



*con* CIENCIAS.digital

Revista digital de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

<http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero4.pdf>

Nº 4    NOVIEMBRE 2009

# LA CIENCIA: UN ESPACIO PARA TODOS



## 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
- 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](mailto:web.ciencias@unizar.es)

IMPRESIÓN: Gráficas LEMA, Zaragoza.

DEPÓSITO LEGAL: Z-1942-08

ISSN: 1888-7848

Imágenes: fuentes citadas en pie de foto.

Portada: fotocomposición *comet Hale-Bopp* y *Reishtag* (www.flickr.com)

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



Editorial	4
El aceite de oliva, un reto para los científicos Jesús de la Osada	6
La renovación del paisaje Francisco García Novo	12
La magia de las astropartículas Clara Cuesta, Carlos Pobes y María Luisa Sarsa	28
Planetas y exoplanetas II Antonio Elipe	32
El Universo desde Javalambre Mariano Moles	38
Mi despacho Pablo Echenique	56
Matemáticas, ¿puras o aplicadas? El caso de la geometría proyectiva Fernando Etayo	62
Vigencia y actualidad de la teoría de la evolución José Adolfo de Azcárraga	74
¡Arde la Facultad! Ana Álvarez	96
La nueva Ley de Ciencia y Tecnología Ana Isabel Elduque	102
Espacio Europeo de Educación Superior Enrique Artal	114
Actividades	120
Noticias	128

# VIGENCIA Y ACTUALIDAD DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

*Tras introducir las ideas de Darwin y algunos de los hechos que sustentan el actual paradigma evolutivo, se muestra que la teoría de la evolución resulta imprescindible para comprender mejor nuestra naturaleza y nuestro lugar en el conjunto de los seres vivos. Y como toda visión del mundo está inevitablemente teñida por la perspectiva que tenemos de nosotros mismos, hoy no cabe Weltanschauung alguna al margen de la teoría de la evolución. Por ello, las ideas que tienen su origen en las de Darwin de hace 150 años tienen más relevancia de la que pudiera parecer, lo que se ilustra con algunos ejemplos actuales.*

**POR JOSÉ ADOLFO DE AZCÁRRAGA**



*Iguanas en la  
Isla Fernandina.*

\*Foto del autor.

## Vigencia y actualidad de la Teoría de la Evolución

**N**ada tiene sentido en biología al margen de la evolución, afirmó hace más de medio siglo Theodosius Dobzhanski, una de las figuras –junto con Julian Huxley (*The modern synthesis*, 1942) y otros- de la *teoría sintética o síntesis moderna* de la evolución, que conciliaba las ideas originales de Darwin con los progresos de la genética. Pero en 2009, cuando se celebra –sobre todo en Occidente- el bicentenario del nacimiento de Charles Darwin (1809-82) y el sesquicentenario de *The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of favoured Races in the Struggle for Life*, cabe preguntarse por la relevancia de una teoría de orígenes tan remotos así como por qué, tantos años después, la evolución sigue despertando recelo e incluso rechazo. Pues, si bien muchas organizaciones científicas y culturales están celebrando 2009 como el ‘año de Darwin’, no se ha producido ninguna declaración interna-

cional al respecto. Esta omisión resulta especialmente notoria puesto que 2005, centenario del *annus mirabilis* de Eins-

tein, fue declarado Año Mundial de la Física por la UNESCO; en España los físicos celebramos, incluso, una sesión conmemorativa en el Congreso de los Diputados. Sin embargo, el mundo oficial ha preferido esta vez pasar de puntillas sobre la efeméride del hallazgo de uno de los más grandes científicos de la historia: la explicación del origen y la diversidad de las especies que pueblan el planeta.

No cabe dudar de la validez de las ideas centrales de la teoría de la evolución y, en particular, del proceso de la selección natural, que selecciona de forma acumulativa las variaciones accidentales que se producen en los seres vivos durante muchas generaciones y largos períodos de tiempo, y que genera las distintas especies. Nunca una idea tan simple ha tenido un poder explicativo tan grande; superior, incluso, a la ley newtoniana de la gravitación que rige el sistema solar. La selección natural, la idea central de Darwin y de Alfred Russel Wallace (1823-1913) inspirada por la lectura del *Ensayo sobre la población* (1798) del gran economista Thomas Robert Malthus (1776-1834), hace la evolución inevitable, aleatoria y no finalista, aunque esto no significa que cualquier posibilidad esté abierta a la vida: la altura de los árboles –por ejemplo- está limitada por el hecho de que la savia no puede ascender indefinidamente. Las leyes de la física y de la química condicionan las posibilidades accesibles a los seres vivos, cuyas funciones vitales, formas y tamaños no pueden ser completamente arbitrarios. Por ello no cabe sorprenderse ante la aparición de abundantes fenómenos de convergencia: los ojos, por ejemplo, aparecen en muchas y diferentes cadenas evolutivas.

Es instructivo recordar cómo se resolvieron dos serias dificultades que presentaba la teoría de la evolución en tiempos de Darwin. La primera, que una ligera variación en algún rasgo de una especie quedaría diluida y desaparecería en po-

cas generaciones; se le recordaba a Darwin, por ejemplo, que el cruce entre blancos y negros daba lugar a mulatos, no a hijos de uno y otro color. Darwin no podía imaginar mientras escribía *El Origen* (“nuestra ignorancia de las leyes de la variación es profunda”, decía), que en Moravia el agustino Gregor Mendel (1822-1884) estaba experimentando pacientemente en el huerto de su convento con cerca de treinta mil plantas de guisantes (*Pisum sativum*), lo que le llevaría a formular sus famosas leyes sobre la herencia. Hoy se sabe que un organismo no es exactamente una mezcla de sus progenitores, sino la suma de multitud de caracteres individuales, heredados de sus antepasados, que se manifiestan de acuerdo con las leyes de la herencia genética. Pero Mendel publicó sus hallazgos sobre los híbridos (*Versuche über Pflanzenhybriden*, 1866) en la revista de la *Sociedad de Historia Natural de Brünn* (hoy Brno, en Chequia), de escasísima difusión, y no fueron conocidos hasta el cambio de siglo. Se ha discutido mucho si Darwin llegó a tener noticia de ese trabajo, pero todo indica que no: ciertamente no estaba suscrito a esa revista, prácticamente desconocida, y una minuciosa búsqueda entre todos sus documentos ha dado resultados negativos. No es extraño: sólo se han encontrado once citas a Mendel en publicaciones anteriores a 1900, año en el que fue redescubierto por varios científicos, entre otros por el biólogo británico W. Bateson (1861-1926). Éste difundió las ideas de Mendel en el libro *Los principios de la herencia de Mendel: una defensa*

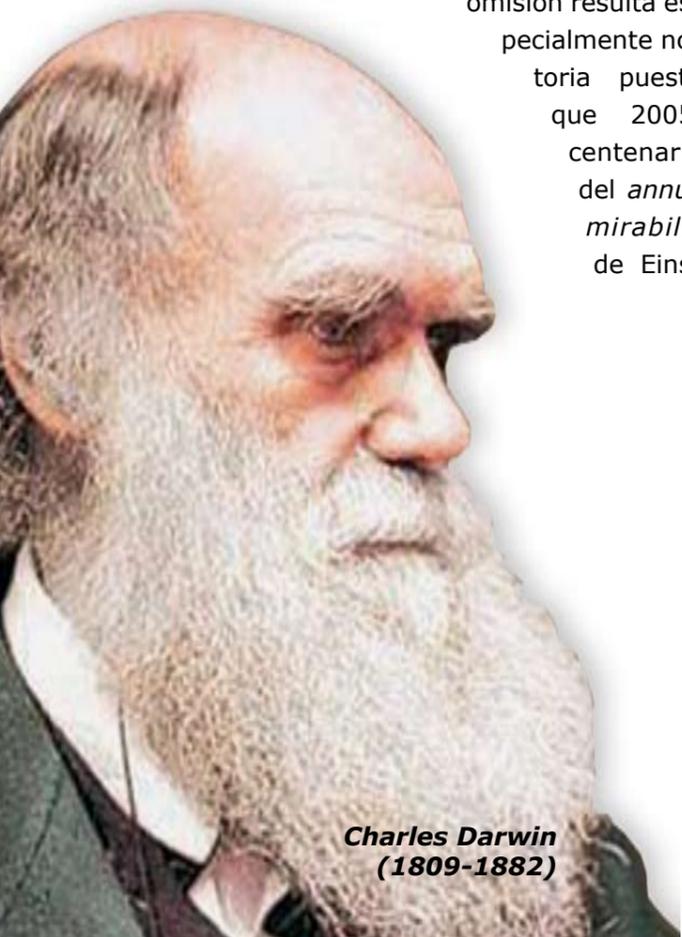
(1902) e introdujo, además, buena parte de la terminología del campo, incluyendo el uso actual de ‘genética’ (del griego γεννώ, dar vida).

La segunda dificultad se refería al tiempo necesario para que la evolución tuviera lugar: uno de los críticos de Darwin, el físico W.J. Thomson (Lord Kelvin, 1824-1907), estimaba que el Sol, que imaginaba como una inmensa caldera de carbón ardiente, no podía tener más de 25 millones de años. Y aunque esta cifra daba más margen que otras estimaciones (en 1658 el arzobispo James Ussher había determinado, Biblia en mano, que la Creación había tenido lugar el 23 de Octubre de 4004 a.d.J.), resultaba insuficiente para la evolución de las especies.

Darwin no podía resolver estas dificultades, hoy fuera de lugar dado el carácter discontinuo de las mutaciones genéticas y el origen termonuclear de la energía solar; incluso un aparente problema de las leyes de Mendel se

resolvió en 1908 con la ley de Hardy-Weinberg. Claro que, invirtiendo el razonamiento, Darwin podía haber respondido que la validez de la teoría de la evolución invalidaba el ingenuo modelo solar de Lord Kelvin y preveía unas leyes de la herencia que preservasen la individualidad de los distintos caracteres, anticipando así las bases de la genética mendel-morganiana. Por supuesto no fue así; de hecho, debido a esas y otras críticas, Darwin dio en sucesivas ediciones del *Origen* algo más de peso a las ideas de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), un pre-

“**Nunca una idea tan simple ha tenido un poder explicativo tan grande; superior, incluso, a la ley newtoniana de la gravitación.**”



**Charles Darwin  
(1809-1882)**

## Vigencia y actualidad de la Teoría de la Evolución

cursor de la evolución de las especies al margen del mecanismo darwiniano de la selección natural. Lamarck –a quien se debe el término biológico- había defendido en su *Philosophie Zoologique* (1809) la importancia del uso y desuso en la evolución y la idea de que la necesidad acaba creando el órgano requerido. En su vejez, Darwin llegó incluso a pensar en la herencia ocasional de las mutilaciones; no obstante, Darwin mantuvo en conjunto su oposición a la herencia de los caracteres adquiridos, que ya había manifestado antes del *Origen*. Por ejemplo, en una carta del 10-X-1844 a su amigo el botánico J. D. Hooker juzgaba el libro de Lamarck como *veritable rubbish* (auténtica basura). Ya en el *Origen*, cabe recordar el decisivo ejemplo de las hormigas que Darwin describe al final del capítulo VII

dedicado al instinto “en contra de la conocida doctrina de Lamarck”. Después, en el ‘esbozo histórico’ que Darwin escribió para dar cuenta de los antecedentes de su teoría, volvió a criticar las ideas lamarquistas (que curiosamente había anticipado su propio abuelo, el Dr. Erasmus Darwin), según las cuales las jirafas habrían adquirido un cuello largo para poder alcanzar las ramas de los árboles tras esforzarse en estirarlo durante muchas generaciones. Darwin, por supuesto, estaba en lo cierto al criticar la errónea visión de Lamarck: los toros, por ejemplo, no tienen cuernos para embestir, sino que embisten *porque* tienen cuernos; la evolución no es finalista. En una ocasión le preguntaron a Darwin, ya anciano, si había leído a Lucrecio. Darwin respondió que no; pero es seguro que

se hubiera deleitado con los versos contra las causas finales (y otros en los que anticipaba la selección natural) que Lucrecio escribió en *De rerum natura*, adelantándose a la evolución darwiniana y pulverizando *avant la lettre* la visión de Lamarck, casi dos mil años antes del *Origen*.

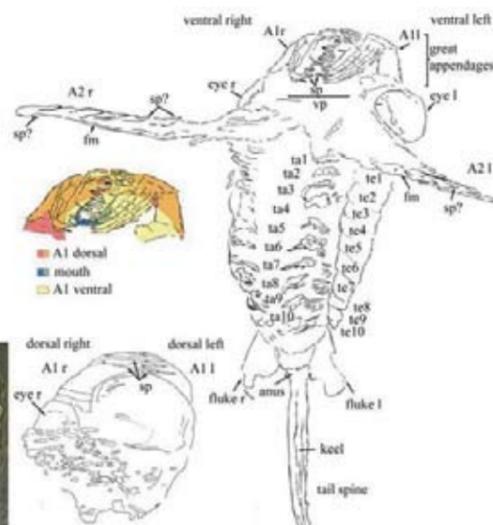
Aunque la teoría de la evolución no ha sido contrastada, por ejemplo, en el mis-

mo sentido y con el increíble grado de precisión numérica alcanzado por la teoría de la relatividad en la física, no cabe duda de que está firmemente establecida. Hay, por supuesto, diferencias sobre cuestiones de detalle, pero que no afectan al cuerpo principal. Cada día se encuentran más ‘eslabones perdidos’ en las cadenas evolutivas. El Tiktaalik (‘pez grande de agua dulce’ en *inuktitut*, la forma de la lengua *inuit* en Canadá), descubierto en el ártico canadiense en 2004 y que vivió hace 365 millones de años, tenía alrededor de dos metros de longitud; sus cuatro aletas –que tenían huesos- le permitían nadar y quizá elevarse sobre ellas, por lo que es el antepasado de los tetrápodos terrestres actuales, entre los que nos podríamos incluir. Los ingredientes necesarios para producir patas estaban ya en las aletas del Tiktaalik, auténtico eslabón entre peces y animales terrestres, un ‘pezápodo’. Este mismo 2009 se ha estudiado el *Shinderhannes bartelsi*, un fósil encontrado en Hunsrück (Alemania). Este fósil está emparentado con los anomalocáridos (‘cangrejos extraños’) que aparecieron en los esquistos de Burgess en la Columbia Británica (Canadá) y que vivieron en los mares del Cámbrico, tras el Big Bang de la evolución. Esta explosión de vida tuvo lugar hace más de quinientos millones de años (500Ma), cuando el *Burgess shale* ‘canadiense’ se encontraba, debido al movimiento de las placas tectónicas, cerca del ecuador. El *Shinderhannes* extiende el período de existencia de esos curiosos antepasados de los actuales artrópodos en 100Ma, hasta el período Devónico.

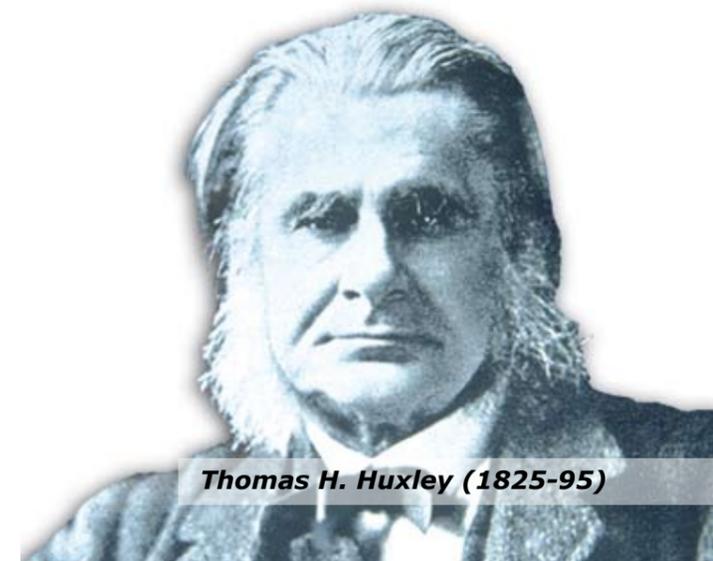
Los paleontólogos, por cierto, parecen tener un peculiar sentido del humor: es difícil adivinar las características de algunos fósiles a partir del nombre que reciben, aunque utilicen la notación binómica de Linneo. Aunque no es el caso del *Anomalocaris* ya citado, algunos de los extraños seres del *Burgess shale* tienen un nombre deri-

“**Los toros no tienen cuernos para embestir, sino que embisten porque tienen cuernos.**”

vado del de los familiares de Charles Doolittle Walcott, el americano que descubrió ese yacimiento en 1909 –desde 1981 patrimonio de la Humanidad- y extrajo de él, hasta 1924, unos 65.000 fósiles; *Shinderhannes*, quizá por ser un depredador, procede del nombre de un bandido de la zona de Hunsrück del s. XVIII. Pero, oportunidad de los nombres aparte, el número de fósiles intermedios crece constantemente, y todos encajan en las distintas cadenas evolutivas. El propio Darwin afirmó en el Cap. VI del *Origen* (‘dificultades de la teoría’): “si se pudiera demostrar que ha existido un organismo complejo, *que no se haya podido formar* por numerosas, ligeras y sucesivas modificaciones, entonces la teoría se quebraría (would break down). Pero no puedo encontrar tal caso”. Y es que Darwin ya se planteaba lo que después se llamaría la refutabilidad de las teorías científicas: como estableció Karl Popper (1902-94), una teoría científica debe ser refu-



**El fósil PWL1994/52-SL Shinderhannes Bartelsi: estructura y figuración.**



**Thomas H. Huxley (1825-95)**

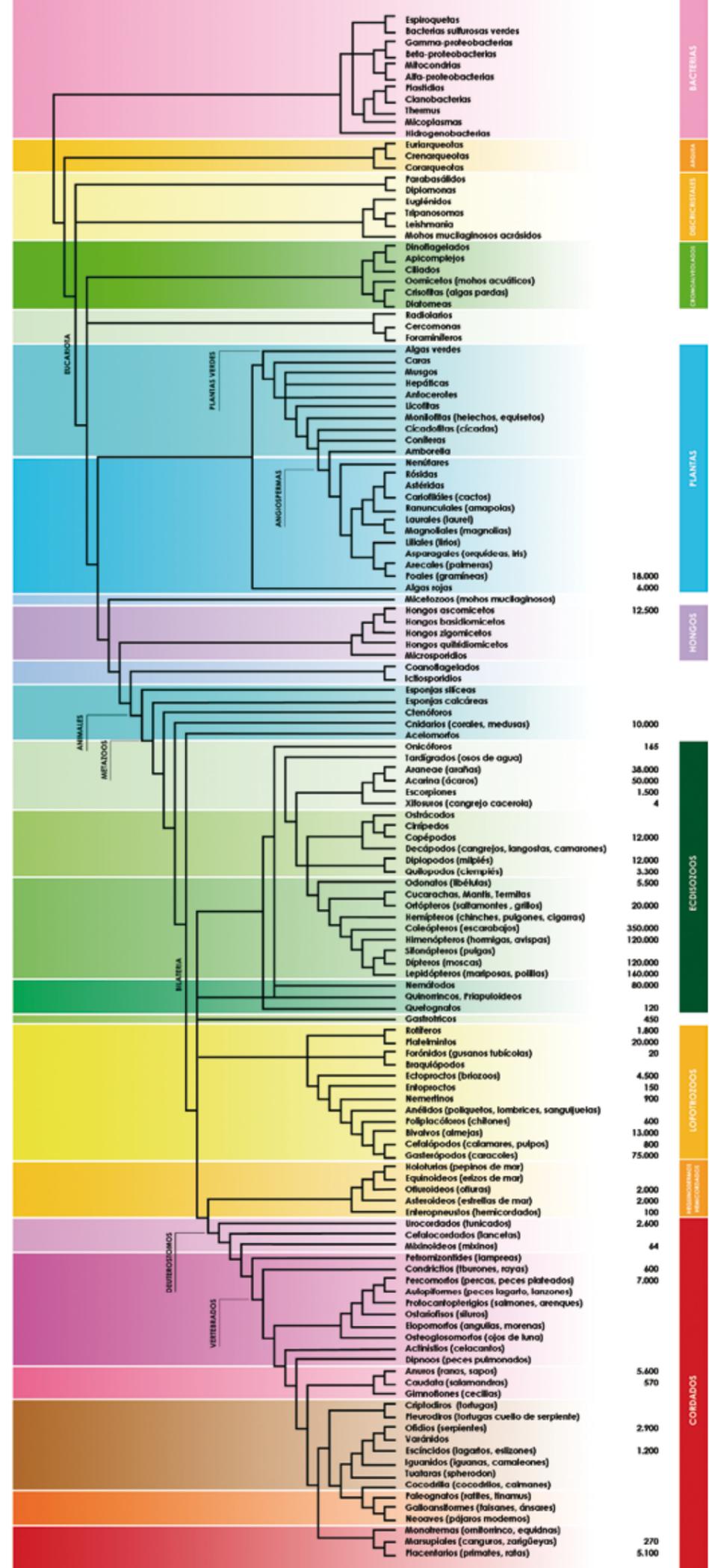
# Vigencia y actualidad de la Teoría de la Evolución

table para merecer ese calificativo. Y la evolución presenta, aparentemente, una dificultad: si la teoría se basa en la supervivencia del más adaptado y el criterio que mide esa adaptación es la supervivencia, parece generarse un círculo vicioso que haría de la evolución una teoría no refutable y, por tanto, no científica en el sentido de Popper. Pero no es así: como dijo el gran defensor -el *bulldog*- de Darwin, Thomas H. Huxley (1825-95), para comprobar la falsedad de la teoría de la evolución hubiera bastado "encontrar el fósil de un conejo junto al de un dinosaurio" (y Popper, que había señalado el problema, retiró su objeción en 1978). La afirmación de Darwin sigue en pie ciento cincuenta años después.

Los primeros indicios de vida sobre la Tierra aparecieron hace unos 3800 Ma. Los primeros vertebrados, animales con espina dorsal, surgieron hace más de 400Ma, y su -nuestro- antepasado más remoto es *Pikaia gracilens*, el primer cordado, que apareció en la explosión de vida del Cámbrico. Los mamíferos surgieron hace unos 200 Ma, y los primeros homínidos como Lucy, la famosa adolescente de *Australopithecus Afarensis*, hace algo más de 3 Ma. Mucho antes, hace 5-7 Ma, se había separado la rama de los chimpancés de la del linaje humano; somos pues primos, no nietos, de los primates. El *homo erectus*, ya con

una capacidad craneana en torno a 1000 cm<sup>3</sup> (el peso de nuestro cerebro oscila alrededor de los 1400 g) evolucionó en África hace algo más de 1'8 Ma, y es el primer emigrante intercontinental entre nuestros ancestros. El europeo más antiguo conocido, de hace 780.000 años, es el *Homo antecessor* de Atapuerca (Burgos), quizá el último antepasado común del hombre de Neandertal y de nosotros mismos. Así pues, y por lo que respecta a los seres humanos, hace tiempo que se encontró el 'eslabón perdido'. Y no uno, sino cientos de ellos.

Pero, actualmente, la evolución no sólo se apoya en el registro fósil. La embriología comparada, hoy *evo-devo* (por *evolution and development*) y las modernas técnicas de la biología molecular han hecho posible reconstruir el 'árbol de la vida'. Los estudios moleculares de la evolución tienen, además, una gran ventaja respecto de los antiguos árboles evolutivos basados en la anatomía comparada: permiten cuantificar las diferencias. El análisis del ADN y las proteínas permite estudiar y caracterizar numéricamente la ramificación de los linajes a partir de antepasados comunes (cladogénesis) así como la variación acaecida en un linaje determinado hasta que aparece una nueva especie que sustituye a la anterior sin que haya bifurcación en el árbol filogenético (anagénesis). Se han cumplido, al menos en parte, las expectativas del padre de la genética moderna y premio Nobel (1933) Thomas H. Morgan (1866-1945) quien, en 1919, afirmaba que "el hecho de que los aspectos fundamentales de la herencia hayan resultado tan extraordinariamente sencillos apoya nuestra esperanza de que, después de todo, la Naturaleza pueda ser abordable por completo... Esto es alentador, ya que si el mundo en que vivimos fuera tan complicado como algunos nos pretenden hacer creer, podríamos muy bien perder la esperanza de que la biología pudiera convertirse en una ciencia exacta". Con frecuencia la prensa refleja lo muchísimo que compartimos de nuestros cer-



ca de 25.000 genes con los chimpancés... y con otros seres vivos menos 'elevados'; no parece haber, además, ningún gen específicamente humano. Precisamente, el estudio de la divergencia genética entre el hombre y el chimpancé ha sufrido un fuerte impulso desde la publicación de los genomas completos de ambas especies. Pero el análisis de las bases moleculares que determinan la especie humana va más allá de la pura variabilidad en las secuencias génicas que conforman las proteínas: muchas de las diferencias fenotípicas que caracterizan una especie residen probablemente en los cambios evolutivos que regulan la manifestación (la 'expresión') de los genes.

Así pues, si tan firmemente está establecida la evolución, ¿por qué suscita aún tanta controversia? ¿Cuál es la razón para que la teoría de Darwin originara una auténtica revolución *ideológica* que no produjo, por ejemplo, la física nuclear o el descubrimiento de

**Diagrama de relación evolutiva en árbol de los seres vivos, basado en la sistemática cladística. Las cifras que figuran en la tabla corresponden al número de especies descritas.**

**“ La selección natural hace la evolución inevitable, aleatoria y no finalista. ”**

la doble hélice? La razón es sencilla: las ideas de Darwin cambiaron el lugar del hombre en el universo. La teoría de la evolución es un golpe más al antropocentrismo tan querido a los seres humanos, que puede tener también un origen religioso en la medida en la que el hombre se considere creado a imagen y semejanza de Dios. Cada vez que el pedestal sobre el que nos gustaría imaginarnos pierde altura aparece una reacción contra la causa que lo rebaja. Ya se produjo cuando la caída del geocentrismo, cuyo momento más representativo es el juicio a Galileo, y de nuevo apareció tras la difusión de las ideas de Darwin. George Bernard Shaw (1856-1950) reflejó muy bien el origen de esa reacción: "al principio uno no se da cuenta de lo que implica [la evolución]. Pero cuando se empieza a comprender todo su significado, el corazón se hunde en un montón de arena. Hay un terrible

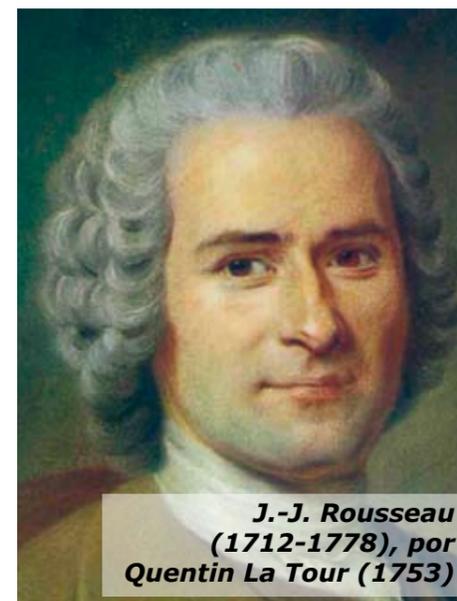
**“Incluso algunos ilustres biólogos evolutivos parecen resistirse a aceptar la evolución en todas sus consecuencias, cuando ésta choca con ideas que les son queridas.”**

fatalismo en todo ello, una reducción atroz y detestable de la belleza y de la inteligencia, de la fuerza y del propósito, del honor y de sus aspiraciones". Resulta difícil no reconocer un punto de verdad en esa reflexión y no contemplar con simpatía los sentimientos del autor de historias tan deliciosas como *Lluvia* aunque, si bien Shaw contemplaba con ternura la condición humana, no se hacía muchas ilusiones sobre ella. Por su parte, el premio Nobel Steven Weinberg, probablemente el físico más ilustre vivo, llegó a afirmar en un contexto diferente: "cuanto más sabemos del mundo, menos sentido parece tener", aunque luego trató de suavizar el sentido de sus palabras. Pero el núcleo del rechazo que a veces produce la teoría de Darwin es éste: la evolución nos habla de nosotros mismos, de nuestra naturaleza, y establece que tiene una elevada componente biológica que se encuentra al margen de nuestros deseos, ilusiones... y de nuestro control. Nos dice mucho de lo que somos -con independencia de lo que nos gustaría ser- y de cómo hemos llegado a serlo. Por eso la evolución ha chocado con dogmas religiosos y políticos, especialmente en la medida en la que éstos han tratado de imaginar al hombre a su gusto para, después, moldearlo a su conveniencia. Basta recordar el rechazo inicial de las Iglesias cristianas a la evolución, la actitud del Islam<sup>1</sup>, o la persecución -cuando no 'eliminación'- por Stalin de los genetistas mendel-morganianos<sup>2</sup>. Incluso algunos ilustres biólogos evolutivos parecen resistirse a aceptar la evolución en todas sus consecuencias cuando -aunque sea de una forma inconsciente- ésta choca con ideas que les son queridas, una cuestión sobre la que volveré después.

¿Qué (pre-)concepciones existen de la naturaleza humana? Asumiendo el inevitable riesgo de simplificar en una cuestión tan importante como delicada cabría decir que, a lo largo de la historia, se han dado tres visiones distintas, no del todo excluyentes entre sí. La primera supo-

ne que, al nacer, la mente de los seres humanos es una *tabula rasa*, una pizarra en blanco, sobre la que en sus primeros años se puede escribir todo lo que determinará su vida adulta. Esta visión se remonta a los estoicos griegos y a S. Tomás de Aquino (1225-1274); John Locke (1632-1704) la utilizó para criticar a la aristocracia, que no podría justificar privilegios innatos si las mentes de nobles y plebeyos comenzasen igualmente vacías. La segunda, la del *buen salvaje*, se debe a Jean-Jaques Rousseau (1712-78): los seres humanos son naturalmente buenos (justos y benéficos, como exigía serlo a los españoles el art. 6 de la constitución de 1812) hasta que la sociedad los corrompe. La tercera visión se basa en la separación entre *alma* y *cuerpo*, de antigua tradición religiosa y formulada especialmente por René Descartes (1596-1650). Según ésta, el alma gobierna el cuerpo y toma decisiones con independencia de los procesos biológicos que lo rigen. Frente a todas estas concepciones la evolución nos muestra que, biológicamente hablando, existe una naturaleza humana en parte determinada genéticamente. En la vieja polémica sobre la importancia relativa de la herencia (el genotipo) y el ambiente -*nature vs. nurture*- como factores determinantes de lo que somos, la evolución pone de manifiesto el enorme peso de la herencia sobre el entorno suponiendo, claro está, ambientes no demasiado dispares.

Podría parecer que la adopción de una u otra visión sobre la naturaleza humana es una cuestión relativamente menor, sin grandes consecuencias prácticas. Pero no es así. Por ejemplo, los padres que estén convencidos de que la mente del niño es una *tabula rasa* se culparán si sus hijos no alcanzan las metas propuestas, pues ello probaría que han sido incapaces de educarlos debidamente (lo que tampoco se puede excluir). Toda una escuela de psicología muy influyente en el segundo tercio



J.-J. Rousseau (1712-1778), por Quentin La Tour (1753)

1. Incluso en la supuestamente secular Turquía, una alta institución gubernamental (el Consejo de Investigación Científica y Tecnológica, TÜBİTAK) suprimió a principios de año un artículo sobre Darwin en su revista oficial, *Bilim ve Teknik* (Ciencia y Tecnología), cesando a su directora por oponerse a esa censura. Tras el consiguiente escándalo de la comunidad científica, la directora recuperó su puesto, y TÜBİTAK ha anunciado que *Bilim ve Teknik* dedicará un próximo número a la teoría de la evolución.
2. Esa persecución produjo un retraso de décadas en la URSS de esa rama de la ciencia. El polo opuesto de ese totalitarismo, el régimen nazi, es un caso distinto: el de una ideología que deformó las ideas evolutivas (en particular, la idea de *progreso* para justificar el racismo) para sus siniestros fines. Como ha señalado el historiador inglés Alan Bullock en su libro *Hitler and Stalin, parallel lives* (1991), hay muchos paralelismos plutarquianos en las vidas de los dos grandes tiranos del pasado siglo.

del s. XX, la behaviorista o conductista (de *behaviour*, conducta), y especialmente la versión más radical del psicólogo de Harvard B. F. Skinner -quien consideraba que el hombre no tiene comportamientos innatos sino sólo en función del entorno- se halla tras la tabula rasa. Los lectores de cierta edad recordarán un libro muy popular en los años cincuenta y sesenta del Dr. B. Spock, *The common sense book of baby and child care* (1946), *Tu hijo a secas* en versión española, que recordaba a las madres que "sabían más de lo que pensaban" frente a los excesos conductistas entonces en boga, sobre todo en los Estados Unidos.

La hipótesis de la *tabula rasa* tiene también implicaciones políticas, y ha resultado muy útil a todos los regímenes totalitarios: no es casualidad que la genética mendeliana estuviera prohibida y perseguida durante el estalinismo<sup>3</sup>, y tanto el dicho de Mao "los mejores poemas se escriben en un libro en blanco" como las alusiones al 'hombre nuevo' del nazismo tienen todo tipo de connotaciones siniestras. Por su parte, los partidarios del *noble salvaje* tenderán a responsabilizar a la sociedad de toda conducta delictiva: 'todos somos culpables' es la frase políticamente correcta de ese grupo. Acusando a la sociedad, que por no poseer personalidad jurídica no responde ante ningún tribunal, se elimina toda responsabilidad personal sin que nadie la adquiera en su lugar. Esto facilita que, a veces, los criminales parezcan tener más derechos que sus víctimas. Hasta la intencionalidad de las penas puede tener un carácter distinto según la visión que se tenga del propio delincuente. Así, el derecho anglosajón, menos optimista o más pragmático que el nuestro, confiere a las penas una mayor componente de castigo que el español que, se diría, es de inspiración rousseauiana.

La tesis del buen salvaje tiene también importantes y nocivas consecuencias para la educación, al suponer que un niño progresará por sí mismo si no se le desvía de su curso; quizá fue ese optimismo el que permitió que el autor del *Emilio* confiara sus cinco hijos a un hospicio parisino. En una escuela de tipo Summerhill no debe haber exámenes, notas ni programas de estudio; los niños son libres de ir a clase o no. Sin embargo, ésta y otras visiones más o menos optimistas de la pedagogía (como la de la LOGSE de 1990) soslayan una obviedad: que la educación debe proporcionar al cerebro los conocimientos *que necesita y que no posee instintiva*, es decir, *inicialmente*. La evolución ha gra-

## Las ideas de Darwin cambiaron el lugar del hombre en el universo.

bado en nuestra mente recursos que nos indican, sin necesidad de estudio, cuándo debemos comer o protegernos del frío e, incluso, que nos permiten aprender a hablar con rapidez pues, muy probablemente, el lenguaje es un instinto: un niño nace con la *capacidad* de aprender a hablar rápidamente -y la estructura de todas las gramáticas es universal, Chomsky *dixit*- pero necesita más tiempo para saber atarse los zapatos. Pero sin aprendizaje previo no podemos escribir y, menos aún, llegar a ser médicos o abogadas. El estudio está, precisamente, para compensar las carencias de nuestro cerebro ante situaciones para las que no está evolutivamente preparado. Así pues, toda pedagogía debería estar destinada a resolver este déficit de la forma más eficaz y equilibrada; ignorar esta

Lysenko (izqda.) hablando en el Kremlin ante Stalin (dcha.)



realidad puede resultar popular ('los exámenes son traumas innecesarios', etc.), pero es tan demagógico como perjudicial para niños y jóvenes. A veces pienso que *El Origen* (y un buen curso de etología, a la que luego me referiré) debería ser lectura obligada de toda autoridad educativa o legislativa, al igual que las matemáticas lo son para los ingenieros. Malo es tener preconcepciones sin fundamento; pero peor es pretender que la naturaleza se ajuste a ellas.

Por su parte, el dualismo del alma y el cuerpo confiere a los seres humanos -portadores de alma- una posición exageradamente privilegiada en la naturaleza. Así pues, el empirismo de la *tabula rasa*, el romanticismo del noble salvaje y el dualismo cartesiano tienen serias implicaciones de todo tipo. Por ello, muchos de sus adherentes han sido y son críticos con los estudios científicos que insisten en la importancia de la componente evolutiva, biológica, de la naturaleza humana, y muy especialmente en la medida en la que pueda contradecir sus propios credos. Es mucho lo que está en juego: las actitudes de los defensores de cualquiera de las tres creencias citadas y, con frecuencia, responsables también de sus excesos, quedarían sin justificación si aceptaran lo sesgado de sus creencias. Por eso los descubrimientos sobre la naturaleza humana son a menudo recibidos con recelo: se piensa que atacan ideales de progreso (tal como lo entienden, claro está, quienes cuestionan los aspectos biológicos de nuestra naturaleza) o, en otras, que nos roban parte de nuestro ser más íntimo. No es casual que Dostoyevski, en la que quizá es la mejor novela que se ha escrito desde *El Quijote*, hiciera afirmar a Dmitri en *Los hermanos Karamazov* (ien 1880!) que "siente perder a Dios" cuando

3. Ésta es una cuestión que ha sido soslayada durante décadas, cuando no censurada y ocultada, por muchos sectores que consideraban impropio criticar el comunismo de la URSS (o 'socialismo real' en *newspeak*), por lo que merece un comentario; incluso hoy no siempre se menciona en sus justos términos. Hace un año, por ejemplo, un conocido biólogo evolucionista de habla hispana se refería al *affaire* Lysenko como un lamentable ejemplo de 'politización de la ciencia' cuando, en realidad, fue una demostración *de texto* de 'cientificación' -valga la palabreja- de la política, es decir, de sancionar la política como ciencia, lo que es bien distinto (y mucho peor). Y es que, al margen del evidente trasfondo de lucha por el poder que tuvo el famoso *affaire*, había una razón de peso para que a Stalin le desagradara la genética convencional. En un panfleto de 1906 escrito en georgiano, *¿Anarquía o socialismo?*, Stalin ya había mostrado su simpatía por las ideas de Lamarck. Ese artículo reapareció en una recopilación de escritos de Stalin, ya en ruso, dos años antes de la explosión del *affaire* Lysenko en el verano de 1948. Iurii Zhdanov, jefe del departamento científico del Comité Central, yerno de Stalin y conocedor de su inclinación por el neo-lamarquismo, explicó entonces en una conferencia el porqué de esa afinidad (curiosamente, tratando de nadar entre dos aguas, pues Zhdanov era contrario a Lysenko): "los comunistas están necesariamente obligados a contemplar con mayor simpatía una doctrina que establezca la posibilidad de una reconstrucción [*peredelka*] y reorganización o remodelación [*perestroika*] del mundo orgánico, sin tener que esperar a cambios repentinos, accidentales e incomprensibles de un misterioso plasma hereditario". Así pues, y aunque Stalin no debía apreciar en exceso a Lysenko, el lamarquismo resultaba más propicio al dogma en vigor que la genética y la evolución darwiniana. Pero, en contra de lo que creía Stalin, los caracteres adquiridos no se heredan, y moldear a los seres humanos de forma interesada y perenne requería también *reeducar* a la propia naturaleza, un empeño afortunadamente imposible.

## Vigencia y actualidad de la Teoría de la Evolución

concluye que sus pensamientos son simple resultado de la actividad nerviosa de su cerebro. O, como afirmó Kasparov con considerable hipérbole tras perder al ajedrez en 1997 frente al *Big Blue* de IBM: "esto es el fin de la humanidad". Sin embargo, lo único que experimentalmente demostró su derrota –que había sido precedida por una victoria- fue lo erróneo de los interesantes razonamientos de Edgar Allan Poe (que nació el mismo año que Darwin) en *El jugador de ajedrez de Maelzel* (1935).

La realidad, por su parte, es tozuda. Por ejemplo, los famosos estudios de la antropóloga Margaret Mead sobre los aborígenes de Nueva Guinea y Samoa, otrora pilares de la tesis del noble salvaje, han tenido que ser sustancialmente revisados; la mente no es el *white paper* de Locke, sino un producto de la evolución (sobre el que con demasiada frecuencia se puede escribir bien poco), etc. La resistencia a reconocer la realidad de una naturaleza humana biológica, innata, recuerda la oposición de algunos filósofos *postmodernos* a la ciencia. En ambos casos hay un intento de reservar parcelas protegidas, sobre las que la ciencia no debe investigar y, si lo hace, no debe extraer conclusiones. En el caso que nos ocupa ha habido también

algún científico evolucionista que ha adoptado una posición doctrinaria. Stephen Jay Gould (1941-2002), probablemente mejor divulgador que paleontólogo, y

el ilustre genetista de poblaciones y biólogo molecular Richard Lewontin (1929- ), ambos de orientación marxista, han sido extraordinariamente críticos con Richard Dawkins (1941- ) y con la *sociobiología* de Edward O. Wilson (1929- ), un intento serio, aunque no sea definitivo ni el primero de estudiar las bases biológicas del comportamiento social. Gould y Lewontin parecen pensar que la mente y la psicología humanas no han evolucionado como el resto del organismo y que deben obedecer, por así decirlo, a una epistemología más elevada. Sin embargo, algunos aspectos de la psicología evolucionista, al contrario que el psicoanálisis freudiano, son refutables en el sentido de Popper y por tanto contrastables científicamente. Y es que, por ejemplo, resulta difícil comprobar la validez del complejo de Edipo, pero es sencillo confirmar que los rostros simétricos son sexualmente más atractivos que los que no lo son.

Lo sospechoso de Gould y Lewontin, dos pesos pesados en su campo, es el carácter personal y apriorístico de sus ataques, que trasluce una componente dogmática más que razones científicas. Hay un intento, quizá inconsciente, de 'matar al padre' en la medida en la que la teoría de Darwin pudiera ir en contra de esas creencias, tan íntimas como incuestionables; quizá por ello tildan despectivamente a Wilson, Dawkins o a Daniel Dennet de 'ultradarwinistas'. Pero, parafraseando a Mark Twain cuando ironizaba sobre las noticias publicadas sobre su muerte, las limitaciones de la ciencia han sido muy exageradas<sup>4</sup>. Incluso si se considerase que hay problemas que la ciencia no puede resolver, ¿qué misteriosa razón hace suponer que otras disciplinas podrían tener éxito allí donde la ciencia ha fracasado? No es sorprendente que Gould acuñara el acrónimo NOMA (*non-overlapping magisteria*) para separar el dominio de actuación de la ciencia del de otros magisterios, de forma que no tuvieran parte común alguna. Gould se refería explícitamente a la religión en su ame-

no artículo de 1997 en *Natural History*, pero quizá pensara también en otras religiones. De hecho, la insistencia de Gould en la absoluta contingencia de la evolución al margen de todo fenómeno de convergencia evolutiva, en que hay características fenotípicas que la evolución no explica<sup>5</sup>, así como su crítica visceral a la sociobiología, hacen de él un darwinista *malgré soi*, un calificativo cuya validez me confirmó Richard Dawkins hace poco en el curso de una interesante conversación. Quizá no sea casual que los creacionistas citen ocasionalmente a Gould en contra de la

“  
**Resulta difícil comprobar la validez del complejo de Edipo, pero es sencillo confirmar que los rostros simétricos son sexualmente más atractivos que los que no lo son.**  
”



El jamaicano Michael Bolt durante los Mundiales de Berlín 2009.

4. Otra cosa muy distinta son nuestras propias limitaciones. Es bien posible que, de la misma forma que no cabe enseñar química orgánica a un chimpancé por inteligente que sea, las limitaciones de nuestra mente acaben poniendo un límite al avance del conocimiento, incluso con la ayuda de los ordenadores. Podría suceder en el futuro con nuestro cerebro lo que se observa ya con los récords olímpicos. La velocidad de un corredor, por ejemplo, depende de su capacidad de quemar calorías con rapidez para obtener la energía cinética que adquiere al correr. Esa capacidad tiene un límite, por lo que la mejora de las marcas de velocistas y otros atletas será –ya es- asintótica.
5. La contingencia radical de Gould es una cuestión de grado, pues el propio Darwin ya se anticipó –también- en este punto. Por lo que se refiere a los caracteres no adaptativos o 'spandrels', Gould y Lewontin, en su artículo *The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme* (*Las pechinas de S. Marcos y el paradigma panglosiano: una crítica del programa adaptativo*, 1979), dieron a ese término el significado de *pechinas*, utilizando, por tanto, una inadecuada metáfora arquitectónica. Pues las pechinas son, precisamente, la solución (introducida por primera vez en la iglesia de Santa Sofía de Constantinopla, no en la de San Marcos de Venecia) que permite la transición o *adaptación* de una planta cuadrada a la cúpula esférica que está sobre ella, y no un capricho que la evolución –arquitectónica en este caso- no podría justificar (como quizá sería el caso de las *enjutas*).

Gould y Lewontin aludían en el título de su trabajo al preceptor del joven Cándido, el Dr. Pangloss, que opinaba que todo en este mundo tenía una buena razón de ser y en quien Voltaire ridiculizaba el optimismo de Leibniz.



Richard Dawkins (1941- )

## Vigencia y actualidad de la Teoría de la Evolución

evolución. Pero como sostiene Wilson en *Consilience*, un libro que trata de superar la dicotomía de las 'dos culturas', la unidad del conocimiento –a la que alude el antiguo vocablo inglés del título– no admite fronteras. En cualquier caso, aquellos que, en el fondo, quieren poner a los seres humanos en una categoría especial, *off-limits* para la ciencia en alguno de sus aspectos, deberían recordar la crítica frase que el propio Darwin dejó plantada en *El Origen*, como bandera sobre la cumbre de su propio libro, para advertir que él ya era consciente de que “*por medio de [su] obra se aclararía el origen del hombre y su historia*”.

Todas estas consideraciones, que se pueden resumir en que las ideas evolutivas también se aplican al hombre, permiten analizar algunas consecuencias de la evolución para el comportamiento de los seres humanos y su posible repercusión en las sociedades modernas. La etología, la ciencia del comportamiento animal, fue oficialmente consagrada con la conce-

sión del Nobel de Fisiología o Medicina de 1973 a sus tres fundadores, los vieneses Konrad Zacharias Lorenz (1903-1989) y Karl von Frisch (1886-1982; descubrió el sistema de comunicación entre las abejas) y el holandés Nikolaas Tinbergen (1907-88; estudió los instintos y dirigió la tesis doctoral de Dawkins). Lorenz observó que en los primeros momentos de su vida los animales se fijan a su entorno inmediato, generalmente a su madre, aunque no sólo hay fijación filial; la hay también de otros tipos. Son famosos los experimentos en los que Lorenz consiguió que gansos recién nacidos le siguieran ciegamente, creyéndolo su madre, porque había logrado que se *fijaran* a él poniéndose junto a huevos de ganso al eclosionar. Puede resultar reconfortante pensar que los seres humanos estamos muy por encima de los procesos de impronta (*imprinting*) que condicionan el comportamiento de los gansos, pero no hay razón para ello: los mecanismos de fijación o apego no están limitados a las aves. Se puede decir que esos mecanismos moldean o troquelan –de acuerdo con el término original de Lorenz (*Prägung*, 1935)– a muchos seres vivos: Lorenz dejó su impronta y ‘troqueló’ a sus gansitos de forma que lo identificarán con su madre para siempre. Lorenz lo consiguió en minutos; otros casos pueden requerir espacios de tiempo más largos, y ni siquiera la fijación tiene que ser a algo vivo. En cualquier caso, las raíces del comportamiento animal son claramente evolutivas y, aunque en su día se criticó a Lorenz por extender algunas de sus conclusiones al comportamiento humano, no hay ninguna razón –salvo, una vez más, el antropocentrismo– para situarnos en una categoría completamente distinta.

La impronta no debe ser confundida con el aprendizaje: éste es cosa del individuo y lo aprendido se puede olvidar, mientras que la fijación, por estar determinada por el

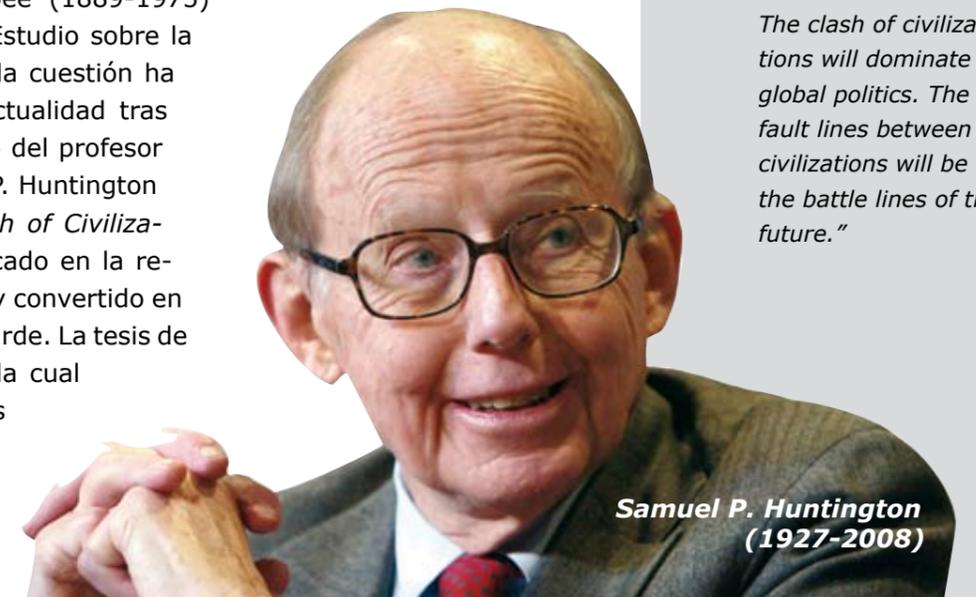


Un posible mapa de civilizaciones

instinto, afecta a la especie, se produce en un período crítico, generalmente al comienzo de la vida, y produce fuertes vínculos que son, en gran parte, irreversibles. En el caso de los seres humanos hay ejemplos de apego incuestionables, como el que se da en los mamíferos entre padres –sobre todo madres– y descendientes, cuyo origen evolutivo es indudable: de no existir esa fijación filial, los recién nacidos tendrían nulas posibilidades de sobrevivir y de transmitir a su progenie la ausencia de esa fijación. Pero también hay otros momentos para ella, como la pubertad. Los seres humanos tienen, además, inevitables fijaciones al entorno cultural, que se establecen en la primera parte de su vida. “Los historiadores tendrán que aceptar el hecho de que la selección natural determinó la evolución de las culturas de la misma forma que lo hizo con las especies” afirmó Lorenz en su libro *Sobre la agresión* (1963). Y puesto que las grandes culturas determinan las grandes civilizaciones, no es sorprendente que en un sentido amplio la Historia sea la historia –yo diría que la *evolución*– de las civilizaciones, como ya señaló en su día Arnold J. Toynbee (1889-1975) en su monumental Estudio sobre la Historia. Hace poco la cuestión ha vuelto a estar de actualidad tras un influyente ensayo del profesor de Harvard Samuel P. Huntington (1927-08), *The Clash of Civilizations?* (1993), publicado en la revista *Foreign Affairs* y convertido en libro tres años más tarde. La tesis de Huntington<sup>6</sup>, según la cual los conflictos futuros serán el resulta-

6. “It is my hypothesis that the fundamental source of conflict in this new world will not be primarily ideological or primarily economic. The great divisions among humankind and the dominating source of conflict will be cultural. Nation states will remain the most powerful actors in world affairs, but the principal conflicts of global politics will occur between nations and groups of different civilizations. The clash of civilizations will dominate global politics. The fault lines between civilizations will be the battle lines of the future.”

**“La impronta es automática, inevitable y prácticamente irreversible... El aprendizaje requiere considerable esfuerzo y lo aprendido se puede olvidar.”**



Samuel P. Huntington (1927-2008)

## Vigencia y actualidad de la Teoría de la Evolución

do de choques entre fronteras culturales más que nacionales es, pues, consecuencia de la especial fijación de los seres humanos al entorno de los primeros años de su vida, que prácticamente determina la civilización a la que pertenecerán.

No es fácil saber, en ausencia de un Darwin de las civilizaciones, por qué hay seis u ocho según Huntington (occidental, islámica, china y japonesa, hindú, africana y quizá otras) y no cuarenta, por ejemplo. Pero dada la íntima vinculación de la inmensa mayoría de los seres humanos a su propia cultura, la tesis de Huntington –que no parece haber apreciado las raíces biológicas del problema que señala– parece más que razonable. El carácter casi irreversible de toda fijación, en este caso al entorno cultural, es la razón por la que los conflictos entre distintas culturas –o incluso dentro de un mismo credo religioso, como entre sunitas y chiitas– tienen difícil solución, que no cabe buscar en cándidos volunta-

“ **Los bienintencionados intentos de lograr una paz global pueden tener consecuencias muy contraproducentes si se basan en una comprensión básicamente ilusoria de los seres humanos.** ”

riosos o en una tan ingenua como vacía ‘alianza de civilizaciones’, sino en una educación liberal que eleve a los seres humanos por encima de su –literalmente– primitivismo congénito. Se trata de compensar la inevitable *fijación* a uno de los grandes bloques culturales con el *aprendizaje* que produce la educación liberal, para suavizar así la rigidez de ese troquelado. Desgraciadamente, la impronta es automática, inevitable y prácticamente irreversible: por eso chinos, hindúes o europeos lo son –y al cabo de pocos años– para el resto de sus vidas. El aprendizaje, por el contrario, requiere considerable esfuerzo.

Por supuesto, las ideas de Huntington han recibido críticas, sobre todo de sectores políticamente correctos y aficionados al *wishful thinking*; demasiadas, cabría decir, como para no haber acertado en lo esencial. Sin embargo, sólo el bengalí Amartya Sen (1933- ), premio Nobel de economía (1998) y antiguo Master del Trinity College de Cambridge, ha ido al fondo de la cuestión: cómo evitar lo que, para Huntington, es difícil impedir que suceda. En su libro *Identity and violence: the illusion of destiny* (2006), Sen señala que la adscripción a una única identidad cultural es un ingrediente fundamental de la confrontación sectaria, en lo que concuerda con Huntington. Pero, precisamente por ello, la insistencia en la ‘amistad entre civilizaciones’ como medio para lograr buenas relaciones entre los miembros de diferentes culturas es errónea porque refuerza, precisamente, el carácter unidimensional de esa afiliación. De esa forma dificulta el diseño de políticas de coexistencia en lugar de facilitarlas. Por ello conviene recordar que, al margen de su vinculación a una cultura, los seres humanos tienen múltiples identidades: nacionalidad, residencia,

7. Es oportuno recordar aquí la fábula de la rana y el escorpión. Éste quiere persuadir a la rana para que le transporte sobre su espalda al otro lado de una charca; para ello le asegura que no le picará pues, si lo hiciera, el escorpión también moriría ahogándose. A mitad de camino, no obstante, el escorpión pica a la rana que, asombrada, le pregunta antes de hundirse con él: “¿por qué lo has hecho? Ahora moriremos los dos”. A lo que el escorpión responde, como única y evidente explicación de su comportamiento: “es que así es mi naturaleza”.
8. En España, la transferencia de la educación a las autonomías y su consiguiente utilización para construir identidades nacionales o autonómicas, más o menos reales o imaginadas, ha producido considerables recelos entre ellas, antes inexistentes. Por otra parte, algunas políticas lingüísticas de las autonomías presentan aspectos que, por conculcar libertades *básicas e individuales*, recuerdan a las del franquismo, pese a las obvias diferencias que separan la democracia de una dictadura. La actual situación, consecuencia de fomentar durante muchos años en muchas escuelas autonómicas una excesiva –en tanto que excluyente y no liberal– impronta nacionalista, era perfectamente previsible: los niños y jóvenes, convenientemente ‘troquelados’ (‘normalizados’), hace ya tiempo que se convirtieron en adultos. Y esa impronta será ya irreversible para muchos si no amplían horizontes pues, casi por definición, el objetivo de la escuela nacionalista es estrecharlos.
9. Aunque es inevitable la fijación a *alguna* cultura, la pertenencia a una *determinada* es azarosa en altísimo grado –depende de dónde transcurren los primeros años de la vida– lo que debería bastar para dudar racionalmente de su importancia. Esto no implica, por supuesto, un completo relativismo cultural: las culturas de los pueblos primitivos no son equivalentes a la de la Grecia de Pericles. Pero el hecho de que un único mecanismo biológico –la impronta– pueda producir resultados muy distintos debería ser la base *racional* del *respeto* a todas las culturas.



Vista general de Nueva York, EEUU.

\*Foto por Grufnic (www.flickr.com)

sexo, grupo social, ideas políticas, profesión, aficiones y otras. No es éste el lugar para discutir qué 'troquelamiento' es más importante, aunque la pertenencia a una civilización es el más susceptible de generar un gran conflicto. Pero lo que sí resulta evidente es el camino a seguir para evitar ese choque de civilizaciones: no hay que hacer énfasis –por bienintencionado que sea– en esa adscripción monodimensional a una civilización, puesto que la acentúa, sino en las muchas y variadas identidades que poseen los seres humanos para diluir así el riesgo de conflicto. Pues, como dice el propio Sen, "la estrechez que supone todo pensamiento centrado en las civilizaciones puede ser tan traicionera para programas de 'diálogo entre civilizaciones' (algo que parece estar muy en boga en estos tiempos), como lo es para teorías de 'choque de civilizaciones'... Los bienintencionados intentos de lograr una paz global pueden tener consecuencias muy contraproducentes si se basan en una comprensión básicamente ilusoria de los seres humanos". De otra forma: cuando se ignora la componente biológica de nuestra naturaleza. Más Darwin, pues, y menos Rousseau: el infierno está empedrado de buenas intenciones y optimismos sin fundamento<sup>7</sup>.

Así pues, los mecanismos de fijación producen vinculaciones culturales en la primera parte de la vida que son difíciles de revertir una vez pro-

**“ Ya no es posible ignorar las limitaciones de los recursos existentes, el desastroso impacto de la actividad del hombre sobre el planeta ni, incluso, la finitud de la propia Tierra. ”**

ducidas. Esto es algo natural, y en sí no constituye un problema. Lo que es preciso reconocer es que, dado su origen biológico, esas improntas son el resultado de lo más primitivo –por tanto, más irracional– de nuestro ser. Este hecho debe prevenirnos contra los peligros de aceptar esas vinculaciones –sean culturales o de otro tipo– como universales, simplemente por ser las nuestras, lo que inevitablemente nos condenaría a chocar con otros grupos con improntas no menos universales. La adscripción a nacionalismos excluyentes o la pertenencia a grupos violentos de equipos de fútbol, por poner dos ejemplos, sólo son, en realidad, muestras de primitivismo biológico e irracionalidad: la inevitable fijación no ha sido compensada por el oportuno (y liberal) aprendizaje<sup>8</sup>. Las improntas pueden ser diferentes, pero el mecanismo que las produce –la fijación biológica a un determinado entorno– refleja la base irracional de todas ellas<sup>9</sup>. De ahí la im-

portancia de la educación abierta, del imprescindible aprendizaje que ensancha nuestros horizontes y nos permite apreciar otras identidades o puntos de vista e, incluso, cambiar el nuestro: el primitivismo biológico de nuestra naturaleza no es tolerante, pero la educación liberal puede enseñarnos a serlo. La razón crítica es la única alternativa a toda posible violencia. El problema esencial de las sociedades modernas es el enorme desfase existente entre la

evolución genética, de lentísimo transcurrir y cuyos mecanismos no han cambiado, y la evolución cultural, cuyo desarrollo es increíblemente veloz; estrictamente hablando, nuestra evolución casi ha dejado de ser darwiniana para ser fundamentalmente cultural. Más aún: nuestra especie ha dejado de adaptarse al medio para ajustar éste a sus necesidades, y los avances de la medicina y de la técnica han producido ya un veloz y enorme crecimiento de la población. Pese a ello, nuestra naturaleza biológica es la misma que la de nuestros antepasados de hace muchos miles de años, cuyos instintos, entonces más adaptados a sus necesidades y a su entorno, continúan siendo los nuestros hoy, pese a que ya no son tan adecuados para las complejas sociedades actuales. "El hombre lleva todavía en su estructura corporal el sello indeleble de su bajo origen", escribió Darwin en *The Expression of Emotions in Man and Animals* (1872). Y, como dijo Lorenz, "nosotros somos el eslabón perdido, tanto tiempo buscado, entre el animal y el hombre auténticamente humano". Pero ese ser verdaderamente humano, para quien finalmente dejaría de ser cierto que *le coeur a ses raisons que la raison ne connaît pas*, no llegará –si llega– como resultado de la evolución biológica de los actuales hombres y mujeres, sino por medio del aprendizaje y la educación liberal.

La especie humana se enfrenta hoy a un reto gigantesco al que habrá de dar solución en una o dos generaciones: la población sobre la Tierra ronda ya los 6800 millones

de personas (era menos de la cuarta parte en 1900). Estamos tan acostumbrados, sobre todo en Occidente, a contemplar la historia desde el fin de la segunda guerra mundial como un 'progreso' constante, que no advertimos que una 'sexta extinción' de especies –que seguiría a las cinco grandes extinciones de la historia de la vida– se cierne sobre el planeta. Las necesidades de una población tan desmesurada –que alcanzará los 9000 millones en sólo treinta años– son tales que ya no es posible ignorar las limitaciones de los recursos existentes, el desastroso impacto de la actividad del hombre sobre el planeta ni, incluso, la finitud de la propia Tierra. Si no se produce un cambio en el modelo de desarrollo, las sociedades humanas tal como las conocemos hoy podrían, literalmente, 'morir de éxito', arrastrando en su caída a un elevado porcentaje de otras especies y ecosistemas. En la tercera gran extinción (al final del Pérmico, hace 250 Ma), se estima que desapareció el 95% de las especies. La sexta, de origen humano, no sería tan devastadora para la vida, pero sí terrible para nuestra especie ¿Serán capaces los gobiernos de plantear las reformas neces-



Los líderes políticos del G20

## Vigencia y actualidad de la Teoría de la Evolución

rias y de convencer a sus ciudadanos para que las acepten? Conocer y plantear un problema no implica, desgraciadamente, que tenga solución cómoda o aceptable, y los gobernantes suelen pensar en las próximas elecciones, no en las futuras generaciones. Y saben instintivamente (quizá por eso se llama *animales* políticos a quienes llegan con facilidad al electorado) que

es más rentable apelar al corazón (al 'cerebro de los reptiles') que a la cabeza (al neocórtex).

Nuestros instintos ancestrales no nos han preparado para la actual encrucijada; sólo la educación podría indicar el camino. Pero ésta no es fácil y, dado el natural y biológico egoísmo de los seres humanos –tan grande, al menos, como

su capacidad de cooperación- no es obvio que encontremos la salida a tiempo.

*Conócete a ti mismo*, ordenaba a los mortales la inscripción del templo de Apolo en Delfos. *La única forma de superar la tiranía de nuestra naturaleza es reconocerla*: todo ser humano que se precie debería ser consciente de sus propias limitaciones. Por ello, hoy no puede haber ninguna visión global de las sociedades modernas, ni cabe *Weltanschauung* alguna que sirva de punto de partida para tratar de resolver algunos de sus problemas, al margen de lo que nos enseña la teoría de la evolución. Pues, parafraseando a Dobzhanski y extendiendo su afirmación a las personas -si es que él no las incluía ya- *no puede entenderse el mundo de los seres vivos, hombres y mujeres incluidos, al margen de la evolución*. Evolución que, por tanto, es aún más relevante hoy que cuando Darwin la estableció hace ya ciento cincuenta años.

José Adolfo de Azcárraga

Dpto. de Física Teórica e IFIC (CSIC-UVEG)

Facultad de Física

Universidad de Valencia

<http://www.uv.es/~azcarrag>

[j.a.de.azcarraga@uv.es](mailto:j.a.de.azcarraga@uv.es)

*Canal del Beagle, denominación que procede del barco con el mismo nombre que arribó al lugar en 1830 (el mismo navío en el que Darwin realizó su famosa expedición de 1831 a 1836).*

\*Foto por Steven Pinker.

“  
La única forma de superar la  
tiranía de nuestra naturaleza  
es reconocerla.”

## ¿QUÉ HACER?

*Ojalá no ocurra nunca, pero si sucede, nuestra Universidad ya se prepara para poder afrontar este riesgo...*

**D**esde la Unidad de prevención de Riesgos Laborales y para dar respuesta al R.D. 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección, se está procediendo a la elaboración de los Planes de Autoprotección de 9 edificios pertenecientes a la Universidad de Zaragoza. Para llevarlo a cabo, la Universidad de Zaragoza ha contratado a Ingeniería y Conservación Contraincendios, S.L, en adelante ICC, empresa líder en el sector y con alta experiencia en este área.

**¡ARRDDE LA FACULTAD!**  
POR ANA ÁLVAREZ



## ¡Arde la Facultad!

Pero se preguntarán ¿Qué es un Plan de Auto-protección?. ¿Para qué sirve?. ¿Incendios?. Si aquí nunca pasa nada...

El objeto del Plan de Autoprotección es prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes y dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia por incendio en el edificio.



El contrato ha tenido una duración de 5 meses en el que se ha llevado a cabo la ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE AUTOPROTECCIÓN DE LOS SIGUIENTES EDIFICIOS:

- Facultad de Ciencias (Edificios A y D)
- CMU Pedro Cerbuna
- Edificio Central de Veterinaria
- Edificio Aulario de Veterinaria
- Hospital Clínico de Veterinaria
- Laboratorio de Encefalopatías
- Centro de Estudios Universitarios (Teruel)
- Escuela Politécnica (Huesca)

Es un trabajo arduo pero, como ya hemos mencionado en contadas ocasiones, si la actividad preventiva nace desde los mandos es obvio que todos los trabajadores van a participar en ella.

¿En qué consistió el proyecto? Fundamentalmente, se realizó en tres etapas bien diferenciadas:

### 1.- Estudio de las instalaciones.

- Trabajo de campo. Consistente en una "visita" al edificio de todas las instalaciones y dependencias del mismo, toma de datos de todos los elementos en cuanto a medios técnicos con los que cuenta, instalaciones, recorridos de evacuación...
- Trabajo de Gabinete. En este apartado se transcribió todo el estudio realizado in situ, elaboración de documentos, planos, estudio de las necesidades de personal para la colaboración en la emergencia, establecimiento de protocolos de actuación...

**2.- Implantación.** Dotar al edificio de una organización adecuada para garantizar el funcionamiento de los medios de protección y evacuación para actuar, en caso necesario, con rapidez y eficacia en el control de las emergencias.

Tener prevista la intervención de medios y recursos existentes en caso de emergencia es objetivo fundamental, con lo que después de vistas las necesidades se han creado las siguientes figuras para llevar a cabo este cometido: un Director del Plan de Actuación de Emergencia, un Jefe de Intervención, un Equipo de Intervención y un Equipo de Evacuación.

En esta fase se ha dado a conocer el plan de autoprotección a todo el personal de los diferentes edificios. Con posterioridad a esta fase, se ha formado a los componentes de los equipos de intervención así como de evacuación, donde han aprendido cómo manejar una situación de riesgo inicial, saber qué es lo que tengo que hacer en una emergencia y mejor aún, qué es lo

“

**Todo esto terminará, como colofón, con un simulacro de evacuación que es, en realidad, la mejor forma de estar preparados para la emergencia.**

”

que no debo hacer, así cómo y a quién avisar en caso de emergencia.

Primero se ha formado a los equipos dotándoles de una formación teórica consistente en charlas divulgativas y formación teórica a los equipos, para saber en todo momento cómo y cuándo deben actuar.

La fase inicial de la formación ha sido teórica, pero no hay nada como saber cómo manejar un extintor o una BIE para poder dar una rápida respuesta a la emergencia por un incendio. Por ello I.C.C. propuso, como una mejora a la Universidad y sin coste adicional para la misma, realizar PRÁCTICAS DE EXTINCIÓN DE INCEN-

DIOS. Para ello se llevó, a las propias instalaciones, un TRAILER acondicionado para estas tareas.

**3.- Prácticas de Incendio.** Realizadas en el espacio abierto de la Facultad de Ciencias el pasado 30 de septiembre.

Los asistentes, profesores, decanos, conserjes, mantenimiento, además de pasar una jornada agradable, pues el tiempo acompañó, aprendieron a manejar los diferentes tipos de extintores de polvo y de CO<sub>2</sub>, las BIE de 25 y 45 mm, ... Aprendieron a "manejarse" en lugares con baja o nula visibilidad, entraron a una sala inunda-



## ¡Arde la Facultad!

da de humo y comprendieron la importancia del lenguaje para moverse por la misma con diferentes referencias, asimilaron la importancia de saber comunicarse con el lenguaje cuando la vista no ayuda...

Todo esto terminará, como colofón, con un simulacro de evacuación que es, en realidad, la mejor forma de estar preparados para la emergencia, pues cuanto más entrenados estemos en estas situaciones mejor evacuación se llevará a cabo en caso de emergencia.

Simulacros que, además de servir de entrenamiento a los miembros de los equipos de emergencia, permiten la adaptación de las demás personas (alumnos, visitas...) a este tipo de ejercicios de manera que, poco a poco, se vaya perfeccionando constantemente las consignas de seguridad contenidas en el Plan.

Para comprobar la fiabilidad de los planes de Autoprotección, es necesaria la realización de simulacros periódicos que, además de servir de entrenamiento a los miembros de los equipos de emergencia, permiten la adaptación de las demás personas a situaciones de emergencia.

Para cada edificio se ha determinado una zona de reunión exterior de evacuados que está correctamente señalizada e identificada como "PUNTO DE REUNIÓN". Este será el lugar donde se deberá permanecer para realizar el recuento de personas y verificar posibles ausencias.

Se han elaborado planos "Usted está aquí" donde se reflejan los diferentes recorridos de evacuación a seguir desde el punto donde se encuentra cada plano. Éstos están dispuestos por las zonas de pasillo de cada facultad o edificio. Como documento vivo que es el Plan de auto-

protección, si realizamos cualquier modificación, bien a nivel de medios de protección contra incendios como de mecanismos de activación del Plan, avisos..., deberá ser transmitida a los ocupantes de la Facultad, para que la operatividad del Plan sea efectiva y además este documento no debe caer en saco roto sino que debe estar sometido a modificación siempre que sea en beneficio de los integrantes del edificio en cuestión.

Sirva esta empresa de ejemplo para aquellas que todavía no se han iniciado en este aspecto de la actividad preventiva. Y mi más sincera enhorabuena a los que habéis hecho posible esta actuación porque, como dicen en medicina y también para los incendios, "MÁS VALE PREVENIR QUE CURAR".

Ana Álvarez Esteban

Jefe Dpto. Prevención y Autoprotección

ICC, S.L.

[aalvarez@iccmadrid.com](mailto:aalvarez@iccmadrid.com)

***Miembros de la Universidad de Zaragoza participantes en las prácticas de fuego real.***





**L**a nueva Ley de la Ciencia y la Tecnología recoge en su exposición de motivos un breve, pero bastante certero, análisis de la situación de la Ciencia y Tecnología en España. Entre los puntos que se señalan destacan:

- El reconocimiento explícito del desfase existente en España entre capacidad de generación tecnológica y el peso económico de nuestro país en el conjunto mundial. Mientras que en el caso de la *producción científica* este desfase es pequeño, en lo que respecta a la producción tecnológica el diferencial es excesivo e injustificado.
- Este *gap* entre capacidad de generación de tecnología e importancia económica supone una tremenda rémora para la competitividad general de nuestra economía, lo que se traduce en profundos y bruscos reajustes en situaciones de crisis económica como la actual.
- Como causas de este desfase se señalan la menor actividad investigadora en las áreas más cercanas al sector productivo, comparadas con las relativas a la investigación básica, y a una falta de un buen sistema de transferencia de los resultados de la investigación hacia los sectores productivos capaces de transformar este nuevo conocimiento en aplicaciones tecnológicas.
- Se señala claramente el riesgo de que el aumento de la investigación llamémosla aplicada no puede hacerse en detrimento de la calidad y la cantidad de investigación básica, ya que no sería sostenible y no solventaría el problema.

# LA NUEVA LEY DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

POR ANA ISABEL ELDUQUE

- Indica claramente que la investigación debe hacerse siempre teniendo en cuenta su carácter global, es decir, a escala planetaria, haciéndose hincapié en que es preciso fomentar el espíritu colaborador.
- También se hace una mención expresa a la necesidad de que no es posible alcanzar los niveles de generación científico-técnica en una sociedad donde la cultura científica no sea un valor importante tenido en cuenta. La generación de conocimiento de cualquier clase sólo es posible dentro de sociedades que aspiran a aumentar su stock de conocimiento.
- También se pretende ampliar el concepto de investigación a la generación de conocimiento, transmisión y divulgación del mismo, de cuestiones de muy amplio espectro, sin ceñirse en exclusiva a los capítulos tradicionales que el común de la población entiende por ciencia y tecnología. A lo largo de la Ley se hace mención expresa a las actividades cuyo fin son la cooperación y el desarrollo de los países menos industrializados, como campos de investigación de pleno derecho.

### **SOBRE LA GOBERNANZA DEL SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

El desarrollo de la Ley, sencillo pero amplio, define de forma bastante ordenada todo el conjunto de objetivos, partícipes, competencias estatales, desarrollo de los recursos humanos, organismos de financiación, etc. necesarios para establecer lo que se denomina la *Estrategia Española de Ciencia y Tecnología* (art. 5), como el instrumento general de definición de la política general sobre el tema.

Si bien podemos pensar que es necesario tener un marco general, se precisa una mayor definición que la expresada en la Ley sobre qué es y qué debe ser la Ciencia y Tecnología en España. Como toda Ley deja muchas posibilidades a su desarrollo ulterior, por lo que sí se echa de menos una definición más concreta, y lo más cuantificada posible, de los objetivos buscados.

Una valoración, por ejemplo en términos de porcentaje de PIB, de cuál debe ser la aportación de la investigación a la economía nacional, permitiría, al menos, valorar mejor las intenciones gubernamentales y ayudaría a crear programas plurianuales de mayor consistencia.

También se define el órgano de ejecución máximo, denominado *Consejo de Política Científica y Tecnológica* (art. 6), tanto para las propuestas, como para la coordinación y seguimiento de la *Estrategia*. Análogamente al caso anterior, hay poca definición en la Ley sobre cómo se formará, su mayor o menor carácter político o técnico, los tipos de cargos y responsabilidades de sus miembros, etc. Un aspecto importante, ya que es una de las tareas encomendadas expresamente al Consejo, es la definición de la participación de las Comunidades Autónomas en su funcionamiento, y que deja sin resolver la actual dispersión de iniciativas autonómicas. Conocer en qué grado participará en el mismo la Administración Central y los gobiernos autónomos es bastante crucial para poder establecer los mecanismos de transferencia y aplicación del conocimiento generados a los sectores productivos, teniendo en cuenta que gran parte de ellos no se circunscriben a una única comunidad autónoma ni tan siquiera al ámbito nacional.

Se indica también la creación del *Sistema de Información sobre Ciencia y Tecnologías Españolas* (art. 7) como sistema general de información. De la definición que se hace en el mencionado artículo no se desprende cuál va a ser el objetivo último del Sistema, ya que de disponer de información global, facilitar seguimientos, análisis y planificación de

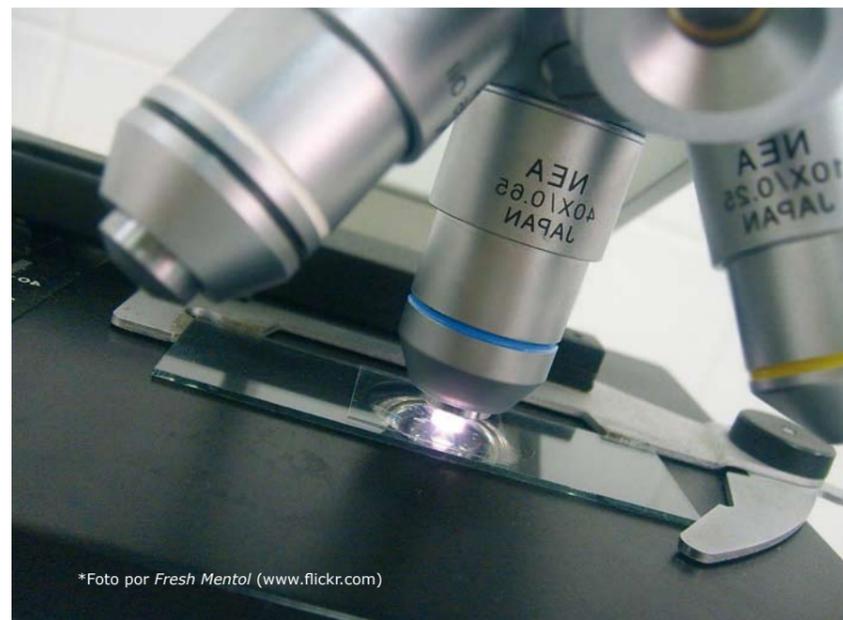
las actividades no puede deducirse fines concretos. En su desarrollo, en lo referido a la transferencia de resultados (Título III, Capítulo II, artículos 26 a 32), no se menciona el Sistema, con lo que podría parecer que únicamente tiene como objeto la recapitulación de las memorias de actividades de los proyectos y de los investigadores del sistema. Ello parece insuficiente, si verdaderamente se pretende favorecer la transferencia de conocimiento y crear una base cultural científica sólida. Baste señalar en este punto que, en el siguiente apartado (Capítulo III, artículos 33 a 35), se anima a los investigadores a crear *repositorios* propios o compartidos, pero sin dar ninguna directriz concreta de cómo hacerlo para poder poner a disposición de la sociedad en general de, al menos, las líneas concretas de actividad de los distintos agentes. Si el desarrollo normativo no reduce esta indefinición, la variedad de posibles fuentes de información puede ser tal que el acceso a los agentes y sus actividades se vean claramente entorpecidos.

También aparece un apartado expreso para la creación del *Comité Español de Ética en la Investigación* (art. 8). A dicho comité se le encargan las labores consultivas requeridas por el Consejo en los asuntos de índole ética que susciten mayor controversia. El actual *Comité de Bioética de España* queda integrado en él. Al igual que en el caso del Consejo existe cierta indefinición en la labor de este *Comité*, especialmente teniendo en cuenta que su carácter es consultivo. Pero aquí sí es del todo comprensible que no

La nueva Ley pretende ser una herramienta que permita adaptar los organismos de investigación a la situación social del siglo XXI. Los aspectos más importantes que pretende facilitar son:

- Ser una herramienta para que se desarrollen las actividades investigadoras en un nuevo entorno complejo. En el caso español, el entorno presenta como característica particular el estar inmerso en un entorno normativo multinivel que, en el caso de la investigación, comienza con las iniciativas de carácter autonómico y finaliza en las de carácter europeo. La integración y cooperación entre las diferentes iniciativas (autonómica, estatal y europea) es crucial para la obtención de resultados.
- Se reconoce la existencia de muchos partícipes en las tareas investigadoras. Los *agentes*, como son denominados, tienen muy variada naturaleza y fines, por lo que esta Ley pretende ser marco suficiente para dar cabida a todos ellos.

“ La nueva Ley pretende ser una herramienta que permita adaptar los organismos de investigación a la situación social del siglo XXI. ”



\*Foto por Fresh Mentol (www.flickr.com)

puede realizarse una mayor aproximación, dado que es muy difícil establecer los criterios definitorios sobre ética en la investigación, exceptuando unos pocos principios muy fundamentales que no suelen ser los más conflictivos. Hoy en día somos testigos de que determinadas líneas de investigación son consideradas moralmente lícitas o no en función, demasiadas veces, de la ideología de los opinantes. A nivel mundial no se ha llegado todavía a una definición amplia que solvete la mayoría de las dudas, por lo que difícilmente podríamos esperar que estuviera contenida en este borrador.

### RECURSOS HUMANOS DEDICADOS A LA INVESTIGACIÓN

La Ley es mucho más extensa en lo referente al personal investigador (Título II, art 9 a 19). Se percibe claramente una intención del legislador por definir una carrera profesional investigadora, definiendo los hitos que deben ser alcanzados por el profesional de la investigación. También

se unifican las figuras que ahora existen y que se derivan de diferentes

“  
**La conciliación de la vida familiar y laboral tampoco está en las mejores condiciones si los jóvenes investigadores no tienen un mínimo control de su *tempo* profesional.**  
”

organismos de investigación actuales (Disposición adicional novena). Es decir, se eliminan las diferencias que pudieran existir en función de la adscripción a uno u otro organismo (CSIC, INIA, INTA, etc...). Este intento de unificación y de definición de la carrera profesional es loable a todas luces. El desconocimiento de las propias posibilidades para desarrollar una carrera profesional es claramente desmotivador en lo personal y desincentiva la actividad profesional. Hoy en día, los jóvenes investigadores que inician su tesis doctoral no tienen una perspectiva clara de cómo puede ser su propio futuro, caso de que exista. Muchas veces se toman las decisiones sobre continuar su trabajo investigador puro, o acercarse al mundo docente universitario, en función de las posibilidades laborales, aunque ello suponga tener que renunciar a aquello para lo que uno se considera más atraído o motivado. También se pretende en la Ley fijar un entorno *temporal*, es decir, conocer en mayor medida cuándo se van a poder alcanzar los hitos del desarrollo profesional. También este aspecto es muy positivo ya que, al igual que la indefinición en el cargo a desempeñar, la inexistencia de un mínimo horizonte temporal hace que las decisiones de carácter personal y profesional se solapen e interfieran. Hay decisiones personales (creación de un nuevo núcleo familiar estable, descendencia, adquisición de bienes inmuebles de elevado coste, etc.) que tienen una trascendencia enorme y que no pueden dejarse al albur de la aparición o no de una plaza más o menos estable. Parece que ahora estamos superando en España el problema de una natalidad excesivamente baja durante muchos años debida, entre otras cuestiones, a una falta de seguridad en las posibilidades personales durante los años 80 y primeros 90. La conciliación de la vida familiar y laboral tampoco está en las mejores condiciones si los jóvenes investigadores no tienen un mínimo control de su *tempo* profesional.

Las figuras que se definen para el desarrollo profesional son complejas y no es intención tratarlas aquí en profundidad. Aunque sí es posible hacer algunos comentarios sobre las mismas, aquellos que parecen más singulares:

- Las figuras pre y posdoctorales son bastante asimilables a las actuales en términos de desarrollo temporal. En cambio parece derivarse una intención de la eliminación de la beca como marco laboral, estableciéndose el Contrato Laboral en Prácticas (art. 14) recogido en el Estatuto de los Trabajadores. Ello implicaría que desde el primer momento se recoge la integración del investigador (desde su etapa predoctoral) en el mundo laboral, y no administrativo. Parece coherente que si para la gran mayoría de los profesionales el Contrato Laboral en Prácticas sea una figura jurídica, también lo sea para los jóvenes investigadores. Aunque la naturaleza del trabajo sea diferente, hoy en día una de las pocas cuestiones que está casi fuera de discusión sobre una posible reforma laboral es que, la existencia de una gran complejidad de formas de contratación, no favorece ni la creación de empleo ni la protección de los empleados. Por ello, estimamos conveniente la asimilación del marco jurídico laboral entre investigadores y otros profesionales. También hay que tener en cuenta que la nueva Ley de Ciencia y Tecnología reconoce la existencia de múltiples agentes de ejecución, por lo que la figura en la que los investigadores se enmarcan debe ser válida para todos ellos. Contrataciones realizadas exclusivamente para un entorno de la Ad-



\*Foto por Harraz (www.flickr.com)

ministración parecerían indicar que es ésta exclusivamente el *agente investigador de ejecución*.

- La consolidación de la carrera profesional se hace por medio de la figura de la *contratación indefinida*. Este punto, que resultará conflictivo, es novedoso en el sentido de que rompe la clásica integración del investigador profesional dentro del cuerpo de funcionarios del Estado. Uno de los conflictos que va a generar este nuevo aspecto va a ser la convivencia durante un largo periodo de tiempo de personal laboral y personal funcionario ya que, a pesar de la supresión de las viejas escalas (Disposición adicional novena), se crean unas nuevas (Disposición adicional décima) manteniéndose las retribuciones (Disposición adicional undécima). Esta convivencia tendrá momentos de crisis, ya que los derechos y obligaciones de ambos cuerpos serán ligeramente diferentes, aunque se especifique que la remuneración será equivalente. A ello hay que añadir que los investigadores actuales son acreditados a diferentes cuerpos docentes universitarios, no indicándose nada de ello para los nuevos contratados indefinidos creados a raíz de la nueva Ley.

- Se hace un esfuerzo por aumentar la movilidad del personal, entendiendo por tal la capacidad de los investigadores de poder desarrollar sus trabajos en uno o varios *agentes de ejecución*, sin que ello suponga ningún detrimento en sus derechos. Este tipo de movilidad va a exigir clarificar la naturaleza de los proyectos. Es decir, cuando un investigador realice su trabajo de acuerdo a un proyecto, debe quedar claro hasta qué punto dicho proyecto puede ser "movilizado" con el investigador o está unido al centro al cual se le asignó. No es fácil discernir este concepto de movilidad, por lo que se indica también en la Ley que serán los agentes los que valoren la necesidad (art. 18). Este es otro de los puntos que conceden una amplia autonomía al agente, pero que no debe traducirse en discrecionalidad. Si no hay una movilidad real del proyecto (personal, medios, información,...) este intento puede

quedarse únicamente en una segunda forma de excedencia, aunque esta vez remunerada al completo y sin detrimento de la antigüedad del investigador.

- Finalmente destaca, dentro de los aspectos de la carrera profesional, la posibilidad de contratación de personal especialista al *agente* (art. 19). Esta idea es correcta, ya que permite que exista una transferencia de conocimiento no sólo en un sentido. Surge la duda de qué formas de colaboración serán posibles para especialistas procedentes de sectores productivos del ámbito privado. No es desdeñable que la participación del sector privado se vea recompensada no sólo en lo referido a la explotación económica del conocimiento generado, sino también en alguna forma de reconocimiento y recompensa para aquellos colaboradores que hayan participado en la tarea investigadora,

aun no siendo ellos mismos investigadores profesionales. Este aspecto es muy importante si tenemos en cuenta la intención de la Ley de promover la divulgación científica como un valor importante. Las tareas divulgativas no suelen llevar aparejado un interés económico a corto plazo que favorezca la participación de entidades con ánimo de lucro, por lo que suele ser la iniciativa personal y su entusiasmo el que hace de motor para que directivos y técnicos del sector productivo colaboren en este tipo de actividades. No parece que lo contemplado en este artículo haya sido descrito con este fin, por lo que se echa de menos una mayor definición.

### ELEMENTOS PARA EL IMPULSO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA, LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO Y LA DIFUSIÓN

El siguiente apartado (Título III, artículos 20 al 35) se centra en la transferencia de conocimiento a los sectores productivos, tal y como se había expresado en el preámbulo, al identificarse como una de las causas raíz de la falta de investigación y desarrollos tecnológicos en nuestro país.

Los primeros 5 artículos se centran en las modalidades y tipos de los incentivos y sus características (art. 20 y 21), pasando a continuación a definir hasta dónde se puede llegar con la colaboración entre *agentes*. Nuevamente, y en consonancia con lo anterior, los convenios pueden ser de muy variada temática, entre centros de diferente naturaleza (incluyendo fundaciones nacionales y extranjeras) y pudiendo crear estructuras propias. Parece interesante esta flexibilización a la hora de poder adaptar estructuras orgánicas a la naturaleza real del proyecto, incluyendo la generación de una "administración" propia ad hoc que pudiera hacer

el trabajo más eficiente. Como siempre, dependerá del desarrollo real que hagan de esta posibilidad los *agentes* y los propios investigadores, para evitar que esto se convierta en una forma de lograr objetivos, normalmente económicos, en forma de concesión de proyectos de elevado coste. Las agrupaciones recogidas en el siguiente artículo 23 implican un paso adelante en esta misma línea, pero con un riesgo igual, o incluso superior, que lo comentado antes. Evidentemente la agrupaciones tendrán su razón de ser cuando la envergadura del proyecto investigador exceda la capacidad de un solo centro por lo que, obligatoriamente, las necesidades

“ Surge la duda de qué formas de colaboración serán posibles para especialistas procedentes de sectores productivos del ámbito privado. ”

financieras del proyecto serán siempre elevadas (y casi con toda certeza plurianuales). Por ello un mal uso de este tipo de proyectos supone un mayor deterioro.

La segunda parte del Título correspondiente a la transferencia de resultados (Título III, Capítulo II, artículos 26 al 35) se centra fundamentalmente en la protección y explotación de los resultados de la investigación. Se incide en la necesidad de participación de los investigadores, se abre la posibilidad de crear sociedades mixtas para la explotación con la participación



de los propios investigadores, se posibilitan contratos de licencia, se identifica al generador del conocimiento como propietario intelectual, se circunscribe la explotación al Derecho Privado (legislación civil y mercantil), etc... Es decir, la Ley intenta ser bastante exhaustiva en este punto. Pero la actual falta de generación de conocimiento, susceptible de ser económicamente explotado, hace que estemos todavía demasiado lejos del modelo pretendido como para poder saber su utilidad o su inadecuación. Este punto debe ser evaluado de forma específica durante los primeros años de vigencia de la Ley, para determinar si estas medidas están favoreciendo o no el aumento absoluto (no relativo) de la investigación tecnológica, que es la que más necesidad tiene de explotación económica para ser real. Y aquí sí debe recurrirse al sector productivo, es decir, el pretendido usuario final para conocer si la transferencia es ágil, sencilla y poco costosa. Si hay de verdad interacción entre necesidades y generación de conocimiento. Qué tipo de respuesta puede dar el Sistema Español de Ciencia y Tecnología. Una evaluación, por ejemplo, del número de patentes generadas puede ser engañosa si éstas no se traducen en un aumento del valor añadido bruto de la producción de los bienes referidos. No se trata, en investigación tecnológica, de objetivos únicamente cuantitativos, sino que las cuestiones económicas deben ser tenidas muy en cuenta. Como ya se indicó al principio, la Ley adolece

de una indefinición de su pretensión económica (por ejemplo en términos de PIB) y, en este caso, es donde se muestra más necesario. En este sentido podemos poner como ejemplo el escaso desarrollo, salvo contadas excepciones, que ha tenido la creación de empresas *spin off* como modelo de transferencia de ideas y de resultados desde las universidades al sector productivo.

En varias comunidades autónomas se están creando los llamados clusters, cuya finalidad es generar los recursos necesarios para que una determinada actividad económica goce de ventajas de desarrollo en ese área frente a otras. Esta idea, que no es novedosa, requiere para su éxito que se comience desde los niveles educativos, fomentando la formación y la investigación en la actividad en cuestión desde los niveles más bajos posibles. Dentro del desarrollo del cluster, si existen líneas de investigación interesantes, la transferencia será casi automática sin necesidad de grandes incentivos económicos extraordinarios por parte de las autoridades. Se trata más de un proceso de coordinación a largo plazo que de un conjunto de medidas puntuales concretas en un momento dado.

Otro aspecto muy importante que favorece la transferencia, y que es en parte recogido por la Ley, es el fomento de la cultura científica y tecnológica en la sociedad. La consolidación de la idea de que los centros de investigación existen en la sociedad para, precisamente, la genera-

ción de nuevo conocimiento hará que esas personas, cuando se incorporen como nuevos profesionales al mundo laboral, conozcan, tengan en cuenta y recurran a los centros de investigación como lugares para la obtención de ese nuevo conocimiento requerido. Una de las mejores formas de divulgar la existencia de los *agentes de ejecución* es demostrar su utilidad, pero para ello deben ser conocidos, y reconocidos, por la sociedad. Esta labor debe empezar de forma imperativa durante la educación secundaria. Es común ver en series televisivas y películas el típico centro de secundaria norteamericano (los *high schools*) celebrando sus "concursos de ciencias", donde participan los estudiantes con sus propios proyectos. Esta es una vía más que correcta para fomentar la inventiva entre los alumnos. En nuestra ciudad existe más de un concurso de esta naturaleza pero soportado, casi en exclusiva, por las personas promotoras del mismo y, desgraciadamente, con una escasa repercusión social. Otros eventos nacionales, como las reuniones masivas de internautas, se están convirtiendo en centros de captación de ideas (y por lo tanto de personas) para las empresas, superando con mucho su inicial intención de divertimento. Fomentar la investigación, a todos los niveles, es la labor a largo plazo que producirá más rendimiento en la generación de ciencia y tecnología en nuestro país.

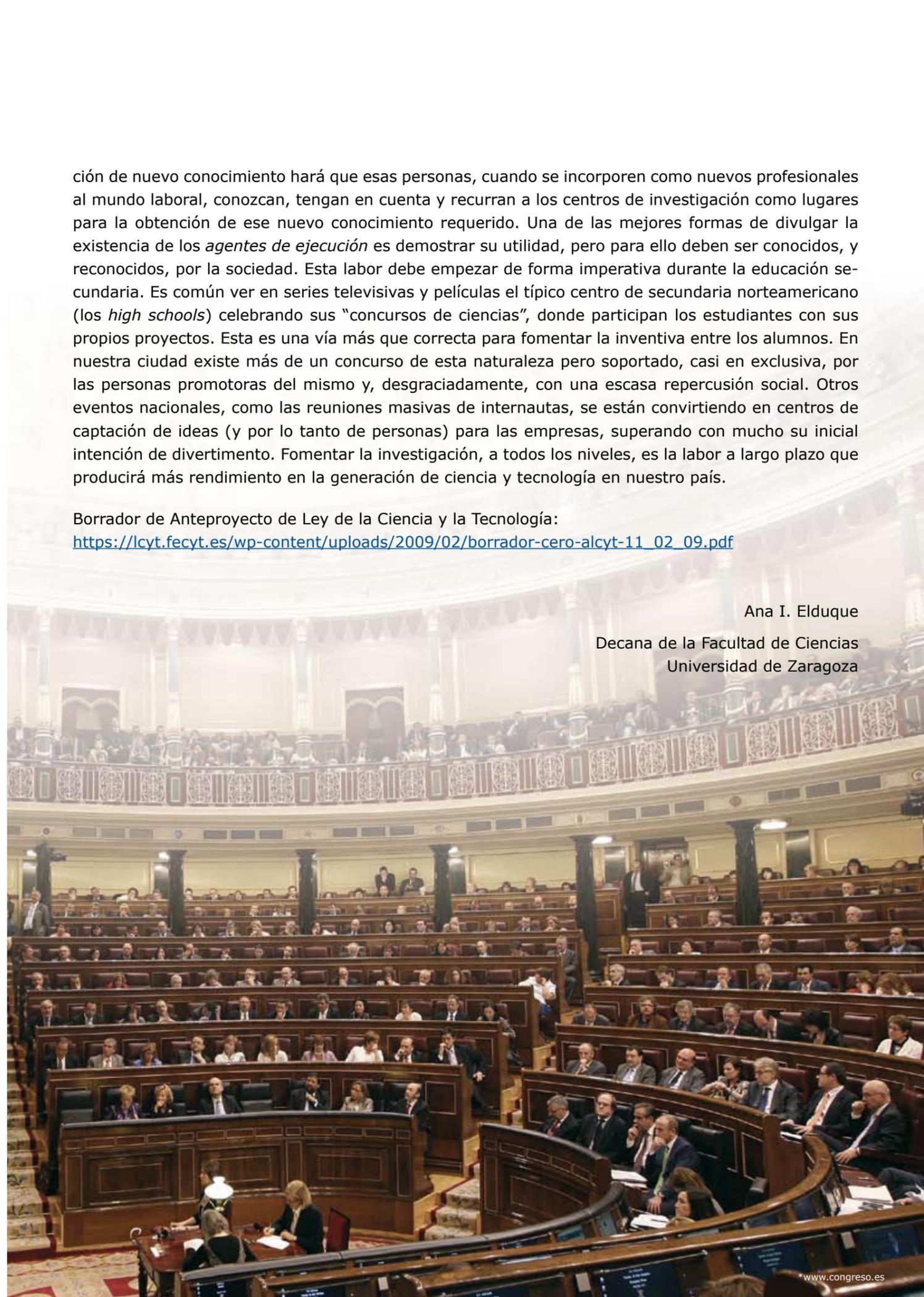
Borrador de Anteproyecto de Ley de la Ciencia y la Tecnología:

[https://lcyt.fecyt.es/wp-content/uploads/2009/02/borrador-cero-alcyt-11\\_02\\_09.pdf](https://lcyt.fecyt.es/wp-content/uploads/2009/02/borrador-cero-alcyt-11_02_09.pdf)

Ana I. Elduque

Decana de la Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza

**“ Fomentar la investigación, a todos los niveles, es la labor a largo plazo que producirá más rendimiento en la generación de ciencia y tecnología en nuestro país. ”**



*Construyendo...*  
*el Espacio Europeo de Educación Superior*

**Grado en Biotecnología**  
**Grado en Física**  
**Grado en Geología**  
**Grado en Matemáticas**  
**Grado en Óptica y Optometría**  
**Grado en Química**

**GRADOS**

**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**

**MÁSTERES**

*¡Matricúlate!*

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

# ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

**E**

n el curso 2009/10 en el que estamos inmersos, la Facultad de Ciencias ofrece por primera vez Grados adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior. Se trata de los Grados en Geología y en Óptica y Optometría. Los nuevos Grados son herederos de sus homónimas licenciatura y diplomatura; los dos tipos de estudio van a convivir durante un tiempo ya que está previsto que la implantación de los Grados se realice curso a curso. Este año se ha dejado de impartir docencia en los primeros cursos de los citados es-

/// **POR ENRIQUE ARTAL**

FACULTAD DE CIENCIAS

tudios a extinguir. El protocolo de extinción prevé que los alumnos con asignaturas pendientes de cursos sin docencia puedan matricularse en ellas durante dos cursos. Además, las Memorias de ambos Grados han elaborado tablas de convalidación para facilitar el paso al Grado de aquellos estudiantes que lo consideren preciso.

El funcionamiento de la implantación de los nuevos Grados va a ser una piedra de toque para saber qué consecuencias va a tener el nuevo espíritu de Bolonia. A pesar de que la asignación de profesorado a las asignaturas de los nuevos Grados ha tardado más de lo que era deseable, los departamentos involucrados en la docencia de los primeros cursos han colaborado con el equipo decanal de la Facultad para poder ajustar las piezas académicas, logísticas y metodológicas del nuevo puzzle. En este mes de septiembre se han nombrado los Coordinadores de ambas titulaciones, el Profesor José Ignacio Canudo Sanagustín (Grado de Geología) y el Profesor José Miguel Álvarez Abenia (Grado de Óptica y Optometría). Es una garantía de éxito el entusiasmo con el que han comenzado a acometer su tarea, que no está exenta de dificultades. A aquellas que provienen de ser los cobayas de la implantación, se unen las causadas por el proceso de transición. Las duplicidades que causa este proceso son numerosas tanto para las necesidades de profesorado como para la ocupación de espacios de trabajo y la organización.

Tampoco hay que olvidar que la implantación de los nuevos Grados no es gratis desde el punto de vista económico. El desarrollo de los dos nuevos Grados supone una carga suplementaria de docencia debida al nuevo modelo educativo: desdoblamientos en grupos pequeños, tutorías grupales, etc. Sin embargo, la holgura con que cuentan algunas áreas de conocimiento (no todas) no debe ser una coartada para no tener prevista la disponibilidad de una plantilla docente equilibrada y de calidad para el escenario

no tan lejano de Grados, Másteres y Doctorados. Las necesidades económicas también se cuantifican en la necesidad de contar con laboratorios bien equipados, sin olvidar las particulares casuísticas de los dos Grados implantados: la importante carga práctica asociada a las salidas de campo en el caso de Geología y la componente sanitaria en el caso de Óptica y Optometría.

¿Qué ocurre con el resto de las licenciaturas de la Facultad? Las comisiones de los Grados en Biotecnología, Física, Matemáticas y Química entregaron las Memorias de Verificación, con el apoyo al proceso por parte de la Junta de Facultad en julio de 2009. Durante el mes de septiembre, se procedió al estudio de las alegaciones. Tras su paso por la Junta de Facultad, por el Consejo de Gobierno de la Universidad y por el Consejo Social, las Memorias (con modificaciones mínimas) han sido enviadas a la ANECA. Hay que agradecer el ingente trabajo realizado por estas Comisiones, integradas por profesos-

**El funcionamiento de la implantación de los nuevos Grados va a ser una piedra de toque para saber qué consecuencias va a tener el nuevo Espíritu de Bolonia.**

res, miembros externos, egresados, estudiantes y PAS. Esperamos recibir en tiempo y forma las alegaciones que realice la ANECA y responder adecuadamente para poder conseguir la verificación de estos Grados. En paralelo, es objetivo del equipo planificar la implantación de estos Grados con anticipación, contando con los Departamentos implicados en la docencia de los primeros cursos de estos Grados, así como de los implicados en los segundos cursos de los ya implantados. Es preciso realizar una planificación académica adecuada ya que la Coordinación debe ser uno de los garantes de la calidad:

### **Coordinación entre las materias de cada Grado:**

- A nivel académico, para garantizar que las distintas materias coordinen sus tiempos en aras a optimizar la adquisición por parte de los estudiantes de las competencias y resultados de aprendizaje que les corresponden.
- A nivel de carga de trabajo en las actividades formativas.
- En las actividades de evaluación.

**Coordinación entre los Grados:** los espacios que van a utilizar son comunes. Además, hay que compartirlos con los títulos a extinguir.

En definitiva, no debemos olvidar el objetivo final de este proceso: mejorar la calidad real de nuestras titulaciones y facilitar la incorporación de nuestros graduados al mercado de trabajo.

Enrique Artal

Vicedecano de Ordenación Académica  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza



*La educación...*

*Un proyecto global desde la Facultad de Ciencias*



*Con nuestros estudiantes:*

- Jornadas de Acogida**
- Cursos Cero**
- Plan Tutor**
- Cursos de Biblioteca**
- Ciclo de Salidas Profesionales**

*Con nuestros titulados:*

- Ciclo de Salidas Profesionales**
- Ciclo de Conferencias**
- Puentes de Comunicación con Antiguos Alumnos**

*Con los estudiantes de Secundaria y Bachillerato:*

- Jornadas de Puertas Abiertas**
- Visita de Profesores a Centros de Secundaria**
- Semana de Inmersión**



Semana de  
**INMERSIÓN EN LA INVESTIGACIÓN**

2 0 0 9

Del 15 al 19 de junio  
Para alumnos de Bachillerato



*Si eres antiguo alumno...  
¡Inscríbete!*

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

Semana de Inmersión en la Investigación 2009

Entre las actividades que organiza la Facultad de Ciencias orientadas hacia Educación Secundaria, cabe destacar la Semana de Inmersión en la Investigación, que este pasado junio cumplió su octava edición. Junto con las Jornadas de Puertas Abiertas (actualmente inmersos en la edición 2009) y las visitas de orientación, esta actividad pretende aproximar la Facultad a los alumnos de bachillerato pero desde una perspectiva radicalmente diferente a las anteriores. Su objetivo es ofrecerles la posibilidad de conocer directamente el trabajo investigador que se lleva a cabo en la Facultad de Ciencias, realizando durante una semana actividades dentro de los departamentos, más o menos próximas a la labor investigadora que en ellos se desarrolla.

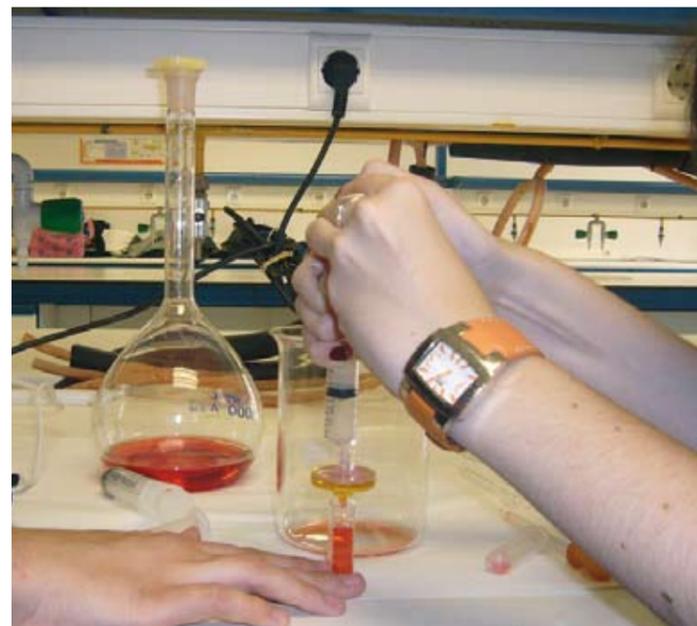
Es una actividad que, tanto por su formato como por la organización de la misma, le confieren unas características que validan su existencia y su prevalencia. La participación nace del interés individual de los alumnos de secundaria, muchos de ellos con expedientes brillantes y unas expectativas e ilusión dignas de mención. Estos alumnos deben pasar por un proceso de selección bastante restrictivo, ya que la demanda es alta y la oferta está limitada a unas 100 plazas, distribuidas en las secciones de Bioquímica, Física/Óptica, Geología, Matemáticas/Estadística y Química. En este proceso de selección se tienen en cuenta criterios como la motivación de los alumnos por los estudios de Ciencias, sus resultados académicos y la prioridad que establecen los centros. Otros elementos de juicio que modulan la selección abarcan aspectos relativos a la distribución por centros y el curso académico de los potenciales alumnos seleccionados.

Aunque, como el resto de actividades orientadas a secundaria, estas se desarrollan gracias al esfuerzo y compromiso de muchos docentes e investigadores de nuestro centro, en la Semana de Inmersión participan todos los departamentos, y el formato es más institucional. El

primer contacto se lleva a cabo mediante una carta de presentación a los departamentos de la Facultad, y estos gestionan y coordinan las diferentes actividades que se llevarán a cabo en sus instalaciones. La elaboración del programa de actividades por parte de los departamentos implicados es siempre muy cuidada, rigurosa y a la vez estimulante y atractiva para los alumnos que van a vivir esta experiencia. Es un proceso organizativo complejo que comienza en el mes de marzo con la primera comunicación a los Centros de Secundaria y que culmina con la celebración de la Semana de inmersión a mediados de junio.

Tenemos que ser conscientes de que un futuro de calidad docente e investigadora no se alcanzará si no tenemos futuros científicos que formar, y en esa labor se torna de vital importancia dar a conocer la Facultad de Ciencias entre los alumnos de secundaria, mostrándoles las capacidades que ofrece estudiar y formarse en la carrera científica, proporcionándoles información veraz y animándoles a atender a su vocación.

**“ Tenemos que ser conscientes de que un futuro de calidad docente e investigadora no se alcanzará si no tenemos futuros científicos que formar. ”**



Es difícil cuantificar el efecto directo de estas actuaciones y la labor continua de visualización de la ciencia en la sociedad, en datos concretos de matrícula, pero resulta muy sencillo estimar el efecto que tendría la ausencia de dichas actividades y su repercusión directa.

Prueba de la importancia que tienen estas actividades, que nuestra Facultad lleva desarrollando desde hace años, es comprobar cómo otros centros se suman a iniciativas similares, como por ejemplo, la primera Semana de la Ingeniería, que ha llevado el CPS este curso pasado dentro de la Semana de la Ciencia y el interés mostrado desde la dirección de otros centros solicitándonos asesoramiento para emprender acciones del mismo corte.



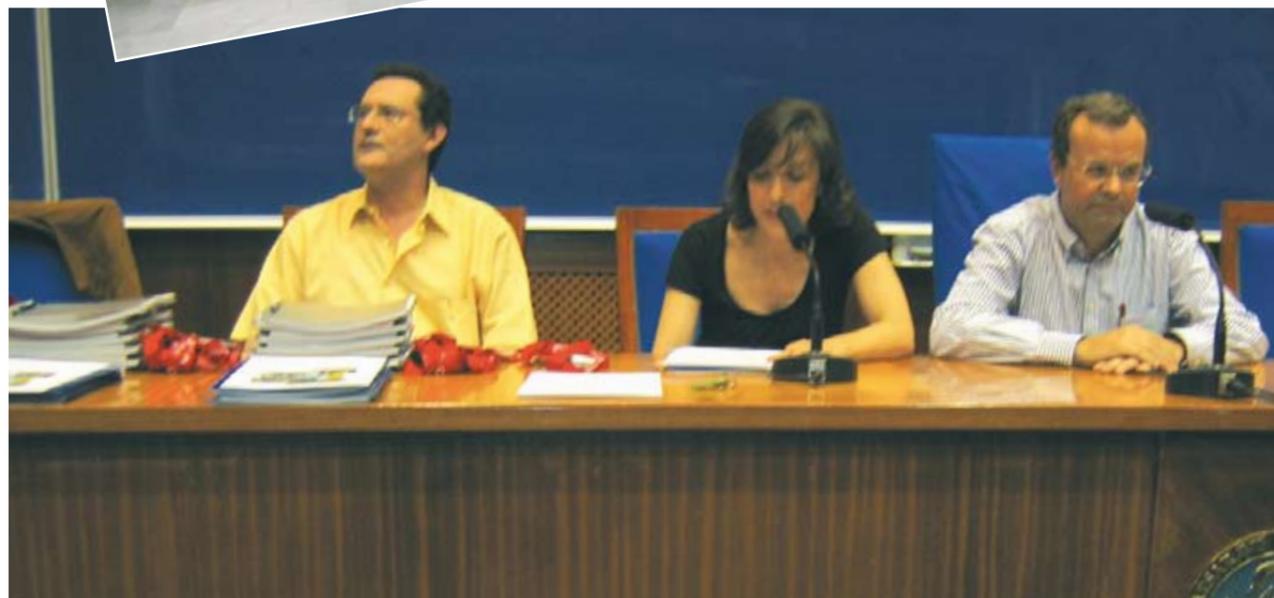
## Semana de Inmersión en la Investigación 2009

Desde hace un año tenemos herramientas específicas que nos permiten obtener información objetiva y cuantificable de aspectos relativos al desarrollo de la Semana de Inmersión y su repercusión posterior. Esto lo ha permitido la elaboración de unas encuestas específicas para la

mejora de la calidad y su estudio. Pero, a veces, hay otros aspectos que miden el impacto que tienen ciertas actividades en los alumnos que no quedan recogidos en una encuesta. Y prueba de ello es el texto que sigue a continuación. Relata el testimonio de tres alumnas que participaron en junio pasado en la semana de Inmersión. Hemos querido reflejarlo tal cual nos ha sido enviado, por lo meritorio que supone para unas alumnas de bachillerato manifestar de forma pública y en un entorno distinto al suyo, las experiencias que compartieron en su paso por la Facultad de Ciencias. Desde aquí les damos las gracias, y también deseamos que todos los que participan con ilusión y dedicación en estas actividades haciéndolo posible, vean reflejada su excelente labor en la experiencia que relatan estas tres alumnas.

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

Concepción Aldea  
Vicedecana de Proyección Social  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza



*La semana del 15 al 19 de junio de 2009 se desarrolló en la Facultad de Ciencias de Zaragoza la "Semana de Inmersión en la Investigación" dirigida a alumnos de bachillerato. Tres alumnas de este Centro, Raquel Moya, Carlota Perales y Simona Matache, fuimos seleccionadas junto con otros alumnos de 44 Centros de Aragón.*

*El primer día, los organizadores nos dieron la bienvenida en el salón de actos de Geológicas, explicándonos el programa de actividades, la finalidad de esta convocatoria y animándonos a disfrutar de este primer contacto con el mundo de la investigación. Nos dieron una carpeta con una libreta, un DVD de la facultad de Ciencias y vales para comer en la cafetería de la Facultad. A continuación, nos llevaron a los Departamentos solicitados: Raquel, a Geológicas y Carlota y Simona a Física-Óptica.*

*El martes, miércoles y jueves fueron días intensos. En el Departamento de Óptica nos explicaron cómo se construye un holograma y alguna de sus aplicaciones. Nos mostraron diferentes hologramas. Los instrumentos y aparatos de medida eran totalmente desconocidos para nosotras. Nos impresionaron las mesas "antivibratorias" que pesaban unos 450 kg y estaban apoyadas sobre balones de aire para impedir la más mínima vibración de los objetos colocados sobre ellas.*

*También pudimos ver la supercomputadora "CaesarAugusta" explicándonos su importancia para el desarrollo de la Ciencia. Además, estuvimos en el laboratorio dedicado a la Nanociencia que fue muy interesante ya que este tipo de investigación va a tener gran repercusión en el futuro.*

*El jueves estuvimos en Física Teórica y en Electrónica, donde nos enseñaron cómo funcionan los aparatos digitales y cómo se construyen los chips de los ordenadores.*

*En Geología vimos cada día un departamento. El primer día nos enseñaron a construir una columna estratigráfica a partir de las muestras recogidas en un sondeo. El martes vimos fósiles en los laboratorios de Paleontología y después hicimos una réplica de un diente fosilizado. El miércoles "salimos al campo" a ver y detectar, con un magnetómetro, dolinas enterradas. El jueves y el viernes fuimos a ver cómo preparaban las muestras de roca para estudiarlas con el microscopio, las muestras de mano de minerales y sus aplicaciones.*

*Aunque eran sesiones muy intensas, todos los días teníamos un descanso de media hora y, al final, comíamos gratis en la cafetería con los vales que nos regalaron.*

*El último día se celebró el acto de clausura en el Aula Magna de Ciencias. Tras un pequeño discurso, donde nos animaron a que estudiásemos lo que más nos guste, nos entregaron un diploma de asistencia y finalizamos todos juntos, tomando unos pinchitos en la cafetería.*

*En esta semana, además de recibir una magnífica atención, nos han enseñado principalmente cómo se investiga y estudia en cada carrera. Ha sido una interesante experiencia, en un ambiente nuevo para nosotras, que nos ha ayudado a conocer cómo es la Universidad y nos puede ayudar a orientar nuestros futuros estudios.*

Raquel Moya, Carlota Perales y Simona G. Matache

Alumnas de 2º bachillerato del I.E.S.  
Ángel Sanz Briz. Casetas. Zaragoza

Jornadas de Acogida 2009

El primer día de curso, 21 de Septiembre de 2009, tuvo lugar la Jornada de Acogida para todos los estudiantes de nuevo ingreso en la Facultad de Ciencias. Esta Jornada se viene celebrando desde septiembre de 2002, y con ella se pretende proporcionar al estudiante información básica acerca del Centro y la Universidad a fin de facilitar su rápida integración en la vida universitaria; informar acerca de los aspectos académicos más relevantes de los estudios que va a iniciar y proporcionar al estudiante una visión global y multidisciplinar de la Titulación.

En la jornada se presentaron los siguientes aspectos: el Plan de Tutorías Académicas (Plan Tutor) que permite que el estudiante disponga de un tutor personal con el que encuentre asesoramiento académico, los Programas de Movilidad para estudiantes que permiten desarrollar estancias en universidades de todo el mundo, las Prácticas en Empresa que facilitan la integración del estudiante en el mundo laboral, la página Web de la Facultad y de la Universidad que ofrecen información académica relevante, el papel de los estudiantes en los órganos de representación y las posibilidades que ofrece la Biblioteca como apoyo en el aprendizaje.

Esta Jornada se completó con una reunión por titulaciones de los estudiantes con profesores de primer curso. En esta reunión se presentó la titulación y se les dio información específica. Por otra parte, el estudiante pudo recibir una visión global de los estudios que iba a cursar en este primer año universitario.

Las encuestas de evaluación realizadas en los últimos años muestran que más del 90% de los estudiantes participantes han calificado de "bueno" o "muy bueno" el desarrollo de la Jornada de Acogida, y el 95% ha considerado que sus dudas habían quedado resueltas adecuadamente. En encuestas realizadas a estudiantes de 2º curso, ya con la experiencia de más de un año en la Facultad, el 70% consideraba que la Jornada de Acogida a la que asistió en el curso anterior le había resultado "útil" o "muy útil".

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

Blanca Bauluz  
Vicedecana de Relaciones Internacionales  
y de Estudiantes  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza



I Ciclo de Jóvenes Investigadores del ICMA

El Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA), centro mixto del CSIC y de la Universidad de Zaragoza ha organizado un ciclo de conferencias bajo el título "I Ciclo de Jóvenes Investigadores del ICMA: Investigando cerca de ti". Esta actividad se enmarca dentro del proyecto de divulgación científica "Del centro de Investigación a la Sociedad" que se está desarrollando a lo largo del presente año con financiación de la FECYT y del Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón.

En este ciclo de conferencias se pretende aproximar la labor de investigación desarrollada en el ICMA a los estudiantes universitarios. Una seña de identidad del mismo es que son jóvenes investigadores, personas que no hace muchos años eran estudiantes, quienes exponen cómo se han introducido en la carrera investigadora, cómo se afronta un trabajo de investigación y realizan una breve descripción de su línea de trabajo.

El ciclo fue inaugurado el pasado 29 de Octubre por Anabel Elduque, decana de la Facultad de Ciencias, y Ramón Burriel, director del ICMA. En esta primera sesión, Eduardo Beltrán, del grupo de Cristales Líquidos y Polímeros, impartió la conferencia "Cristales líquidos, materiales multifuncionales a la carta". En ella se detallaron las distintas etapas de su carrera investigadora desde los últimos años de licenciatura hasta prácticamente finalizar su tesis doctoral. Se describieron algunos de los materiales con los que ha trabajado, detallando el proceso seguido desde el planteamiento del problema hasta alcanzar el desarrollo de nuevos materiales.

El ciclo se completará con las conferencias:

- "Pilas de combustible, alternativa para la energía del futuro" impartida por Roberto Campana, del grupo de Materiales procesados por láser, el próximo día 12 de noviembre.
- "Materiales luminiscentes, el ICMA con otras luces", que será impartida por Piedraescrita Gallardo, del grupo de Química Organometálica Aplicada, el próximo 26 de noviembre.
- "Cómo aumentar la vida de una prótesis articular", impartida el 10 de diciembre por María José Martínez del grupo de Biomateriales.

Las conferencias se completan con la presentación de una serie de demostradores lo que permite que los asistentes puedan tener una visión muy completa de la investigación realizada en el ICMA.

<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/CartelJornada-ICMA09.pdf>

Luis A. Angurel  
Vicedirector del ICMA  
CSIC-UZ



Pabellón de la Ciencia 2009



Por quinto 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 10 al 18 de octubre de 2009 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: "La Magia de las Astropartículas".

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

Una de las actividades que se pudieron ver en Pabellón de la Ciencia fue el espectáculo "La Magia de las Astropartículas". En el espectáculo se propone un viaje sorprendente por el mundo de las astropartículas que, presentadas en una breve introducción, son las protagonistas de efectos sorprendentes: rayos cósmicos que se recogen en un 'jarrón muónico', neutrinos que viajan y cambian mágicamente su naturaleza o son 'cazados' en un improvisado Laboratorio Subterráneo de Canfranc, materia oscura que hace levitar mágicamente algunos objetos, etc. En definitiva, un recorrido por las mágicas propiedades de las astropartículas gracias a las cuales estamos descubriendo un Universo fascinante.



Albert Fert: Honoris Causa por la Universidad de Zaragoza

**LA ESPINTRÓNICA Y SU FUNDADOR  
ALBERT FERT EN NUESTRA FACULTAD**

**La electrónica de Espín:**

El desarrollo de la microelectrónica ha permitido un avance inusitado de la tecnología desde el descubrimiento del transistor. Esta tecnología explota el conocimiento y control de los efectos basados en la carga del electrón. Ahora bien, el electrón además de una carga tiene un momento angular de espín que le proporciona un grado de libertad que hasta ahora no había sido utilizado en la electrónica. La combinación de los efectos magnéticos en los nuