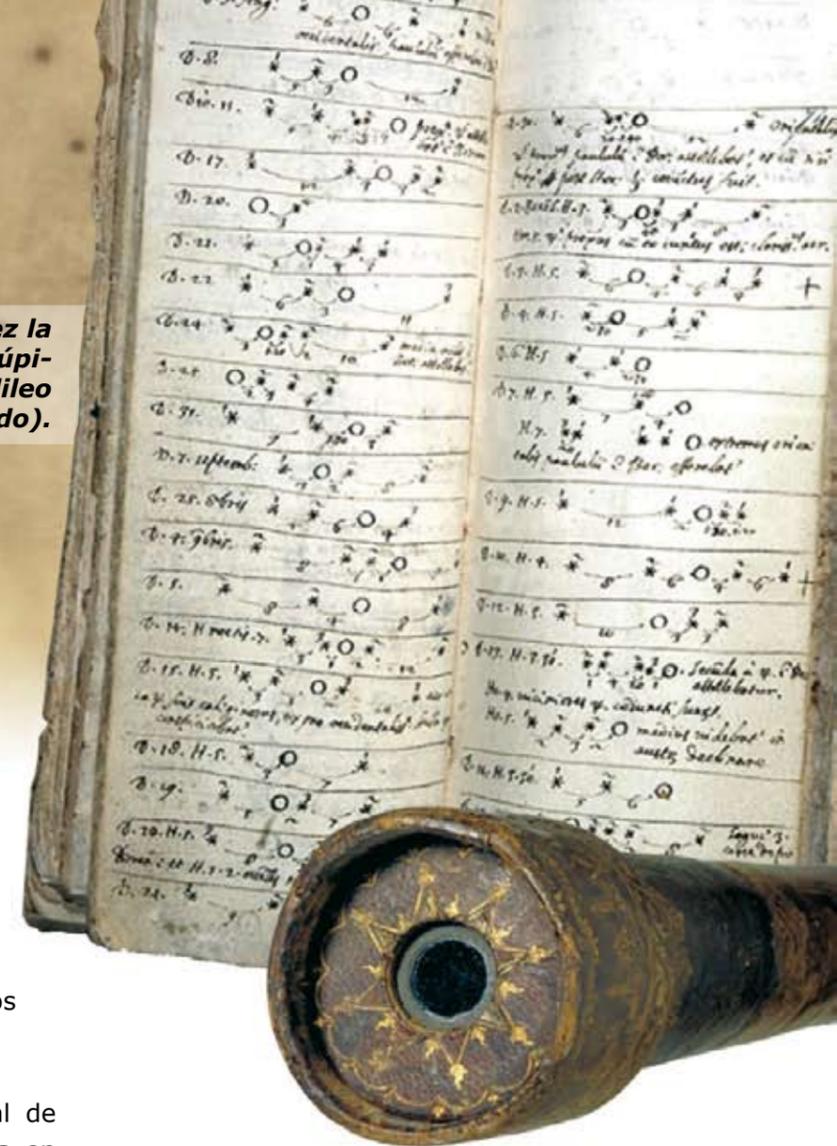
Esta fascinación por el firmamento estrellado nos ha llevado a crear seres llenos de mitos y leyendas y, en la bóveda celeste, hemos proyectado nuestros miedos (y esperanzas) colectivas.

La importancia de este Año Internacional de la Astronomía ha sido también reconocida en nuestro país en el Congreso de los Diputados. El 16 de Diciembre de 2008 se aprobó por unanimidad una Proposición No de Ley en la que se reconoce el papel fundamental que la Astronomía ha jugado en el desarrollo de las civilizaciones y el importante auge que ha experimentado en nuestro país en los últimos 30 años. En ella, además, se insta al Gobierno a reforzar su apoyo a la investigación astronómica, tanto en la financiación de infraestructuras como de proyectos de investigación y de incorporación de investigadores y a apoyar a todas las entidades que celebren el Año Internacional de la Astronomía.

Y eso que, hasta hace no mucho, hemos creído que la Tierra ocupaba un lugar muy especial en el universo: su centro, referencia obligada del resto de astros cósmicos. Pero tres personajes nos abrieron un nuevo horizonte en donde la Ciencia adquiere el protagonismo, en lugar de la superstición: Copérnico, Kepler y Galileo.

CON GALILEO 400 AÑOS MIRANDO AL CIELO

En 1609 Galileo Galilei supo de un comerciante de lentes holandés que había construido un telescopio. Tras mucho esfuerzo y diversos intentos (construyó más de 600 aparatos a lo largo de su vida, logrando varias decenas de aumentos) pudo ese mismo año utilizarlo para, inicialmente, observar los buques que entraban y salían de Venecia lo que le valió honores y reconocimiento social. Más tarde, dedicó su telescopio a las noches y a los cielos. Con aquel primitivo catalejo vio lo que ningún ojo humano había contemplado hasta entonces, y con sus observaciones sistemáticas (siempre anotadas en sus cuadernos) e interpretaciones cambió para siempre la historia de la Ciencia; abrió un "nuevo mundo" lejos de los dogmas de Tolomeo y Aristóteles.



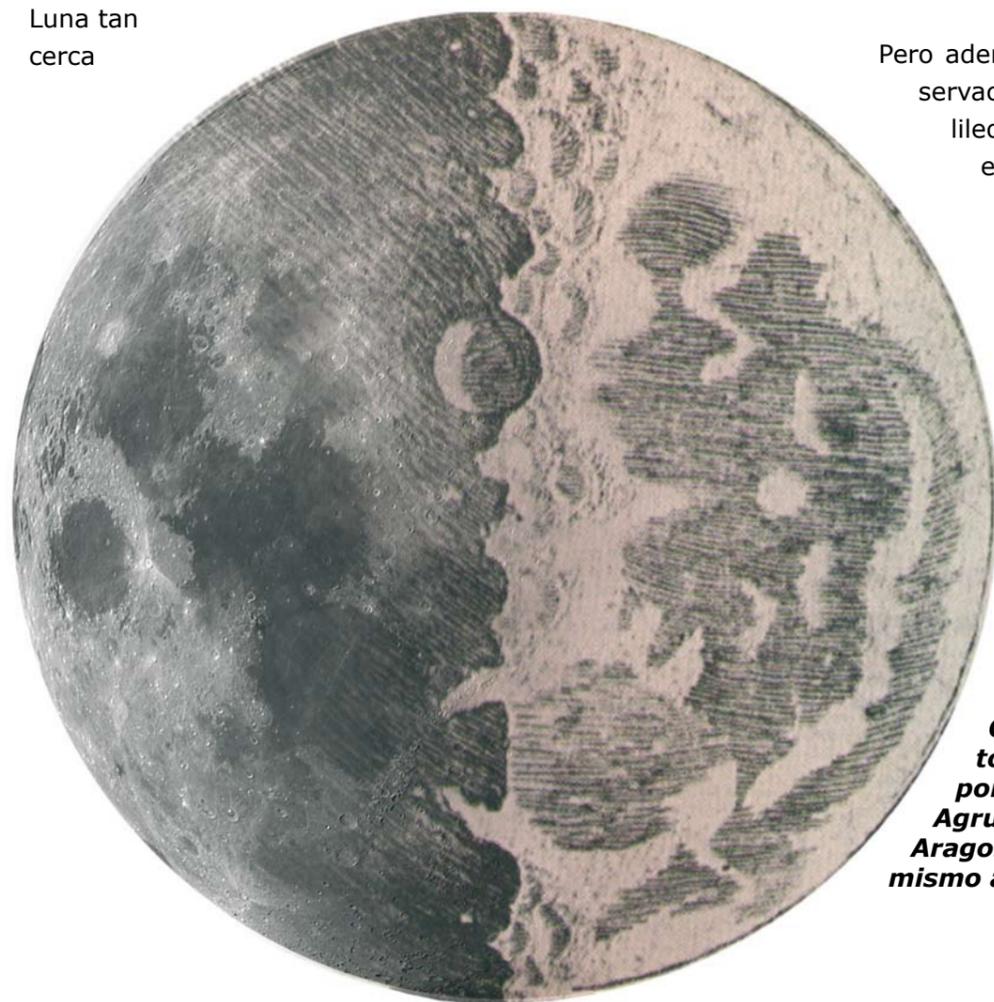
Descubrió que Júpiter tiene satélites (llamados galileanos en su honor), Venus tiene fases como la Luna (lo que reforzaba el heliocentrismo de Copérnico), que la Vía Láctea está formada por incontables estrellas, los anillos de Saturno, que el Sol estaba cuajado de manchas y que la Luna tiene valles y montañas como la Tierra. A todo esto añadió algo crucial: el "cielo" no era la perfección que se suponía y que estaba formado por objetos mudables e irregulares. Sus estudios marcaron un antes y un después en nuestra comprensión del universo. Fue el comienzo de una extraordinaria historia de descubrimientos que continúa en nuestros días.

Y en Padua, entre el 30 de noviembre y el 17 de diciembre de 1609, observa la Luna. Podemos imaginar a Galileo extasiado por lo que pudo contemplar, "Primero que todo, vi la Luna tan cerca

como si estuviese apenas a una distancia de dos semidiámetros de la Tierra. Después de la Luna, observé frecuentemente otros cuerpos celestes, tanto estrellas fijas como planetas, con increíble deleite".

Con los siglos, el telescopio se ha ido perfeccionando, haciéndose más sofisticado y preciso y, en el siglo XX, el estudio del cosmos amplió su rango desde el espectro de la luz visible al infrarrojo, a las ondas de radio, al ultravioleta, ...y al reino de los rayos X y gamma. De esta forma tenemos ahora un panorama del universo que antes nos era invisible. En este sentido, el Gran Telescopio Canarias es un claro ejemplo de dichos avances y, con sus más de 10 metros de diámetro, será el mayor telescopio óptico del mundo. Otro buen ejemplo será el observatorio que se está construyendo en la Sierra de Javalambre (Teruel).

Pero además de por la mera observación, la figura de Galileo ha sido crucial y por ello Einstein le adjudicó el título de padre de la ciencia moderna. Dos logros han marcado y señalado el sentido de la Ciencia: puso en marcha el método científico basado en la



Comparación de una fotografía real de la Luna, por Alberto Berdejo de la Agrupación Astronómica Aragonesa, con un dibujo del mismo astro por Galileo.

observación, la experimentación y el enunciado de leyes empíricas y determinó que las leyes de la naturaleza debían ser descritas por las Matemáticas.

Pero, además de Galileo, también merece ser recordado el gran Johannes Kepler ya que este año se conmemora la aparición de su obra *Astronomía Nova* en 1609. Lo que hizo Kepler fue analizar los datos de Tycho Brahe y enunciar sus famosas Leyes. En *Astronomía Nova* se publicaron algunas de ellas, según las cuales las órbitas de los planetas son elipses, estando el Sol situado en uno de sus focos y el radio vector que une un planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales. Estas leyes son fundamentales para el desarrollo de la Astronomía porque Kepler dio un apoyo muy fuerte a las ideas de Copérnico y, además, fue la primera vez que alguien era capaz de describir cómo funcionaba el Sistema Solar.

OBJETIVOS Y ACTIVIDADES EN EL AIA2009

Sin duda este 2009 es un año lleno de actividades que giran en torno a la Astronomía. Pero no sólo se busca que el gran público se dedique a observar el cielo sino que el objetivo es más ambicioso y estimulante: que todos nos interese por la disciplina que analiza el Universo como puerta de entrada hacia el conocimiento científico. La Unión Astronómica Internacional y la UNESCO pretende "cautivar" a los más jóvenes con la Astronomía y que gracias a ella sean más receptivos e involucrados con la Ciencia en

general. Entre todas las declaraciones, que se han realizado, cabe destacar la de Robert Wilson, premio Nobel de Física en 1978 por detectar el eco del Big Bang, "...es necesario incrementar el nivel de la enseñanza científica en las escuelas".

“ La figura de Galileo ha sido crucial: puso en marcha el método científico basado en la observación, la experimentación y el enunciado de leyes empíricas, y determinó que las leyes de la naturaleza debían ser descritas por las Matemáticas. ”

Como objetivos generales se han planteado, entre otros:

- Fomentar en la sociedad el interés por la Astronomía y la Ciencia en general con el consiguiente aumento e interés por el conocimiento científico.
- Apoyar y mejorar la educación en Ciencia tanto en las escuelas como a través de centros de investigación, planetarios y museos.
- Ofrecer una imagen moderna de la Ciencia y los científicos con el fin de estimular la presencia de jóvenes en carreras científicas y tecnológicas.
- Promover la igualdad de género dentro del mundo científico y técnico.

2009: Año Internacional de la Astronomía

- Facilitar la creación de nuevas redes de divulgación científica y fortalecer las ya existentes, conectando a astrónomos aficionados, educadores, científicos y profesionales de la comunicación, a través de actividades locales, regionales, nacionales e internacionales.

En cuanto a las actividades del AIA2009 tienen lugar a nivel global y nacional. En nuestro país se han establecido colaboraciones entre astrónomos profesionales y aficionados, centros de ciencia, museos y planetarios, educadores y

divulgadores que están convirtiendo este 2009 en un gran evento de divulgación científica. Así, ya se vienen celebrando jornadas, conferencias, exposiciones de fotografía, programas especiales de planetario, astronomía en las aulas con recursos educativos para llevar la belleza del cosmos a estudiantes de distintas edades, talleres solares, mesas redondas, fiestas de las estrellas...y observaciones nocturnas de nuestros cielos.

Hay un portal de referencia en donde se pueden consultar dichas actividades: <http://www.astronomia2009.es>

Por cierto, que una cita nos espera para finalizar el año: el 31 de diciembre hay un eclipse de Luna visible en cuatro continentes.

¿Y EN ARAGÓN?

Las distintas Agrupaciones Astronómicas de nuestra Comunidad están en plena labor con conferencias y plantadas de telescopios por pueblos y ciudades. Sin pretender ser exhaustivo, la Agrupación Astronómica Aragonesa, en colaboración con el CSIC, tiene en mayo una serie de observaciones en el Parque de la Almozara, y es siempre buena referencia el observatorio que dispone en Monegrillo. Las Agrupaciones de Teruel y Huesca son siempre activas y en concreto la de Huesca organiza, en noviembre, sus exitosas Jornadas del Pirineo. Por su parte, la Agrupación Silos tiene varios actos dentro del programa 12 lunas del Ayuntamiento de Zaragoza, en su observatorio ubicado en Torrecilla de Valmadrid, y también un concurso con Tercer Milenio de Heraldo de Aragón. IberCaja Zentrum y el CSIC organizan conferencias con muy destacados científicos sobre Astrofísica y Cosmología. Colegios e Institutos a lo largo de Aragón también participan en esta tarea, a la que se suman también Parroquias como la de N^a S^{ra} de Lourdes en Valdefierro o la de Begoña en el barrio de Delicias.

En marzo la Agrupación de Monzón llevó a cabo su Maratón Messier. El Programa Ciencia Viva del Gobierno de Aragón y la CAI, realizado por profesores de EEMM, tiene en la Astronomía uno de sus temas más actuales.

También el Ciclo "Encuentros con la Ciencia" de la Real Sociedad de Física, el Colegio de Físicos, la Facultad de Ciencias y la Fundación Zaragoza Ciudad del Conocimiento, en colaboración con el Área Cultural de El Corte Inglés, da cumplida cuenta con este año singular. La Cátedra Cervantes de la Academia General Militar también ha llevado la Astronomía a su espacio. Y por supuesto nuestra Facultad, junto con la Real Academia de Ciencias de Zaragoza, se ha sumado a las celebraciones así como distintos Departamentos y Grupos de Investigación como el Grupo de Mecánica Celeste.

El Suplemento de El Periódico de Aragón I+DEAR da cumplida cuenta de todas estas actividades y dos portales, el de Aragón Investiga (www.aragoninvestiga.org) y el Portal de Física y Química de Aragón (<http://www.catedu.es/ciencia-ragon/>) son fieles a las citas astronómicas.

Por su parte, el Patronato de Bibliotecas del Ayuntamiento de Zaragoza ha realizado una

buena selección bibliográfica a la que está completando con exposiciones y conferencias. La Universidad Popular ha organizado un Curso de Verano sobre Astronomía y la Casa de Amparo, también del Ayuntamiento, lleva "el cielo" a nuestros mayores.

El Director General de la UNESCO en el acto de inauguración del AIA2009, que tuvo lugar en enero en París, dio sentido a este año: "el cielo nos pertenece a todos y cada uno tiene el derecho de disfrutar de las maravillas que encierra", a lo que añadió la Presidenta de la Unión Astronómica Internacional: "la Astronomía está viviendo su edad de oro y queremos que este año cada ciudadano piense que es parte del universo cuando mire por un telescopio".

Aunque el conocimiento que hemos acumulado en estos 400 años es mucho, quedan grandes incógnitas esperando ser desveladas. El universo, allá arriba, continua siendo un misterio.

Alberto Virto
Miembro del LABAC
Presidente del Colegio de Físicos de Aragón



Nebulosa Cabeza de Caballo, en el Cinturón de Orión.



PLANETAS Y EXOPLANETAS I

Por Antonio Elipe

Los planetas han sido objeto de estudio desde los albores de la Astronomía. Desde siempre han inquietado esas "estrellas" que alteraban un universo perfecto, fijo, inmutable. Estos objetos errantes entre las estrellas fijas no tardaron en asociarse con las divinidades y, por tanto, regían los destinos de la humanidad. Los planetas conocidos hasta finales del siglo XVIII son los que se pueden ver a simple vista y, por tanto, identificados desde la antigüedad. Mercurio y Venus, los más próximos al Sol, son visibles en los crepúsculos. El resto describe sobre el cielo extraños caminos, unas veces en movimiento directo, otras retrógrado, pero siempre en las proximidades de un círculo sobre el firmamento. Para poder situarlos, los astrónomos hicieron agrupaciones de las estrellas que están próximas a ese círculo basándose en la figura geométrica que presentan (por perspectiva, pues hoy sabemos que no están agrupadas) y les dieron nombres caprichosos, que se han mantenido hasta la fecha, y que no son sino las constelaciones del Zodiaco. De ahí la importancia que tienen estas 12 constelaciones, y que casi todo el mundo conoce aún cuando desconozca que hay más de un centenar de constelaciones y algunas poseyendo las estrellas más brillantes que podemos ver. Para poder predecir el movimiento de los planetas en un universo geocéntrico, donde los movimientos tenían que ser perfectos (circulares), se construyó un sistema de epiciclos que consistía en que los planetas se movían en círculos, y el centro de éstos describían de nuevo círculos alrededor de la Tierra. Con el conveniente número de epiciclos, se alcanzaba una precisión en las efemérides muy elevada.

Planetas y exoplanetas I

Fue Galileo en 1609 quien miró por primera vez los objetos celestes con un invento reciente, el telescopio, quien descubrió, entre otras cosas, parte de los secretos que los planetas tenían. Así, resulta que todos los planetas tenían forma esférica, como la Luna y el Sol. Mercurio y Venus aparecían con fases como la Luna; Marte presentaba ciertas irregularidades en su superfi-

ce; el disco de Júpiter era de mayor tamaño que los anteriores, poseía una enorme mancha roja en su superficie y, sorprendentemente, tenía cuatro satélites y, finalmente, Saturno parecía que tenía dos protuberancias adosadas a él; con más detalle, resultó ser que era un anillo que lo circundaba. Ha sido tanta la importancia del hecho de estas observaciones de Galileo, que este año 2009, a propuesta de la Unión Astronómica Internacional (IAU), ha sido declarado por la ONU como "Año internacional de la Astronomía" con el siguiente lema: "Un Universo para que lo descubras".

Fue Galileo en 1609 quien miró por primera vez los objetos celestes con un invento reciente, el telescopio.

A partir de los descubrimientos de Galileo se empezaron a construir telescopios cada vez más potentes y, en 1781, Sir William Herschel, con un telescopio que él mismo construyó (su profesión era músico en la corte de Inglaterra), descubrió Urano.

En este mismo año de 2009, se cumplen 400 años de otro hito fundamental en la historia de la Astronomía. En efecto, en 1609, Johannes Kepler publicaba su obra "Astronomia Nova", donde daba cuenta del movimiento de Marte, abandonando defini-

tivamente el sistema de epiciclos, e introducía las dos primeras de sus famosas tres Leyes:

- Los planetas se mueven en órbitas elípticas y el Sol ocupa uno de los focos.
- Los planetas se mueven de tal modo que el segmento que une el planeta con el Sol, barre áreas iguales en tiempos iguales.
- Los cubos de los semiejes de las elipses que describen los planetas son proporcionales a los cuadrados de los tiempos que emplean en recorrerlas.

La tercera ley la publicó en 1610, diez años después de su Astronomia Nova.

Con Kepler se supo cómo se movían los astros del sistema solar. Faltaba saber la causa de ese movimiento. La respuesta la proporcionó en 1687 Isaac Newton, quizás el mayor científico de la Historia, en su famosa obra "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural), estableciendo

que la fuerza que ejercen dos cuerpos es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias.

Así pues, quedaba desvelado el misterio del movimiento de los planetas. Pero un planeta no se mueve solamente atraído por el Sol, sino que la masa de los demás planetas también ejercen su atracción gravitatoria. El problema de determinar matemáticamente la órbita de un planeta es muy complicado, pues requiere conocimiento muy preciso de las masas, de las distancias, y el sistema de ecuaciones diferenciales, que describe el movimiento, no tiene solución cerrada, es decir, solamente se puede conocer por aproximación. Pues bien, dos astrónomos, uno francés, Le Verrier y otro inglés, Adams, calculando la órbita de Urano llegaron a la conclusión de que, para que sus efemérides coincidiesen con las observaciones, debería haber un planeta más allá de la órbita de Urano. Le Verrier escribió a Galle, director del observatorio de Berlín, que observase una determinada zona del cielo,



El Sistema Solar es un sistema planetario de la galaxia Vía Láctea que se encuentra en uno de los brazos de ésta, conocido como el Brazo de Orión.

y la noche del mismo día que recibió la carta, el 23 de septiembre de 1846, Galle descubrió el planeta, que fue bautizado con el nombre de Neptuno. Se trata, por lo tanto, de un planeta que fue descubierto matemáticamente antes que observado.

Pero con anterioridad se habían encontrado otros "planetas". En 1801 Piazzi descubre un nuevo objeto entre la órbita de Marte y Júpiter (lo que venía a rellenar el hueco existente en la ley empírica de Titius-Bode) que se llamó Ceres.

Muy pronto, en 1807, se descubre otro más, Vesta, en la misma región y en pocos años se descubrieron casi un centenar de objetos. El

1978 se descubrió que poseía un satélite (Caronte) de casi la mitad del tamaño de Plutón, lo que ponía de manifiesto que Plutón era un planeta de características distintas a los anteriores. Además, se trataba de un sistema binario, dado que el centro de masas del sistema no está dentro de ninguno de los dos cuerpos.

Parecía que había concluido la lista de planetas a pesar de que las búsquedas continuaban. Pero en 1992 Jewitt y Hsu descubrieron un objeto, (15760) 1992 QB1, perteneciente a una región más allá de la órbita de Plutón, donde se había especulado que tendría que haber objetos similares a Plutón, y que se denominó el "cinturón de Kuiper". Este nuevo descubrimiento fue

el primero de una larga serie de KBO (Kuiper Belt Objects), que también se conocen como TNO (Trans Neptunian Objects). Ahí se han encontrado cuerpos con diámetros entre

500 y 1200 km. En 2005 se descubrió Eris, que tiene un diámetro de 2500 km y un 27% más masa que Plutón.

Con todo esto, la Unión Astronómica Internacional (IAU) en su Asamblea General en 2006 aprobó una resolución sobre la definición de planeta, de tal modo que se distinguen dos categorías:

- Un planeta es un cuerpo celeste que (a) está en órbita alrededor del Sol, (b) tiene una forma determinada (redondeada) por el equilibrio hidrostático resultante del hecho de que su fuerza de gravedad supera

las fuerzas de cohesión de los materiales que lo constituyen, y (c) es un objeto de dimensiones predominantes entre los objetos que se encuentran en órbitas próximas.

- Un planeta enano es un cuerpo celeste que cumple los requisitos (a) y (b) anteriores, más (c) no ha limpiado el entorno de su órbita y (d) no es un satélite.
- Al resto de cuerpos que orbitan alrededor del Sol y no son satélites se les demonima cuerpos pequeños del sistema solar.

Así pues, el sistema solar tiene 8 planetas y Plutón, junto con Ceres, Eris, Haumea y Makemake, son planetas enanos.

La resolución de la IAU se aprobó por mayoría y, con toda seguridad, volverá a ser debatida este próximo agosto en Rio de Janeiro en la Asamblea General. Queda por debatir también qué consideración tienen los nuevos planetas que se han descubierto en otros sistemas estelares, de los que hablaremos en una nueva entrega.

Antonio Elipe
Director del Instituto Universitario de Matemática y Aplicaciones (IUMA)
Universidad de Zaragoza

Así pues, el sistema solar tiene ocho planetas y Plutón, junto con Ceres, Eris, Haumea y Makemake son planetas enanos.

diámetro de Ceres, el mayor de ellos, es de 950 km (el de nuestra Luna es de 3476 km). Estos objetos no están considerados planetas, sino que reciben el nombre de Asteroides o "pequeños planetas".

Como vemos, la "caza" de planetas estaba abierta y es sabido que una "pieza" es más valiosa cuanto más escasa es, por lo que, aún siendopreciado el descubrimiento de asteroides, se seguían buscando nuevos planetas. El nuevo trofeo lo obtuvo Tombaugh en 1930 en el Observatorio Lowell de Arizona, en una búsqueda sistemática de un nuevo planeta trasneptuniano. Al nuevo planeta se le llamó Plutón. Se encuentra a una distancia del Sol de 40 unidades astronómicas (1 ua = distancia Tierra-Sol = 150 M km) y su órbita es bastante excéntrica ($e = 0.248$). En

MÁSTERES

Programas oficiales de la Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

¡matricúlate ya!

<http://ciencias.unizar.es/web/postgrado.do>

Pedro Cerbuna, 12
Campus San Francisco
50009 Zaragoza
976 76 12 94

Máster en Biología Molecular y Celular

Máster en Física y Tecnologías Físicas

Máster en Iniciación a la Investigación en Geología

Máster en Iniciación a la Investigación en Matemáticas

Máster en Investigación Química

Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas

Máster en Modelización Matemática, Estadística y Computación

Máster en Química Sostenible



CONTINENTE COMO CONTENIDO

Por Ana Elduque

Durante el acto de entrega de premios de la última edición del Premio José Ma Savirón de Divulgación Científica tuvo lugar una grata coincidencia que se me antoja, cuanto menos, premonitoria.

Tanto Pilar Perla, de Heraldo de Aragón en su presentación del premio-do Ramón Núñez, como el premio especial, nuestro compañero Alberto Carrión, como yo misma, hicimos hincapié en nuestro convencimiento de que creemos llegada la hora de que nuestra Comunidad Autónoma cuente ya con un Museo de Ciencia pleno y perfectamente integrado en la Red Nacional de Museos de Ciencia y Tecnología recién creada.

A esta coincidencia en los parlamentos debemos unir la no menor de que los premios de esta edición de 2008 han sido otorgados a personas e instituciones cuya dedicación a la museística científica es larga y fructífera. En su acepción nacional, fue galardonado Ramón Núñez, fundador de los Museos de Ciencia de La Coruña y actual Director de la Red Nacional de Museos de Ciencia y Tecnología. En su acepción regional, fue destacada La Sociedad de Amigos del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza.

Finalmente, y parece que cuando los astros se alinean lo hacen en escalas siderales, la misma jornada tuvo lugar la ampliación de la exposición permanente Instrumenta y la incorporación de fondos del Museo de Biología de la facultad de Ciencias y del propio Museo Paleontológico de la universidad de Zaragoza.

Es decir, todo rondaba la temática de la divulgación científica por medio de la creación de espacios físicos permanentes donde poder zambullirse en el conocimiento científico. Nuestro subconsciente nos llevaba a ello, aún sin darnos cuenta, pero la convergencia fue plena.

Pasadas ya una fechas del evento, y recordándolo, he querido compartir con vosotros estas ideas que han ido apareciendo en mi cabeza como imágenes, pero de las que creo que podemos sacar unas cuantas conclusiones. Y es lo que voy a intentar hacer en las siguientes líneas.

Lo primero que quiero destacar es la existencia de muchas voluntades dispersas en nuestra Comunidad que están de acuerdo en la necesidad de crear, por fin, un Museo de Ciencia de Aragón. Durante los últimos años he tenido contacto con muchas personas entusiastas de la divulgación y extensión del conocimiento científico, pero de muy diferentes ámbitos profesionales. Profesionales de la enseñanza de todos los niveles educativos, gestores de centros públicos y privados, cargos de las diferentes administraciones del Estado, miembros de las juntas di-

rectivas de los Colegios Profesionales, y un largo etcétera, comparten, mejor dicho, compartimos, la idea de que ha llegado la hora. De que ya no podemos posponer por mucho tiempo la definición de nuestro propio Museo de Aragón. Son, somos, muchos los que pensamos así. El mayor problema, si acaso lo es, es la dispersión existente. Necesitamos un catalizador (como bien sabéis soy química y en algo se tiene que notar) que inicie y acelere esta reacción. Además, ese catalizador debe ser selectivo hacia un fin común, evitando que la existencia de múltiples modelos, casi todos ellos seguramente válidos, suponga un marasmo improductivo, lo que se traduciría en seguir como hasta ahora. Es tiempo de que pongamos en común muchas de las iniciativas existentes, las compartamos y las potenciemos.

En este campo, y como ya he señalado antes, puedo afirmar, sin temor a equivocarme, que existe una infinidad de actividades dignas de ser recogidas dentro del elenco ofertado por un museo de ciencia. Desde acciones quasi

personales de profesores que animan a sus alumnos a pro-

fundizar más en el conocimiento de la Ciencia, hasta eventos de mayor magnitud económica, como el Pabellón de la Ciencia o el propio premio José M^a Savirón; desde eventos únicos, hasta ciclos programados y coordinados por empresas privadas, tenemos una gran pléyade de actos cuya coordinación sólo supondrá beneficios para todos. Y como ejemplo, sólo quiero indicar que leáis las convocatorias de conferencias y actos programados que aparecen en los medios locales. Hay días que no es posible asistir a todos ellos. Y esto sólo a nivel local y para aquellos que han sido publicitados. Doy fe de que, además de esos, todos los días hay más convocatorias. Existe, pues, masa crítica suficiente para que la institución del museo no sea una gran caja vacía donde sólo resuene el eco del acto inaugural. Ni que decir tiene que un museo de ciencia requiere un Consejo Científico que promueva la acción cultural activa del mismo. Pero lo que he querido decir, con las líneas anteriores, es que la acción divulgativa no requiere de ese motor para ponerla en funcionamiento. Ya existe. Debemos aprovecharla.

Inicié estas líneas contándoos que estas ideas surgen a partir del acto del premio Savirón celebrado el pasado mes de marzo. Pero no puedo dejar de pasar por alto otra de las coincidencias de ese día. Y no menor, ni mucho menos. Tanto los premiados representantes de la Sociedad de Amigos del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza (SAMPUZ), como Alberto Carrión, como los creadores del documental "Tras las huellas de la vida primitiva (el periodo Cámbrico)", y los profesores que han colaborado en las exposiciones "INSTRUMENTA" y "Darwinismo: la evolución selectiva" (Concha Aldea, Julio Amaré, Marisa Peleato, Eladio Liñán, José Antonio Gámez), han realizado su trabajo duran-

te largos años de forma generosa y desinteresada. Todos los que trabajamos en esta casa sabemos que no es el enriquecimiento personal el que nos mueve a venir todos los días al trabajo. Pero de aquí a realizar toda una serie de actividades trabajosas sin ningún ánimo de lucro, dice mucho a favor de los implicados. Este entusiasmo y amor por las cosas bien hechas es lo que nos va a permitir sacar adelante este proyecto. Durante mi alocución en el acto, me permití dirigirme directamente a la Consejera de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón, que nos honró con su presencia, para mostrarle que allí nos tenía, que por falta de trabajo no iba a ser, que podía contar con nosotros para este proyecto y todo, los premiados son el mejor ejemplo, por el módico precio de poder contar en nuestra Comunidad con un Museo de Ciencia. Está claro que tenemos el contenido. Sólo nos falta el continente.

También creo, y ya se han suscitado comentarios sobre el tema, que el Premio de Divulgación Científica José M^a Savirón debe contar con una institución fuerte que lo apoye. Los Premios Nobel son organizados y apoyados de forma permanente por la Academia Sueca de las Ciencias, los Premios Abel por la Academia de las Ciencias y las Letras de Noruega, los Premios Príncipes de Asturias por la Fundación del mismo nombre. Bien podía ser el Museo de Ciencia de Aragón el organizador del premio Savirón y ayudar a convertirlo en un referente de la divulgación científica en España y, como muy acertadamente propuso Alberto Carrión, en el mundo iberoamericano. El premio comienza a consolidarse. Ya hemos celebrado la cuarta edición y los actuales promotores no parecen mostrar ningún signo de fatiga. Pero debemos asegurar que perdurará más allá del empuje personal de unos entusiastas. Por ello su integración en una institución de calado podría ser beneficiosa.



Las autoridades posan junto a los galardonados del Premio Savirón.

Propongo, desde estas líneas, la creación de una red social de apoyo a la creación de un Museo de Ciencia en Aragón. Y para ello utilizaremos las tecnologías de nuestro tiempo. Por eso vamos a abrir en la página web de la Facultad (<http://ciencias.unizar.es/web/museoCiencia.do>) un espacio de apoyo, donde se puedan enviar ideas, comentarios, críticas, etc... que ayuden a crear ese sentimiento social necesario para que se lleve a cabo el proyecto (museo.ciencia.aragon@unizar.es). Como he dicho anteriormente, durante mis palabras indiqué a la Consejera Pilar Ventura que todo esto, sin el apoyo de las instituciones públicas, es sencillamente imposible. Pero los gobernantes sólo pueden administrar recursos escasos, y deben otorgar prioridades a unos conceptos de gasto e inversión frente a otros en función de su utilidad pública. Hagamos que el Museo de Ciencia de Aragón tenga esa utilidad. Mostremos que no es una simple moda. Seamos capaces de demostrar que la Ciencia y el Conocimiento se pueden enseñar de muchas formas. Y una sociedad más culta es, sin lugar a dudas, una sociedad más justa y más libre. La última campaña electoral norteamericana nos ha dejado la enseñanza de que el entusiasmo consigue romper barreras que parecían absolutamente infranqueables. Y que es precisamente la idea de capacidad la que más moviliza. Debemos construir nuestro propio "Yes we can". La resignación ante los hechos consumados nunca ha sido un valor que haya distinguido al mundo de los científicos. Y por si había quedado alguna duda, estoy hablando del Museo de Ciencia de Aragón.

Ana Elduque
Decana de la Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza





EL MUSEO PALEONTOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Una proyección internacional de Aragón

INTRODUCCIÓN

Cuando se acaban de cumplir los veinticinco años de su creación, el Museo Paleontológico de Zaragoza es, por sus características y su trayectoria, uno de los más importantes centros de proyección internacional que poseen la Universidad de Zaragoza y el Gobierno de Aragón, en el campo de la educación, de la cultura, de la investigación (I+D+i), de la conservación y de la divulgación de nuestro inigualable patrimonio científico, histórico y natural en el campo de la Paleontología. Esa rama del saber que bebe, simultáneamente, del conocimiento geológico y biológico, como otrora hiciera Darwin para elaborar su teoría evolucionista que conmovió los cimientos científicos y sociales de su época y permitió el paso a una sociedad moderna que con toda justicia conmemora el bicentenario de su nacimiento.

El Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza

HISTORIA DEL MUSEO

Cuando Aragón comienza su andadura como autonomía, el Consejero de Cultura, con el más acertado de los criterios, solicitó al Departamento de Paleontología de la Universidad de Zaragoza que se hiciera cargo como museo del ingente patrimonio paleontológico que generaban los equipos de investigación de numerosas instituciones paleontológicas que trabajaban y siguen trabajando en Aragón. Ello permitió dictar las primeras leyes para regular la extracción de fósiles una vez constituido, en 1983, el Museo Paleontológico de la Universidad Zaragoza que se viene gestionando mediante convenios anuales de la Universidad de Zaragoza con el



Sala Lucas Mallada. Edificio Geológicas, Universidad de Zaragoza.

Gobierno de Aragón, que fue su mentor y promotor, a la espera de que ambas vieran el mejor modo de institucionalizarlo. El museo, se hizo una realidad más palpable tras su traslado a las nuevas instalaciones de la Facultad de Ciencias en el edificio de Geológicas, en 1985, en las que el Ministerio de Educación dotó al Área y Museo Paleontológico de una sala de exposición ("Sala Lucas Mallada"), de un taller de fotografía, bi-

blioteca, talleres de restauración, de investigación y almacenes; así como locales comunes con la Sección de Ciencias Geológicas para el desarrollo de todo tipo de actividades culturales.

Se cuenta entonces con el primer museo autonómico donde depositar el ingente patrimonio paleontológico que se iba descubriendo y que necesitaba una institución donde depositarlo, inventariarlo y estudiarlo.

El material básico del museo lo constituyó la colección de paleontología del Museo de Historia Natural de la Universidad de Zaragoza, que data de 1902, como heredero de su Gabinete de Historia Natural de 1881. El Museo Paleontológico es, por tanto, el continuador de uno de los museos universitarios españoles más antiguos. Un museo que aún conserva sus colecciones clásicas que datan del siglo XIX; colecciones que tienen un excepcional valor histórico y científico. Entre los museos universitarios españoles, sólo el de Ciencias Naturales de la Universidad de Santiago de Compostela y el Museo de Geología de la Universidad de Sevilla son más antiguos.

LA EDUCACIÓN EN EL MUSEO

La educación es el pilar de la sociedad y la función primordial que define, sustenta, dignifica y engrandece a un pueblo. Los museos universitarios, al estar dentro de la máxima institución académica, tienen en la educación su principal función. Las mejores universidades de los cinco continentes poseen, mantienen y miman desde el siglo XIX museos de ciencias, y en especial los relacionados con las ciencias naturales. Unos museos que, a través de la labor de conservadores y educadores de plantilla, proyectan la universidad y el país de origen en el concierto internacional.

El Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza, gracias al relevante material expo-

“ El Museo Paleontológico es, por tanto, el continuador de uno de los museos universitarios españoles más antiguos. ”

sitivo, viene ofreciendo desde su creación diferentes programas educativos (cursos especializados, visitas guiadas y conferencias) con material didáctico de elaboración propia que van dirigidos a alumnos universitarios, profesores y alumnos de enseñanzas media y primaria; así como a todos los grupos sociales y asociaciones. Por estos programas han pasado varios cientos de miles de escolares de distintas nacionalidades que han conocido la Universidad de Zaragoza y las ciencias naturales desde un punto de vista práctico y atractivo.



Trilobites del género Paradoxides, del mundialmente conocido yacimiento de Murero. Cámbrico, 510 Ma.

LA LABOR CULTURAL Y DIVULGATIVA

El Museo ha participado y está participando en la creación de los centros de interpretación en el territorio, ya sea directamente o ya asesorando, y siempre aportando el material de sus fondos (Parque del Río Martín, Arén, Tella-Sin, Más de las Matas-Castellote, Albarracín, Peñarroya de Tastavins, Rubielos de Mora y Santa Cruz de Nogueras); unos centros que son auspiciados por ayuntamientos o desde el IAF, a través del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón.

Con la Sociedad de Amigos del Museo Paleontológico universitario (SAMPUZ), con sede en

el museo, se realiza anualmente un programa cultural muy diverso (excursiones educativas a diversos yacimientos paleontológicos o a parajes geológicos singulares, talleres de limpieza de fósiles, exposiciones, ciclos de conferencias y visitas guiadas a otros museos paleontológicos).

Son famosas las Jornadas Aragonesas de Paleontología de Riela que cada dos años se celebran en este pueblecito ribereño del Jalón, desde el museo y la Asociación Cultural Bajo Jalón con la ayuda editorial de la Institución Fernando El Católico y que, el pasado año, alcanzaron su X edición. Gracias a la condición universitaria del museo son reconocidas, desde hace ocho años, como un curso especial de la Universidad de Zaragoza equivalente a 1,5 créditos, con sus más de 250 alumnos anuales desde su inicio en el año 1989.

El Museo ha generado exposiciones temáticas propias como la itinerante "Los Primeros Aragoneses" en noviembre de 1993, "Tesoros Fósiles de Aragón" (16 de febrero-11 de marzo de 2006) o la última de abril de 2008 "Tesoros Fósiles del Mundo. El agua", ambas en colaboración con la SAMPUZ y el Centro Joaquín Roncal de Zaragoza (Fundación CAI-ASC). Todas ellas con su correspondiente catálogo.

Las últimas grandes exposiciones en las que ha colaborado el museo con material expositivo o ha diseñado ámbitos completos u organizado la redacción de varios capítulos en sus correspondientes catálogos han sido "Iberus Flumen: El río Ebro y la vida" (1999, Lonja de Zaragoza) con Ibercaja y el MEC; "Aquaria: Agua, Territorio y Paisaje" (diciembre de 2006 al 28 de enero de 2007, Lonja de Zaragoza, con unos 100.000 visitantes) con la Diputación Provincial de Zaragoza, el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón y el Ayuntamiento de la ciudad; y la exposición "Vincencio Juan de Lastano-

sa: La pasión de saber" (24 de abril a 3 de junio de 2007, Huesca con el Instituto de Estudios Altoaragoneses y el Gobierno de Aragón).

Finalmente, como colaboración especial en la Exposición Internacional Zaragoza 2008, del 15 de junio al 15 de septiembre de 2008, el museo expuso sus piezas más emblemáticas en el pabellón de Aragón y en el pabellón de la Provincia de Zaragoza.

Desde el punto de vista internacional, destaca también la revista Naturaleza Aragonesa que edita la SAMPUZ desde el Museo Paleontológico. Sus tres mil ejemplares se distribuyen por universidades y museos de treinta países así como colegios y asociaciones. Recientemente recibió el prestigioso Premio Savirón a la divulgación científica (año 2009) que otorga la Facultad de Ciencias.

Finalmente el Museo realizó, de 1989 a 1999, la Carta Paleontológica de Aragón por encargo del Departamento de Cultura. Se trató de un proyecto pionero en Europa donde se recogieron todos los yacimientos paleontológicos conocidos en una ficha informatizada con numerosas campos, entre los que destacan su valoración científico-patrimonial. Las cifras en 1999 de yacimientos inventariados fue de 2.449. Ésta ha sido y es una de las herramientas más importantes para la gestión del patrimonio paleontológico y la mejor salvaguarda contra las afecciones que realizan las grandes obras públicas.

LA INVESTIGACIÓN

Junto con la Educación, es el otro gran bastión internacional del Museo. Su doble atributo de museo y universitario le permite potenciar la investigación de modo que la riqueza del patrimonio paleontológico de Aragón y la excelencia de su investigación llega a todos los rincones del globo, mediante la publicación anual de medio centenar de publicaciones realizadas dentro de tres Grupos Consolidados de investigación,



Ejemplar de *Ostrea Crassisima*. Mioceno marino. 20 millones de años.

reconocidos por el Gobierno de Aragón, y de 11 proyectos del Plan Nacional de I+D+i; cinco de cuyos investigadores principales son del Área y Museo Universitario; dos de ellos de proyectos Consolider (del eje C, de excelencia). Del prestigio internacional de nuestro museo es indicativo que tres de sus investigadores son miembros, con derecho a voto, en subcomisiones internacionales de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) que forma parte de IUCS, que representa el consejo mundial de la ciencia. También, el Museo promociona Congresos Nacionales e internacionales que proyectan la imagen académica y social de nuestro entorno. En veinticinco años la labor realizada ha sido ingente. Recordemos sólo, a modo de ejemplo, la IV

“

El Museo cuenta con unos doscientos mil especímenes paleontológicos divididos en fondos de vertebrados, invertebrados, paleobotánica, micropaleontología y fondos históricos.

”

Conferencia Internacional de Trilobites en 2008 o la reunión del International Geological Correlation Programme (UNESCO/IUGS) que tendrán los representantes españoles en junio de 2009, o nuestra participación prevista en la Reunión de Patrimonio Geológico que organiza la Sociedad Geológica de España en Zaragoza, en la que se girará una visita a la sala de exposición "Lucas Mallada" y una excursión al yacimiento de Murero, uno de los mejores museos naturales del Cámbrico que existen en el mundo.

LA CONSERVACIÓN E INVENTARIO DEL PATRIMONIO CIENTÍFICO, HISTÓRICO Y NATURAL

El Museo cuenta con unos doscientos mil especímenes paleontológicos divididos en fondos de vertebrados, invertebrados, paleobotánica, micropaleontología y fondos históricos. Sólo

El Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza

aquéllos ya documentados pasan a formar parte de la Tipoteca (colección de tipos publicados en revistas o monografías científicas) y tienen una ficha individual. Son entonces gestionados por el conservador del museo y guardados en armarios ignífugos de seguridad.

El resto de los fondos son inicialmente gestionados, desde un punto de vista investigador y documental, por los investigadores de los tres grupos consolidados de investigación reconocidos por el Gobierno de Aragón. Los tres grupos se centran, temáticamente, en aspectos globales sobre la historia de la vida en nuestro planeta; incluyendo emergencia de grupos y de planes estructurales, extinciones masivas, cambios climáticos, ecológicos y paleobiogeográficos y estudios biocronológicos que permiten correlaciones intercontinentales de alta resolución. Desde el punto de vista sistemático y temporal,

abarcan toda la escala geológica y también casi todos los grupos paleontológicos importantes; pues se investigan desde los primitivos terrenos precámbricos hasta los micromamíferos cuaternarios de Atapuerca. En su caso, los resultados se usan didácticamente para poner en valor los yacimientos paleontológicos aragoneses.

Como complemento didáctico pluridisciplinar, se ha iniciado una nueva disciplina histórico-científica denominada Criptopaleontología, entendida como el estudio de las observaciones paleontológicas ocultas en los textos antiguos y que muchas han pervivido en las tradiciones orales de los pueblos. Ello nos acerca a un conocimiento, antes insospechado, sobre la historia de la paleontología interconectada con la de la farmacia, de la medicina, de las artes, del comercio, de los mitos y de las religiones, que resulta tan importante y trascendental para llegar a comprender mejor la historia que precedió a nuestro conocimiento actual de la Paleontología. También nos ayuda para poder transmitir, de manera amena y fácil de recordar, los nuevos conocimientos paleontológicos al relacionarlos adecuadamente con numerosas creencias y tradiciones populares.

La Tipoteca es la joya del museo. El tratamiento de los materiales sigue una metodología adecuada para su necesaria catalogación, inventario y puesta en valor. Desde los años ochenta se viene realizando la catalogación informática de los ejemplares según una técnica y normativa rigurosas. Se utiliza una base de datos en soporte FileMaker Pro, multiplataforma, en la que cada ejemplar posee sesenta campos de referencia. El total de ejemplares figurados y registrados es de 18.651, correspondientes a 20 filos y 57 clases; el número de holotipos (ejemplares tipo de nuevas especies) conservados es de 131 (0,70%) y el de paratipos 783 (4,2%). Al haberse triplicado los equipos de investigación, se requerirá nuevo personal en los próximos años

pues la entrada de material de gran valor científico internacional es incesante y debe ser inventariado para su conservación.

La Tipoteca es visitada por numerosos investigadores internacionales y contiene una de las mejores colecciones europeas de fósiles primitivos (precámbricos), de trilobites cámbricos, braquiópodos ordovícicos, dinosaurios, mamíferos y moluscos jurásicos, plantas y protozoos terciarios.

EL INCALCULABLE VALOR DEL MUSEO

El Museo conserva y gestiona, con sumo placer y rigor profesional, la mayoría del patrimonio paleontológico de Aragón, cuyos fondos incrementa anualmente con la definición de nuevas especies fósiles. El patrimonio que conserva es de incalculable valor científico en el campo internacional. No sólo porque es el soporte material sobre el que los paleontólogos desarrollamos nuestras investigaciones, sino porque el registro paleontológico es parte de la memoria de la Tierra que está escrita, en clave geológica, sobre las capas que envuelven la corteza terrestre. Un registro que nos habla de la historia de la vida en un planeta del que formamos parte como especie humana y cuya historia tenemos la obligación de conocer, si queremos hacer predicciones sobre nuestro futuro.

Por eso, la Universidad y el Gobierno de Aragón tienen ahora la oportunidad

de proyectar una aún mejor imagen de modernidad y excelencia, institucionalizando el museo paleontológico; de modo que los aragoneses podamos sentirnos parte de una sociedad que desea de verdad optimizar sus siempre escasos recursos en potenciar la educación, la investigación, la conservación de su patrimonio, la cultura y la divulgación de sus valores universales. Unas señas de identidad en las que uno de sus más internacionales y económicos activos es y será el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza.

Eladio Liñán

Director del Museo Paleontológico

<http://museo-paleo.unizar.es>

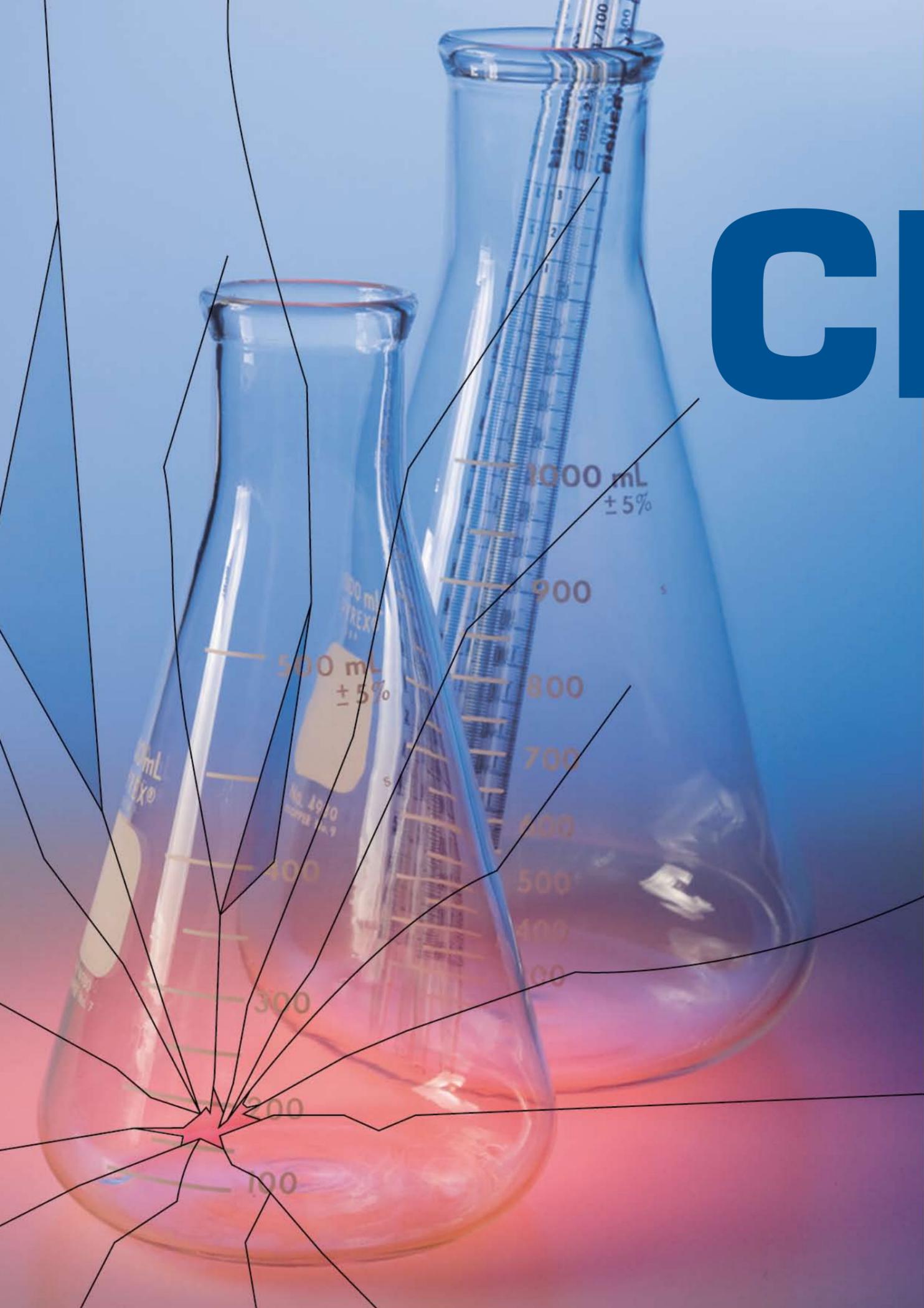
Universidad de Zaragoza



Sala Navas. Edificio Paraninfo, Universidad de Zaragoza.



Coral del Pleistoceno



¿Está la Ciencia en CRISIS?

Por Javier Sesma

La palabra "crisis" tiene, según el diccionario, varias acepciones. Supongo que la pregunta se refiere a si la Ciencia se halla en un cierto estancamiento, falta de dinamismo, carente de ideas. Siguiendo el aforismo latino "Ne, sutor, ultra crepidam", me referiré en lo que sigue a la Física, que es la única rama de la Ciencia acerca de la cual mi opinión puede tener algún valor.

Las crisis, en el sentido antedicho, son inherentes al desarrollo de la Física. En los sucesivos avances que se han producido a lo largo de la Historia, siempre se han vivido períodos de desconcierto. Las etapas del progreso siguen una pauta que, con ligeras variantes, se repite una y otra vez. Durante un tiempo más o menos largo, la observación o la experimentación van acumulando información relativa a ciertos fenómenos. Esa información se sistematiza de modo que llega a alcanzarse una descripción satisfactoria de dichos fenómenos. Pero eso no es suficiente para el investigador. Lo que busca es una explicación de por qué los fenómenos ocurren de ese modo y no de otro. Se presenta entonces

un tiempo de crisis, con tanteos y propuestas insatisfactorias, que termina cuando alguien descubre la clave de los fenómenos y elabora una teoría que da cumplida explicación de todos ellos y permite predecir otros nuevos. Ese es el período más espectacular en el avance de la Física y de sus aplicaciones tecnológicas, pero siempre ocurre después de uno de crisis.

Por supuesto, las cosas no han ocurrido exactamente de la misma manera a lo largo de la Historia y en todas las ramas de la Física. Cambia la escala de los tiempos, la amplitud del campo de los fenómenos implicados y la trascendencia de las nuevas ideas. Pero el modelo de desarrollo viene a ser siempre el mismo.

Volviendo a la pregunta, yo diría que hay una rama de la Física que está sumida en profunda crisis. Me estoy refiriendo a lo que podría llamarse Física Fundamental, en el sentido de que

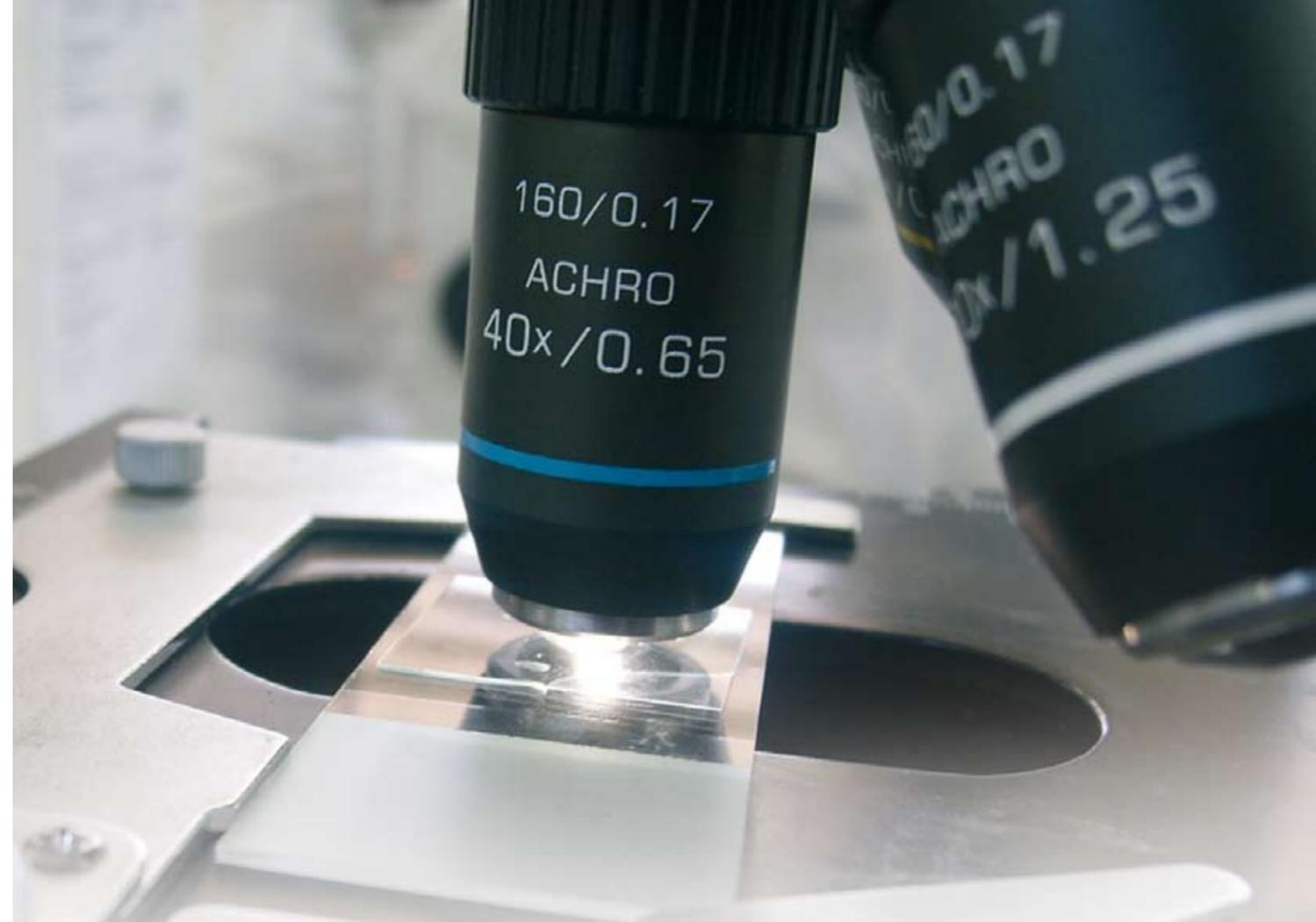
llamaba tanteos, como el mecanismo de Higgs, o como la Teoría de Cuerdas, o la más general de Branas, que permiten encajar algunas piezas del rompecabezas, pero que hasta hoy no han mostrado el poder predictivo propio de una verdadera teoría. En mi opinión, esta situación de crisis, lejos de ser un inconveniente, debería hacer esta rama de la Física especialmente atractiva a los actuales alumnos de la Licenciatura en Física que posean vocación de investigadores. Porque de la crisis ha de surgir una nueva Física que sin duda ha de poseer una gran belleza y cuyas aplicaciones son hoy inimaginables. A mí, que soy ya viejo, me produce vértigo pensar en ello. Y siento no tener cincuenta años menos para enrolarme en esa fabulosa aventura.

Es interesante constatar que los grandes avances en Física han requerido siempre nuevas herramientas matemáticas. Newton pudo elaborar su Mecánica gracias al Cálculo Diferencial desarrollado por Leibniz y por él mismo; la Mecánica

“Ese es el período más espectacular en el avance de la Física y de sus aplicaciones tecnológicas, pero siempre ocurre después de uno de crisis.”

busca conocer los componentes últimos de la materia y sus interacciones, o, por otro nombre, Física Subnuclear. El que exista una crisis no quiere decir que no haya investigación, sino todo lo contrario. Hay una actividad febril tratando de explicar los resultados obtenidos por potentes colaboraciones internacionales en costosos laboratorios o recogidos en observaciones astrofísicas que tratan de averiguar cómo era el Universo primigenio. Pero hay preguntas básicas como, por ejemplo, cuál es el origen de las masas, o por qué las constantes fundamentales tienen los valores que observamos, para las que la respuesta no se vislumbra. Hay lo que antes

Ondulatoria desembocó en la Mecánica Cuántica cuando se formuló en Espacios de Hilbert; la Relatividad de Einstein no es sino una Geometría del espacio-tiempo tetradimensional; y la Física de Partículas Elementales no hubiera alcanzado su desarrollo actual sin la Teoría de Grupos. No voy ahora a erigirme en profeta, pero intuyo que la nueva Física a que me refería antes va a necesitar un esquema matemático diferente de los que se



usan actualmente. Es una lástima que físicos y matemáticos, que tan estrecha y provechosamente han colaborado en el pasado, vivan en su mayoría de espaldas los unos a los otros. Pero confiemos en que la situación cambie. O que surja una mente privilegiada capaz de sintetizar conocimientos de las dos ciencias.

¿CÓMO AFECTARÁ LA ACTUAL CRISIS ECONÓMICA AL DESARROLLO DE LA CIENCIA?

Muy negativamente. La Ciencia, sobre todo en la fase de sus aplicaciones tecnológicas, requiere una fuerte inversión, sea de las empresas privadas que van a beneficiarse de esas aplicaciones, sea de las instituciones públicas. En el panorama económico que se adivina, ni unas ni otras van a destinar recursos a algo que no sea tratar de hacer frente a las deudas contraídas, en el caso de las primeras, o acudir en socorro de los sectores de la población más necesitados, las segundas. Eso es muy razonable, pero tendrá el efecto perverso de alargar la crisis. La salida de

ésta se dará antes en aquellos países que, gracias a sus avances tecnológicos, sean capaces de imponerse en un mercado que, a pesar de la recesión y de las tentaciones proteccionistas, va a seguir siendo global. No soy político ni economista pero, viendo a lo que nos han llevado unos y otros, me considero con tanto derecho como ellos a proponer una receta para superar la crisis lo antes posible: eliminación de los gastos supérfluos, austeridad en los salarios, y masiva inversión en investigación, desarrollo e innovación. Algo parecido a una economía de guerra, pero sin guerra, naturalmente. Desgraciadamente, no puede esperarse mucho del tejido empresarial español. Y nuestras instituciones públicas parecen bastante desorientadas. Así que me temo que tenemos crisis ... "pa cutio", que se dice en Aragón.

Javier Sesma
Miembro del Senatus Científico
Dpto. Física Teórica
Universidad de Zaragoza

D

Desde sus inicios las Matemáticas han tenido dos fuentes de alimentación.

Por una parte han servido de instrumento al hombre para satisfacer muchas de sus necesidades. Así, los babilonios las utilizaban para sus relaciones comerciales y para el establecimiento del calendario. Los egipcios en la construcción de las pirámides y el reparto de las tierras del Nilo. Pero ya los griegos, además de su utilización para fines prácticos, las elevaron a categoría de Ciencia, estudiando cuestiones puramente teóricas tales como la existencia de los números irracionales o estableciendo los fundamentos de la Geometría.

Posteriormente las Matemáticas fueron un instrumento imprescindible que utilizó la Humanidad para conocer la Naturaleza. Y es que sin el desarrollo de la Ciencia Matemática hubiera sido imposible llegar a descubrir las leyes tanto del Macro como del Microcosmos.

De hecho, los grandes astrónomos y físicos eran también grandes matemáticos, siendo así las mismas personas las que aplicaban una ciencia en la otra.

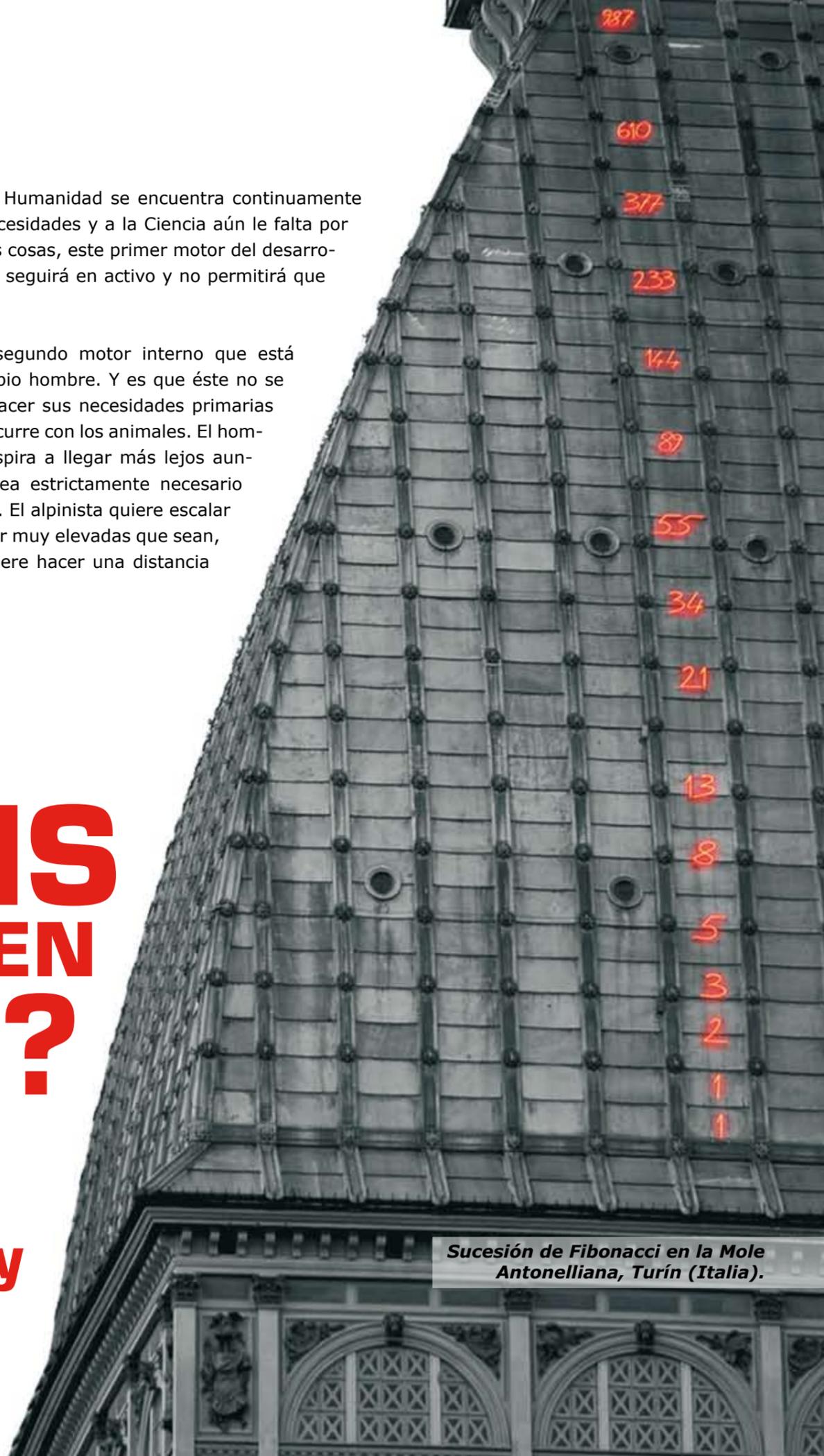
Pues como la Humanidad se encuentra continuamente con nuevas necesidades y a la Ciencia aún le falta por aclarar muchas cosas, este primer motor del desarrollo matemático seguirá en activo y no permitirá que se estanque.

Pero hay un segundo motor interno que está dentro del propio hombre. Y es que éste no se limita a satisfacer sus necesidades primarias como parece ocurrir con los animales. El hombre siempre aspira a llegar más lejos aunque esto no sea estrictamente necesario para sobrevivir. El alpinista quiere escalar las cumbres por muy elevadas que sean, el corredor quiere hacer una distancia

¿CRISIS EN MATEMÁTICAS?

Por José Garay

Sucesión de Fibonacci en la Mole Antonelliana, Turín (Italia).



¿Crisis en Matemáticas?

en un tiempo menor que el más rápido de los anteriores. Asimismo los artistas, de cualquier género que sean, crean continuamente nuevas obras de arte. Los pintores pintan cuadros, los escultores esculpen estatuas, los músicos componen sinfonías, los escritores publican obras, y todo ello siguiendo ese deseo innato en el hombre de superarse y crear belleza.

Pues igualmente los científicos, en general, y los matemáticos, en particular, no se limitan a resolver las cuestiones meramente utilitarias. Los que estudian el mundo físico en sus diversos

aspectos lo quieren conocer y dominar lo más completamente posible. Y los matemáticos que, en principio, han creado sus teorías para ayudar y participar en el estudio de la Naturaleza, sienten un deseo irrefrenable de independizar sus ideas y teorías de esta primera necesidad y crear nuevas teorías sin preocuparse en principio sobre la inmediata utilidad de las mismas.

Y así resulta que, desde que Newton y Leibniz crearon el Análisis Infinitesimal que nos permite estudiar y conocer perfectamente el comportamiento de los fenómenos regidos por funciones

analíticas, la familia de espacios funcionales en los que es posible extender de alguna manera estas primeras ideas ha sufrido una auténtica explosión que, lejos de haberse extinguido, su intensidad aumenta de día en día.

Continuamente se publican cantidad de nuevas teorías y resultados y es difícil medir el ritmo de crecimiento de las Matemáticas. Y por supuesto que muchas de estas teorías están alejadas, al menos en apariencia, de las aplicaciones inmediatas.

Pero nunca podemos descartar que una teoría, por muy abstracta que nos parezca, no pueda llegar a ser útil en un momento determinado. En la historia hay varios ejemplos de ello y cita

“ Pero hay un segundo motor interno que está dentro del propio hombre. Y es que éste no se limita a satisfacer sus necesidades primarias como parece ocurre con los animales. ”

remos solamente el estudio de las cónicas que hizo Menechmo en tiempos griegos y que resultó ser tan útil varios siglos más tarde para el estudio de la Mecánica Celeste.

Antes hemos hablado de esas obras de arte de tan variada naturaleza, que sirven para el disfrute del espíritu humano. Pues también existen

teorías matemáticas que son verdaderas obras de arte, y cuyo estudio y contemplación constituyen un verdadero placer para la mente que sea capaz de entenderlas. Solo expondré un sencillo ejemplo.

Después de introducir el concepto de función analítica compleja, se sigue el principio de la prolongación analítica y se llega como una de sus consecuencias a la conocida fórmula de Euler:

$$e^{in} + 1 = 0$$

en la que vemos reunidos los cinco números posiblemente más importantes en la Matemática. Pues bien, esta fórmula es de extraordinaria belleza y puede tomarse como símbolo de la armonía interna que rige el mundo matemático, si se tiene en cuenta la independencia intrínseca de estos números procedentes de campos tan diversos como la nada (0), la existencia (1), la quietud (λ), la variación (e), la mente humana (i).

Mi conclusión es por lo tanto clara. Mientras el hombre tenga nuevas necesidades, existan misterios en la Naturaleza sin explicar y existan personas que disfruten planteando y resolviendo nuevas cuestiones, no habrá crisis en las Matemáticas.

José Garay
Miembro del Senatus Científico
Dpto. Matemáticas
Universidad de Zaragoza

**Semana de
INMERSIÓN EN LA
INVESTIGACIÓN**
2 0 0 9



Si eres alumno de Bachillerato...
quieres conocer la Facultad de Ciencias...
y compartir con nuestros profesores e investigadores su trabajo...

*¡Apíntate a la Semana de Inmersión
en la Investigación 2009!*

¡Descubrirás un mundo apasionante!



**Del 15 al 19 de junio
Para alumnos de
Bachillerato**

Más información en: <http://ciencias.unizar.es/web/inmersionInvestigacion.do>

Pedro Cerbuna, 12
Campus San Francisco
50009 Zaragoza
976 76 12 94



T **TRAYECTORIA DE UN PREMIO DE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN NACIONAL**

La Escuela Profesional Salesiana «Ntra. Sra. del Pilar» de Zaragoza es la organizadora desde 1986 del Premio Don Bosco a la Investigación e Innovación Tecnológica.

La idea surgió entre el profesorado de la Escuela de Zaragoza con el objetivo de estimular las capacidades innovadoras de los alumnos. Se trataba de conjugar el saber con el hacer, facilitando en lo posible la transición del aula al mundo laboral, de los estudiantes de último curso de Formación Profesional.

Siempre hemos creído en las posibilidades de la Formación Profesional cuando ésta era considerada, injustamente, materia de estudio de segunda opción. En todo momento, hemos procurado dignificar la Formación Profesional, con la que popularmente se nos identifica, y buscamos la aproximación entre el campo de la tecnología y la enseñanza como dos caras de la misma moneda. Formar a los técnicos dándoles una formación humana y proporcionándoles todos los medios y recursos posibles para el empleo.

El Premio nació con gran empuje y bajo la atenta mirada del Gobierno de Aragón, la Delegación Provincial del Ministerio de

Educación y Ciencia y la Universidad de Zaragoza, máximos reguladores de la investigación regional aragonesa. Enseguida se sumaron al proyecto las Confederaciones Empresariales y el Instituto Tecnológico de Aragón (ITA), habiendo contado a lo largo de toda su trayectoria con el apoyo de instituciones y organismos de todo tipo. Desde el primer instante que surgió la idea, el Gobierno de Aragón nos apoyó para que el Premio tuviera implicación regional.

El «Don Bosco» se ha revelado, no cabe duda, como una forma de demostrar que los estudios profesionales de antaño distaban mucho de ser la alternativa fácil a la situación del fracaso escolar porque, muy al contrario, el Premio ha destacado su carácter de formación ajustada a la realidad laboral y, sobre todo, ha diseñado una nueva línea dentro del campo de la innovación.

En la revista que publicamos con ocasión de la mayoría de edad del certamen, don José

Por Mario Rubio

PREMIO DON BOSCO



1.



2.

1.- La Profesora M^a Ángeles Plo diseñando un prototipo en la máquina tridimensional.

2.- El tribunal calificador de la I edición examina el primer premio.

3.- XVII edición: María Laporta y Laura Rubio, ganadoras del Premio de Mayor Trascendencia.



3.

Luis Marqués Inza, actual Presidente del Consejo Social de la Universidad de Zaragoza, escribió:

“Existe una relación directa entre el nivel industrial de un país y la calidad de la Formación Profesional en el mismo, así como con su reconocimiento social. En nuestro país, los premios Don Bosco constituyen un ejemplo de iniciativa que contribuye, como pocas, a fomentar el espíritu innovador y creativo de nuestros estudiantes y contribuye cada año de forma más potente al reconocimiento de una formación imprescindible para nuestro desarrollo industrial”.

Todavía más, se ha evidenciado como fórmula válida para renovar proyectos curriculares, animar a los docentes a la innovación pedagógica y facilitar la interdisciplinariedad y el trabajo en equipo. Se ha manifestado, en definitiva, como el medio idóneo para promocionar capacidades innovadoras e iniciativas emprendedoras, y como vivero de futuros proyectos para la empresa.

EL CAMBIO

Naturalmente, el tiempo transcurrido, desde la primera edición, ha cambiado muchas cosas, desde las bases, la edad de los participantes (de 17 a 26 años actuales), pasando por la misma denominación del certamen y las áreas de investigación e innovación que lo conforman.

A esto se suma el hecho de que, en la actualidad, se pueden presentar al Premio Nacional Don Bosco alumnos/as de ciclos formativos de Formación Profesional, Bachillerato y primer curso de Universidad.

Una tendencia importante a resaltar es el incremento del número de participantes, especialmente de alumnas que en las últimas ediciones han llegado a un 25%; y en el área de las ciencias estamos hablando de un 45% de féminas.

Lo que no ha cambiado es el espíritu que anima al Premio, ni tampoco el valor de la formación y la innovación en armonía dentro de un grupo de trabajo, que es uno de los objetivos pedagógicos irrenunciables del certamen Don Bosco. Es de destacar la opinión de diversos centros asistentes sobre su experiencia. Todos sin excepción destacan los términos de compañerismo y amistad, gracias al trabajo en equipo, como un último esfuerzo al final de curso, restando horas de sueño para preparar una intervención que resulte brillante ante el Tribunal... y sorteando los últimos exámenes. Algunos jóvenes lo relatan como un camino que les gustaría seguir recorriendo.

Progresivamente, el certamen fue ganando en prestigio y participación, haciéndose un nombre dentro de la innovación, incluso se le llamó el Premio Holanda aragonés, por la calidad de los trabajos y la categoría de los evaluadores. Hoy, el Premio Don Bosco es conocido, prácticamente, en todos los centros docentes de las diferentes comunidades autónomas de España.

En los años 1998 y 2004, el Premio fue nominado «Aragoneses del año», que otorgó el Periódico de Aragón y Antena 3 TV, por



XVII edición: Javier Pérez y Víctor M. Tello, ganadores del Primer Premio.

motivar y promocionar el espíritu investigador de los jóvenes aragoneses.

Algunos alumnos participantes en el Premio han concurrido después en otros concursos, españoles y europeos, de reconocido prestigio como son el Premio Holanda, Mundo Electrónico, patrocinado por la Generalitat de Cataluña; Certamen de Jóvenes Investigadores, organizado por los Ministerios de Educación y Ciencia y de Trabajo y Asuntos Sociales; Certamen de Jóvenes investigadores de la Unión Europea y Certamen Leonardo da Vinci; llegando a clasificarse entre los tres primeros premios.

“Hoy, el Premio Don Bosco es conocido, prácticamente, en todos los centros docentes de las diferentes comunidades autónomas de España.”

Premio Don Bosco

Sería largo el relacionar cada uno de los inventos de los jóvenes aragoneses que han participado en el Premio Don Bosco y que, además, concurren a estos prestigiosos premios internacionales.

HACIA UN NUEVO PROYECTO

Acabamos de terminar la XXII edición; a lo largo de todos estos largos años se han presentado más de 1.500 alumnos/as de, prácticamente, todas las Comunidades Autónomas españolas y son más de 600 los proyectos innovadores expuestos en nuestro Centro zaragozano.

Hoy el Premio es conocido en más de 3.800 centros públicos y privados de nuestro país.

Actualmente, deseamos abrir nuevas líneas de investigación coincidiendo con el año europeo de la Creatividad y la Innovación. Habrá nuevas áreas de investigación y pondremos todo nues-

tro empeño en que haya una mayor participación, especialmente de los centros de Aragón.

Desde hace más de doce años, se presentan alumnos/as del primer curso de estudios universitarios. Al declarar abierta la edición correspondiente, los alumnos/as se encuentran matriculados en los Institutos de Educación Secundaria, por ello, los matriculados en primer curso de universidad pueden concurrir al Premio.



Tribunal calificador de la XXII edición, compuesto por diversos profesores de la Universidad de Zaragoza.

La Universidad de Zaragoza es, sin duda alguna, la Institución Académica que más ha colaborado con el Premio Don Bosco. El número de profesores y profesoras que han participado en



Mesa Presidencial de la entrega de premios de la XXII edición.

“... son más de 600 los proyectos innovadores expuestos en nuestro Centro zaragozano.”

los diferentes tribunales del Certamen, durante estos 22 años, ha rebasado la cifra de 175 personas. Es sin duda un ejemplo magnífico que el Premio agradece enormemente.

El apoyo que hemos recibido de la Universidad de Zaragoza ha sido continuado a lo largo de la historia del certamen y, consecuencia de estas magníficas relaciones, es el acuerdo de colaboración que hemos firmado el 26 de febrero de 2008, establecido entre ambas Instituciones, para la participación conjunta en diversas actividades de tipo social y cultural, especialmente centradas en el Premio Nacional Don Bosco a la innovación e investigación tecnológica.

El día 4 de marzo de 2009, se hizo la última entrega de los galardones. Presidió el acto el Presidente del Gobierno de Aragón, D. Marcelino Iglesias, acompañado de varias personalidades y autoridades civiles y militares. D. Manuel López, Rector de la Universidad de Zaragoza; D. Fernando Gimeno, Vicealcalde de Zaragoza; D. Juan Bosco Sancho, Provincial Salesiano de la Inspectoría Salesiana de Valencia; Dña. M^a Victoria Broto, Consejera de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón; D. Miguel Soler, Director General de Educación Profesional del Ministerio de Educación, Política Educativa y Deporte; y el Coronel D. Carlos Pereyra, Delegado de Defensa.

En esta vigésimo segunda edición, pudimos colocar en dependencias de la Facultad de Cien-



El Rector Magnífico de la Universidad de Zaragoza, don Manuel José López, impartió la conferencia del acto académico.

cias, durante los días 9, 10 y 11 de marzo, unos expositores con los proyectos de los trabajos que se presentaron al certamen.

No deseo terminar este breve artículo, sin antes agradecer a la Universidad de Zaragoza el apoyo que siempre nos ha dispensado. Especialmente, quiero expresar mi gratitud personal a doña Ana

Isabel Elduque, decana, y a doña Concepción Aldea, vicedecana de la Facultad de Ciencias, por permitirnos dar a conocer el Premio Nacional Don Bosco a la comunidad universitaria.

Mario Rubio
Director del Premio Don Bosco

“ El apoyo que hemos recibido de la Universidad de Zaragoza ha sido continuado a lo largo de la historia del certámen. ”

PRIMER PREMIO DEL ÁREA TECNOLÓGICA DE ELECTRÓNICA, MECÁNICA, AUTOMOCIÓN, ELECTRICIDAD, ROBÓTICA Y VISIÓN ARTIFICIAL:

Eyeglove–Sistema de comunicación gestual para situaciones de baja o nula visibilidad.

Se trata de un sistema de comunicación de gestos realizados con la mano. Está basado en la utilización de un guante provisto de numerosos sensores que serán capaces de registrar el gesto realizado por la persona que maneja el guante. Dicho gesto será transmitido mediante tecnología Bluetooth a una o más personas, con el fin de que todas ellas conozcan el gesto realizado, sin necesidad de tener visibilidad directa con la persona que lo realiza. La traducción será un sonido o palabra que escucharán las personas conectadas al sistema mediante la utilización de un pequeño auricular. Asimismo, también podrá recibirse el gesto en una minipantalla conectada a las gafas o casco de los usuarios.

Alejandro Sánchez Martínez y Volodymyr Didukn de IES Las Espeñetas de Orihuela (Alicante).



PRIMER PREMIO DEL ÁREA TECNOLÓGICA DE TELECOMUNICACIONES, MULTIMEDIA E INFORMÁTICA:

Diseño de un algoritmo que permite la visualización tridimensional de objetos reales.

Este trabajo de investigación se ha basado en desarrollar un método para la reconstrucción y representación de objetos en tres dimensiones por ordenador. Este método nos permitirá estudiar, en profundidad y con nuevas técnicas, las características físicas de los objetos y esto es algo que abre múltiples caminos nuevos.

Entregan el premio D. Carmelo Marín, Director de BANESTO en Zaragoza, D. Jorge Villarroja, Vicepresidente de CREA y Presidente de la Federación de Industrias Químicas y Plásticos de Aragón y el D. Miguel Soler, Director General de Formación Profesional del Ministerio de Educación, Política Social y Deporte.



Jaime Medina Manresa y Alejandro Gimeno Sanz, del centro Asociación de Antiguos Olímpicos de Física de Pozuelo de Alarcón (Madrid).



Ricardo D. Basco, tutor de Ana M^a Moreno García del IES Francisco de Orellana de Trujillo (Cáceres), recoge el premio en su lugar.

PRIMER PREMIO DEL ÁREA TECNOLÓGICA DE MEDIO AMBIENTE, SALUD Y CIENCIAS:

Efecto citostático de aguas residuales procedentes de industrias vegetales (corcheras y almazaras).

El objetivo primordial de este trabajo ha sido profundizar en el estudio del efecto citotóxico y citostático de las aguas residuales de origen vegetal sobre la multiplicación celular en Eucariotas. A raíz de los resultados obtenidos, surgen interesantes perspectivas para futuros estudios que habrán de ir orientados hacia la caracterización bioquímica de las sustancias implicadas y hacia la elucidación de los efectos sobre la división celular.

Entregan el premio D. Marcelino Iglesias, Presidente de la Comunidad Autónoma de Aragón; D. Ignacio Navarro, Director de Zona de Aragón de Banca Comercial de BANCO SABADELL y D. Saúl Oliver, Responsable de Formación de CAF.

PREMIO J.M. SAVIRÓN DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Por J. Alberto Carrión



El año 2005 fue declarado por la UNESCO "Año Mundial de la Física". Para conmemorarlo, el Rector de nuestra Universidad me nombró Coordinador de las Actividades a realizar con tal fin. Entre ellas tuve la oportunidad de poner en marcha el Premio "José María Savirón" de Divulgación Científica, cuya idea inicial había partido de D. Miguel Ángel Sabadell, doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Zaragoza y eminente divulgador científico. Su instauración se llevó a cabo gracias al entusiasmo de muchas personas y al decidido apoyo de la Secciones Aragonesas de las Reales Sociedades Españolas de Química y de Física, la Real Sociedad Matemática Española, los Colegios Oficiales de Físicos y de Químicos en Aragón, la Real Academia de Ciencias de Zaragoza y, naturalmente, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza que desde entonces se constituyó como anfitrión. Pronto se sumaron la Fundación Zaragoza Ciudad del Conocimiento, el Colegio de Geólogos y el Consejo de Investigaciones Científicas en Aragón. Más recientemente lo ha hecho el Colegio de Biólogos de Aragón.

El premio, que lleva el nombre de un eminente científico y maestro excepcional, se concede a aquellas personas, colectivos o entidades que, a juicio del Jurado, hayan realizado una meritoria labor para acercar la cultura científica y tecnológica a la sociedad y tiene dos modalidades, una de Ámbito Nacional y otra para la Comunidad Autónoma de Aragón. En las cuatro ediciones que se han realizado los premiados han sido los siguientes:

Premio J.M. Savirón de Divulgación Científica

En 2005, D. José Pardina Cancer, Director de la revista "Muy Interesante" y ex aequo, D^a. María Pilar Perla Mateo, Coordinadora del Suplemento de Ciencia y Tecnología "Tercer Milenio" de Heraldo de Aragón y D. José María Barceló Espuis, de la Obra Social y Cultural de Ibercaja.

En 2006, al Instituto de Astrofísica de Canarias, representado por D. Luis Martínez, Jefe del Gabinete y Responsable de Comunicación y Divulgación del IAC y D. Miguel Carreras Ezquerra, coordinador del Programa Ciencia Viva del Departamento de Educación del Gobierno de Aragón.

En 2007, D. Pascual Román Polo, Científico y Divulgador, Editor General de la Revista Anales de la Real Sociedad Española de Química y D. Miguel Ángel Ordovás, Coordinador del suplemento semanal I+DEAR del Periódico de Aragón.

“ Recibir esta distinción ha sido para mí una de las mayores satisfacciones que he experimentado en mi vida. ”

En 2008, D. Ramón Núñez Centella, Director del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Sociedad de Amigos del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza, representada por su Presidente D. José María Clúa y por el Prof. Eladio Liñán, Director del citado Museo.

Además, en esta edición, el Jurado decidió otorgar un Premio Especial a D. J. Alberto Carrión, por su dilatada trayectoria en la divulgación de

la Ciencia en la Sociedad; recibir esta distinción ha sido una de las mayores satisfacciones que he experimentado en mi vida. Así lo manifesté el pasado día 20 de marzo cuando me entregaron el Premio y así lo repito ahora. Por supuesto que considero un enorme honor pertenecer a la lista de los premiados, pero la emoción y satisfacción provienen del propio nombre del Premio: José María Savirón. Esto lo comprenden fácilmente todas las personas que lo conocieron y que también me conocen a mí. Sin embargo, quizás no lo entiendan bien la mayoría de los actuales estudiantes de la Facultad de Ciencias puesto que el paso del tiempo es inexorable, Savirón falleció el 17 de mayo de 2001.

Pues bien, para estos estudiantes y para jóvenes profesores que estén en las mismas circunstancias les digo que he sido discípulo y doctorando de Savirón. Durante muchos años he sido colaborador suyo en numerosos trabajos y proyectos de investigación. Con él he trabajado en la organización de Congresos, ciclos de conferencias, reuniones científicas, etc. Y, por qué no decirlo, en la puesta en marcha de actividades de divulgación. Y lo que es más importante para mí, a lo largo de este periodo de intensa colaboración he disfrutado de su amistad. Pepe ha sido mi maestro y mi amigo. No es necesario decir más para justificar la profunda emoción y orgullo que sentí al recibir el Premio que lleva su nombre.

Siguiendo en esta línea, ¿quién fue José María Savirón? Nació en el seno de una culta familia de gran raigambre universitaria, su abuelo Paulino fue Rector de la Universidad de Zaragoza. Por



circunstancias familiares, su nacimiento tuvo lugar en Madrid en un periodo de la historia de España de triste recuerdo. Huérfano de padre a edad temprana tuvo que asumir la responsabilidad de ser el mayor de seis hermanos. Su formación preuniversitaria la realizó en Zaragoza y en su mayor parte en Asturias. Cursó la carrera de Física Matemática en Zaragoza, donde también hizo la Tesis Doctoral bajo la dirección de otro de los insignes maestros que han pasado por nuestra Facultad, D. Justiniano Casas. Tras una corta estancia en la Universidad de la Laguna como catedrático, se reincorporó a la de Zaragoza en donde fue profesor durante más de treinta y cinco años.

Su tesis doctoral, simultánea a la de Manuel Quintanilla realizada en Zürich bajo la dirección de Clusius, fueron prácticamente los primeros trabajos españoles sobre la teoría de separación de isótopos por termodifusión y constituyeron el embrión científico que en seguida pasó a ser liderado por Savirón. Este fecundo tema de investigación experimental llegó a convertirse en un referente internacional de la especialidad.

Las aportaciones científicas de Savirón no se limitaron exclusivamente al campo de la difusión térmica. Su intuición, su prodigioso "olfato" para detectar el interés científico de los problemas y las pistas para encontrar soluciones

siempre imaginativas y originales, su enorme bagaje de conocimientos de Física General, en el estricto sentido de la palabra, y un dominio no menos prodigioso de la herramienta matemática, le permitieron dirigir y desarrollar, con la acostumbrada brillantez, proyectos de investigación de muy diferente naturaleza como, por ejemplo, trabajos de hidrología realizados para la Confederación Hidrográfica del Ebro, trabajos teóricos y experimentales sobre propiedades termodinámicas de hidrocarburos y gases del petróleo licuados y, ya al final, antes de que las fuerzas le abandonaran, estaba completamente concentrado en problemas de termohidráulica del plomo fundido.

Pepe, admirador de Baroja, solía decir con un sentido del humor que lo caracterizaba, hoy vengo de asturiano, o de madrileño o de aragonés, dependiendo del ambiente en el que se encontrase y casi siempre para sorprender. Se convirtió en una de las personas más relevantes de la comunidad científica española. Desempeñó cargos de alta responsabilidad en la administración autonómica y en la Universidad, en la que fue decano de la Facultad de Ciencias, en 1980, época de fuertes convulsiones políticas.

Sin pretender ser exhaustivo, quiero citar algunos cargos que, en mi opinión, fueron trascendentales. Cuando se instauró el Curso de Orientación Universitaria, el conocido COU, fue

Premio J.M. Savirón de Divulgación Científica

el primer coordinador de Física de nuestra Universidad. Quizás pueda pensarse que no es éste un cargo importante, pero estoy convencido de que sí lo fue. Este cargo sirvió para sentar unas bases, establecidas desde el sentido común, de lo que debía ser la enseñanza de la física preuniversitaria y de su nivel de exigencia.

Fue Director del Departamento de Física Fundamental de la Facultad de Ciencias y en 1975 recibió el encargo de organizar el Curso Selectivo de la Academia General Militar, del que fue su primer Director Coordinador. En 1977, le fue concedida la Gran Cruz de la Orden del Mérito Militar con distintivo blanco de 1ª clase.

Fue Presidente de la ponencia de Física de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica; Presidente del Consejo Asesor para la Investigación del Gobierno de Aragón y, por ello, miembro del Consejo Rector del Instituto Tecnológico de Aragón. También fue Coordinador de la ponencia de Innovación Tecnológica de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos.

En 1991, recibió la Medalla de la Real Sociedad Española. En 1993 fue elegido Presidente de la citada Real Sociedad. El 25 de Mayo de 1992 ingresó en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza. De este acto académico, quiero citar textualmente un párrafo del discurso de contestación que pronunció D. Justiniano Casas que describe magistralmente la personalidad de Pepe y que no necesita comentario adicional alguno:

"Si tuviera que caracterizar al Dr. Savirón como persona diría simplemente que era un joven en extremo inteligente. Físicamente, en consonancia con sus exaltadas actividades deportivas, elástico como una ballesta y, en paralelo, con una agilidad mental asombrosa, a la vez que absolutamente desordenado en el tiempo y en el espacio. Creo que nunca fue posible contar con

él en día, hora y lugar determinado. Nunca supe cuándo comía, trabajaba y descansaba; dónde estaba cuando desaparecía por días del laboratorio sin dejar rastro. Lo único que se podía asegurar es que era un hombre comprometido con su tarea y que a la hora en punto surgía como una aparición con todo el trabajo esmeradamente terminado y derramando torrentes de nuevas ideas."

Escribir un artículo sobre el Premio JMS exigía hacer una breve semblanza de Savirón pero ¿cual es el futuro del Premio? En mi opinión, está consolidado. Sus cuatro ediciones han tenido resonancia y puede decirse que han sido acogidas con interés y simpatía por la Universidad, el Gobierno de Aragón y por la sociedad en general y, en particular, por la comunidad científica española. En los momentos actuales en los que las vocaciones científicas escasean, la divulgación de la ciencia no sólo es importante, es absolutamente necesaria. En este contexto, un próximo reto es extender su ámbito a Iberoamérica. Esta ampliación no es una tarea sencilla pero no es imposible.

En breve tiempo y cuando seguramente ya estas líneas se hayan publicado, se va proceder a la firma de un convenio entre el Gobierno de Aragón, el Ayuntamiento de Zaragoza y la Universidad por el que se crea, en la Facultad de Ciencias, la Cátedra de Divulgación Científica "José María Savirón". Su principal labor será llevar la Ciencia lo más cerca posible de los ciudadanos, de manera sencilla y amena, pero siempre rigurosa. Sin lugar a dudas, impulsar la creación de un Museo de Ciencia y Tecnología en Zaragoza será uno de los cometidos esenciales de la Cátedra.

Aragón se merece un Museo de Ciencia. Hace muchos años hubo un amago de creación pero, como otros proyectos tecnológicos no logró echar raíces en esta tierra, entonces hubiese sido pio-

nero en España. Ahora existen muchos Museos de Ciencia, algunos espléndidos, realmente envidiables. Por ello, no se trata de impulsar un Museo más para que nos sintamos satisfechos y poder decir: Zaragoza ya tiene un Museo de Ciencia. No se trata de eso. Hay que pensar en un museo distinto para que pueda convertirse en un nuevo modelo. ¿Cómo debe ser? Me gustaría poder contestar a esta pregunta. La respuesta la tiene la prestigiosa comunidad científica y tecnológica aragonesa. La Cátedra tiene que servir como motor de arranque y coordinadora de opiniones y sugerencias. La Facultad de Ciencias ya ha puesto su granito de arena al proyecto museístico: su colección Instrumenta es necesaria en un Museo de Ciencia, aunque no suficiente...

J. Alberto Carrión
Dpto. de Física Aplicada
Universidad de Zaragoza



Puentes de comunicación con nuestros Antiguos Alumnos

Desde la Facultad de Ciencias nos sentimos comprometidos con nuestros Antiguos Alumnos. Creemos que todos aquellos que invirtieron unos años de su vida formándose en esta Facultad pasaron a formar parte de su Historia. Son ellos, precisamente, los destinatarios principales de este artículo en el que mostramos nuestro deseo de recuperar los vínculos perdidos. El establecimiento de vías de comunicación con nuestros Antiguos Alumnos nos va a enriquecer mutuamente. La Facultad está deseosa de conocer cuál es el desarrollo profesional de nuestros titulados. En el momento que vivimos, de plena construcción del Espacio Europeo de Educación Superior, nos parece imprescindible crear puentes de comunicación. Sin duda alguna, el conocimiento y la experiencia de nuestros "Antiguos Alumnos" suponen un feed-back desde entornos laborales muy variados que va a enriquecer notablemente a nuestra Facultad. Ello va a permitir mantener actualizadas nuestras titulaciones e incluir aspectos no siempre contemplados en los programas académicos y que, sin embargo, se exigen, a menudo, a los titulados de esta Facultad al acceder al mercado laboral. Precisamente, todo aquello que permita la retroalimentación desde los titulados va a permitir la construcción de un espacio educativo de calidad.

Por otra parte, desde la Facultad deseamos hacer partícipes a todos nuestros Antiguos Alumnos no sólo de las actividades que se realizan en nuestro centro sino también de nuestros proyectos...¡que no son pocos!

Una nueva vía de comunicación que hemos creado, para conseguir nuestro objetivo, ha sido incluir en la página web de la Facultad de Ciencias <http://ciencias.unizar.es/web/> el perfil 'Antiguos Alumnos' especialmente pensado y diseñado para ellos.

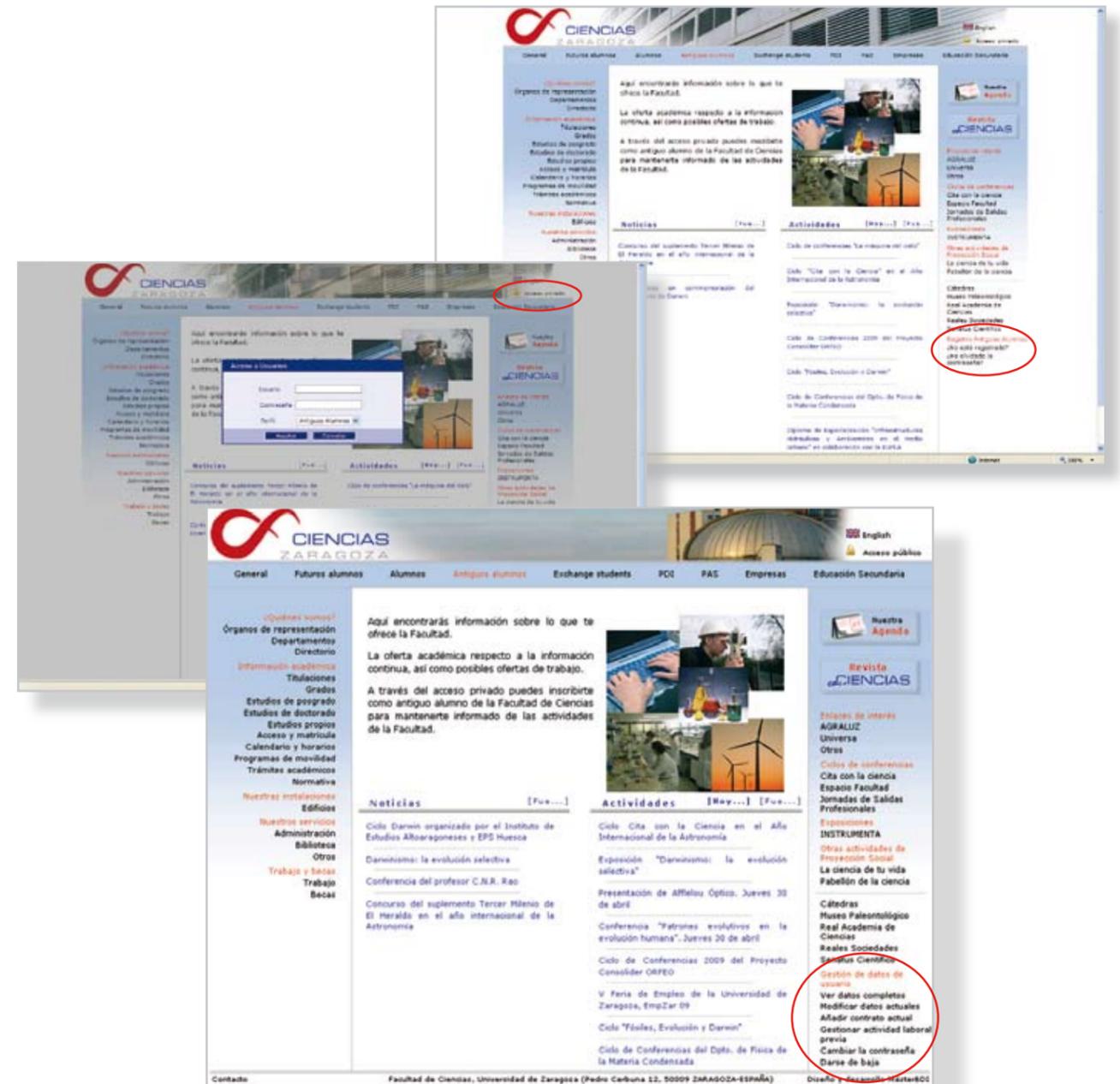
En particular, dentro de este perfil hemos habilitado una herramienta para que nuestros Antiguos Alumnos se puedan registrar, a través de la opción '¿No está registrado?', como antiguo alumno de la Facultad. El principal objetivo de esta herramienta es que desde la Facultad tengamos información actualizada sobre nuestros titulados, tanto con objeto de poder ponernos en contacto con ellos, como para que sea una vía de contacto entre los propios exalumnos.

Los datos que se vayan recabando, y previa autorización personal para el tratamiento automático, nos permitirán realizar estudios de empleabilidad de los egresados de la Facultad de Ciencias. Un objetivo concreto que nos interesa llevar a cabo, una vez contrastada la información que nos llegue, es hacer un mapa de sectores de trabajo de nuestros titulados. Sin ninguna duda, todo este tipo de estudios nos ayudará a mejorar los planes de estudio de las distintas titulaciones que se imparten en la Facultad de Ciencias.

Este proyecto va a permitir a nuestra Facultad estar en continua evolución, y como ya mostró Darwin con su teoría, ser los mejores capacitados para adaptarnos a las diferentes exigencias de nuestro entorno.

En definitiva, se trata de facilitar el diálogo entre todos aquellos que constituimos la comunidad científica desde los distintos ámbitos de trabajo.

Por ello, si estás leyendo estas líneas y eres Antigo Alumno de la Facultad te invitamos a que visites el perfil 'Antiguos Alumnos' de la página web y que te des de alta introduciendo tus datos de contacto actuales.



Si eres Antigo Alumno
INSCRÍBETE EN NUESTRA WEB.

¡TE ESTAMOS ESPERANDO!

<http://ciencias.unizar.es/web/antiguosInicio.do?perfil=antiguos>

Divulgación científica: ciclos de conferencias

La Facultad de Ciencias de Zaragoza se ha unido al resto de la sociedad en la celebración del "Bicentenario del nacimiento de Darwin" así como en la conmemoración del "Año Internacional de Astronomía" organizando sus propios ciclos y jornadas de conferencias:

- **Cita con la Ciencia**, Facultad de Ciencias. Zaragoza. Febrero - mayo 2009.

<http://ciencias.unizar.es/aux/proyeccionSocial/CartelCitaCiencia09.pdf>

CITA CON LA CIENCIA
ciclo de conferencias

<p>Jueves 19 de febrero: Fernando Itayso. <i>Matemáticas y realidad. Geometría no euclídea y universo.</i> 12 horas; Sala de Grados, Facultad de Ciencias.</p>	<p>Jueves 2 de abril: M. Ramón Urras Madurga. <i>Los cambios en las políticas hidrológicas debidos a los avances científicos y tecnológicos.</i> 12 horas; Sala de Grados, Facultad de Ciencias.</p>
<p>Jueves 26 de febrero: Francisco García Nova. <i>Historia ecológica: la construcción humana de la biosfera.</i> 12 horas; Sala de Grados, Facultad de Ciencias.</p>	<p>Jueves 7 de mayo: Alberto Galindo. <i>Armonías en los cielos.</i> 12 horas; Sala de Grados, Facultad de Ciencias.</p>
<p>Jueves 12 de marzo: Juan María Marcalde. <i>Agujeros negros supermasivos y el centro galáctico.</i> 12 horas; Sala de Grados, Facultad de Ciencias.</p>	<p>Jueves 21 de mayo: Manuel Aguilar. <i>Empieza la era del LCH.</i> 12 horas; Sala de Grados, Facultad de Ciencias.</p>

ESPACIO FACULTAD
DE FEBRERO A MAYO DEL 2009

Logos: CIENCIAS, Real Academia de Ciencias Exactas-Físicas-Matemáticas, Fundación BBVA, FECYT



- **Espacio Facultad: evolución y extinción de la humanidad**, Facultad de Ciencias. Zaragoza.
<http://ciencias.unizar.es/web/espacioFacultad.do>
- **Espacio Facultad: bicentenario de Darwin**, Facultad de Ciencias. Zaragoza. Enero - mayo 2009.
<http://ciencias.unizar.es/web/espacioFacultad.do>



- **Ciclo de conferencias "La máquina del cielo"**, Biblioteca de Aragón. Zaragoza. Mayo 2009.

<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/mquinaDelCielo.pdf>

- **Fósiles, evolución y Darwin**, Facultad de Ciencias. Zaragoza. Febrero - mayo 2009, Montalbán, Ariño, Torres de las Arcas (Teruel), Ainsa (Huesca) Mayo-octubre 2009.

<http://ciencias.unizar.es/aux/proyeccionSocial/folletoDarwin.pdf>

- **Encuentros con la Ciencia**, Ámbito Cultural El Corte Inglés. Zaragoza. Septiembre 2008- junio 2009.

<http://www.ambito-cultural.es/ambito-cultural/>

- Jornada de presentación de la **Cátedra de Residuos Sudismin**, 16 de enero de 2009, Edificio Paraninfo, Zaragoza.

<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/presentacionSudismin.pdf>

- **Conferencia "El Universo en Claroscuro"**, por Mariano Moles dentro de las actividades organizadas en el Año Internacional de la Astronomía y con motivo de la celebración del XX Aniversario de la Olimpiada Aragonesa de Física, 12 de marzo de 2009, Facultad de Ciencias, Zaragoza.

<http://www.aragoninvestiga.org/>

Investigación y transferencia de conocimiento: organización de congresos, jornadas y seminarios

En el curso 2008-09, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza ha colaborado en el desarrollo de los siguientes congresos y jornadas científicos, tanto como patrocinador así como en la organización de los mismos a través de sus profesores e investigadores y estudiantes.

- **10th International Conference Zaragoza-Pau on Applied Mathematics and Statistics**, Jaca (Huesca), 15-17 septiembre 2008.
<http://pcmap.unizar.es/~jaca2008/>
- **XXVIII Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía**. XXI Reunión de la Sociedad Española de Arcillas. Facultad de Ciencias, 16-19 de septiembre de 2008.
<http://semsea08.unizar.es/>
- **Jornada Matemáticas, Industria y Empresa**. Facultad de Ciencias, 20 de noviembre de 2008.
http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/mat_indus.pdf



- **III Congreso Spanish Space Students**, Facultad de Ciencias, 27 y 28 de noviembre de 2008.
http://sseti.unizar.es/web/congreso_S3.html
- **3ª Jornada de Jóvenes Investigadores de Aragón**. Facultad de Ciencias, 10 de diciembre de 2008.
<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/programa3jornadaji.pdf>
- **Seminarios del Departamento de Física de la Materia Condensada**. Facultad de Ciencias. Zaragoza, enero - mayo, 2009.
<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/ProgFisMatCond08-09.pdf>
- **Conferencia "Graphene, the new carbon"**, impartida por el profesor C.N.R. Rao, 1 de abril de 2009, Facultad de Ciencias, Zaragoza.
http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/graphene_RAO.pdf
- **Ciclo de Conferencias: Proyecto Consolider ORFEO**. Facultad de Ciencias. Zaragoza, 27 abril - 29 de junio 2009.
<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/CartelORFEO2009.pdf>
- **V Jornada de Ciencia de Materiales**. Facultad de Ciencias. Zaragoza, 21 mayo 2009.
<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/cartel09DEF.pdf>
- **XIII Encuentros de Geometría Computacional**. Facultad de Ciencias. Zaragoza, 29 junio -1 julio 2009.
<http://metodosestadisticos.unizar.es/~egc09/>



- **Maths and Fire**, Instituto Universitario de Matemáticas y Aplicaciones, Universidad de Zaragoza. 15-17 junio de 2009.
http://iuma.unizar.es/math_fire/poster.pdf
- **LIB60BER**. Topology of Algebraic Varieties. A Conference in Honor of the 60th Birthday of Anatoly Libgober", Jaca, 22-26 junio 2009.
<http://www.math.uic.edu/~jaca2009>



- **12th International Conference on Ferroelectric Liquid Crystals**. "New Challenges in Chiral and Polar Systems", 31 Agosto - 4 Septiembre. Zaragoza.
<http://wzar.unizar.es/icflc09/index.html>
- **8th Green Chemistry Conference. An International Event**. Parainfo de la Universidad de Zaragoza, del 9 al 11 de septiembre de 2009.
<http://8gcc.unizar.es>



Actividades orientadas a la educación secundaria

Se muestran, a continuación, las actividades desarrolladas durante el curso 2008-09:

- **Pabellón de la ciencia**, edición 2008. Por cuarto año consecutivo, la Facultad de Ciencias colaboró con el Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón en la organización y desarrollo de contenidos del Pabellón de la Ciencia, que tuvo lugar del 6 al 13 de octubre de 2008 en Feria Zaragoza. Entre las actividades desarrolladas se encontraba un espacio destinado a la divulgación de la Ciencia por parte de los profesores, grupos de investigación, departamentos o institutos de investigación de la Universidad de Zaragoza así como el desarrollo de una exposición centrada en la temática: "Un siglo de Ciencia".

<http://ciencias.unizar.es/web/pabellon-Ciencia.do>



- **Jornadas de puertas abiertas**, visitas de Centros de Educación Secundaria a la Facultad (35 visitas. 850 alumnos). Noviembre 2008.
<http://ciencias.unizar.es/aux/ies/programa08.pdf>
- **Visitas de profesores de la Facultad a Centros de Educación Secundaria** (33 centros visitados). Febrero - abril 2009.
<http://ciencias.unizar.es/aux/ies/programa08.pdf>
- **Hands on Particle Physics Masterclasses**, Facultad de Ciencias, 27 de marzo de 2009. Actividad organizada por profesores del Departamento de Física Teórica de la Facultad de Ciencias y destinada a alumnos de bachillerato de los distintos centros de la comunidad aragonesa. Durante dos días se realizan una serie de seminarios y actividades relacionados con la física de las partículas para finalizar realizando un test con diversas cuestiones relacionadas con lo trabajado en la jornada. Posteriormente, y por videoconferencia, los resultados se ponen en común con otras universidades nacionales y extranjeras.
http://dftuz.unizar.es/masterclasses_files/sesion09/mc_agenda_zaragoza.htm



Actividades orientadas a la educación secundaria

- **Semana de Inmersión en Investigación** (97 alumnos de 1º y 2º de bachiller). 15-19 de junio 2009.

<http://ciencias.unizar.es/web/inmersionInvestigacion.do>



Alumnos de Educación Secundaria participan en las actividades de la Semana de Inmersión 2008.

- **Campus de Profundización Científica.** Para alumnos de Educación Secundaria (experiencia piloto). Jaca, del 28 de junio al 25 de julio de 2009.

http://e-ducativa.catedu.es/22002727/sitio/upload/POSTER_CAMPUS.pdf

www.iesdomingomiral.com



- **Olimpiadas Científicas.** La Facultad de Ciencias participa en la organización y desarrollo de las olimpiadas científicas. En particular, en la Facultad se realizan los ejercicios correspondientes a la fase de nuestra comunidad autónoma. Durante el año 2009 se ha colaborado en el desarrollo de:

OLIMPIADA DE BIOLOGÍA: III edición.

OLIMPIADA DE FÍSICA: XX edición.

http://olimpiada_de_fisica.unizar.es/

OLIMPIADA MATEMÁTICA: XLV edición.

<http://www.unizar.es/ttm/olimpiada/>

OLIMPIADA DE QUÍMICA: XXII edición.



Participantes y finalistas de la XX edición de la Olimpiada de Física.



- **Taller de talento matemático.** Actividad extraescolar pensada para alumnos de secundaria aficionados a las matemáticas y que deseen aumentar sus conocimientos y habilidades desarrollando, de forma amena, una serie de talleres. El taller, que tiene lugar a lo largo de todo el curso académico, está organizado por profesores de la Facultad de Ciencias y profesores de enseñanza secundaria y está dirigido a alumnos de tercero y cuarto de ESO y de bachillerato.

<http://ciencias.unizar.es/web/talentoMatematico.do>

Cátedra IQE

El pasado 17 de diciembre, el Rector de la Universidad de Zaragoza, Manuel López, y el Consejero Delegado de Industrias Químicas del Ebro, Jorge Villarroya, firmaron un convenio de colaboración para la creación de la "Cátedra IQE" de la Universidad de Zaragoza.

La actividad de la cátedra se centrará en el fomento de la investigación, la difusión, divulgación y proyección social de la Ciencia, la promoción de la aplicación de las tecnologías al bienestar de la sociedad, y cuantas otras actividades sean consideradas de interés mutuo. La cátedra tendrá su sede en la Facultad de Ciencias.

Industrias Químicas del Ebro es una empresa industrial aragonesa perteneciente al sector de la química inorgánica básica especialista en la investigación, desarrollo, producción y comercialización de silicatos, sílices y derivados, destinados a un amplio abanico de aplicaciones en sectores tan diversos como la detergencia,

construcción, cerámica, pinturas, alimentación animal, caucho...

Fundada en 1958, IQE conmemoró en el pasado 2008 su 50 Aniversario. Durante este periodo la empresa se ha convertido en modelo de innovación en nuestro país. Su trayectoria innovadora ha sido reconocida por la concesión de diversos premios como el de Excelencia Empresarial en 2004, el de Responsabilidad Social Corporativa en 2005 y el Premio Aragón Investiga en 2008. Desde este foro queremos destacar el compromiso que IQE ha manifestado con la Facultad de Ciencias en muy diversas facetas: participación en los debates y conferencias de los ciclos de salidas profesionales, participación en la comisión de grado en Química, desarrollo de prácticas en sus instalaciones, desarrollo de proyectos de investigación...

Todo ello es indicativo de una muy fructífera relación entre IQE y la Facultad de Ciencias que ha culminado en la creación de la "Cátedra IQE".



Cátedra José María Savirón de Divulgación Científica

El pasado 14 de mayo, el Rector de la Universidad de Zaragoza, Manuel López Pérez, la Consejera de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón, Pilar Ventura, y el Alcalde de Zaragoza, Juan Alberto Belloch, firmaron un acuerdo de colaboración para la creación de la Cátedra José María Savirón de Divulgación Científica.

Esta nueva Cátedra, que tiene su sede en la Facultad de Ciencias, nace con el objetivo de acercar el conocimiento científico a la sociedad. Para ello desarrollará una serie de actividades de carácter divulgativo así como programas de formación y foros de discusión entre académicos, empresarios, agentes sociales y estudiantes que permitan el intercambio de conocimientos, experiencias e inquietudes.

Finalmente, en el marco de esta Cátedra, se convocará la V Edición del Premio José María Savirón de Divulgación Científica.



Hemos querido añadir estas últimas líneas para comentar la agradable sorpresa que el Señor Alcalde nos deparó en el acto de firma de la Cátedra José M^a Savirón de Divulgación Científica.

Como habéis podido comprobar los que hayáis leído la revista, tanto desde la dirección de la misma, como por parte de varios colaboradores, se está realizando un esfuerzo importante para constituir en Aragón un Museo de Ciencia. Y parece que el empeño está cristalizando.

Durante el acto arriba mencionado, el Señor Alcalde nos sorprendió gratamente a todos con la primicia del ofrecimiento, por parte del Ayuntamiento de Zaragoza, de un edificio para albergar el Museo de Ciencia. Como hemos comentado en un artículo, parece que vamos consiguiendo el continente. Queremos expresar desde estas líneas al agradecimiento al Ayuntamiento, no sólo por su aportación material, sino también por la inequívoca voluntad política de lograr este anhelado objetivo. Esta propuesta, junto al impulso que desde la Consejería de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón estamos recibiendo desde hace tiempo para un elevado número de actividades de divulgación científica, son claves y básicas para aunar esfuerzos y voluntades que el proyecto del Museo de Ciencia requiere.

Ahora ya nos empieza a tocar a nosotros. Al igual que no hemos cejado en nuestro empeño de lograr el apoyo de la autoridades políticas, ahora tampoco lo vamos a hacer en solicitar el empuje y la colaboración de todos los que creemos en que es posible hacer un gran Museo de Ciencia en Aragón. Y estamos seguros de que trabajo y esfuerzo no van a faltar.

Y lo que tampoco vamos a echar de menos son las críticas. Como habéis podido comprobar, desde el mismo momento de su publicación en los medios, ya han aparecido las primeras críticas contra el proyecto. Bueno, estamos en Aragón y no vamos a descubrir ahora nuestras tendencias caínitas. Pero también forma parte del encanto de cualquier proyecto que merezca la pena, luchar un poco contra este derrotismo que, desgraciadamente, parece una de nuestras señas de identidad.

Ánimo y enhorabuena a todos.



Finalistas del PREMIO SAN ALBERTO MAGNO DE FOTOGRAFÍA 2008:

1.- Primer Premio: "En blanco", por José Ramón Moreno

2.- Segundo Premio: "Cuarto menguante", por José Manuel Martín

3.- Tercer Premio: "Rincones CIENCIAcionales", por Elena Francia Díaz

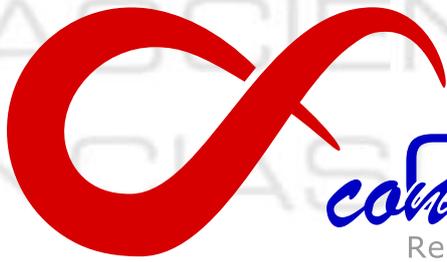
4.- Mención de Honor: "Escalera con ciencia", por Ricardo Hernández Arrondo



Nuestra más sincera enhorabuena

A Adrián Rodrigo Escudero, alumno de 2º curso de las licenciaturas en Matemáticas y en Física, que recibió el pasado 3 de abril la *Cruz de Calasanz al Mérito Educativo*.

A Eva Elduque Laburta y a Fernando García Mendivil, estudiantes de primer curso de la Licenciatura en Matemáticas, y a Ana Sancho Tomás, estudiante de primer curso de la Licenciatura en Física, que obtuvieron el Premio Extraordinario de Bachillerato, correspondiente al curso académico 2007-08, concedido por el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón.



CIENCIAS.digital

Revista digital de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

PATROCINAN:

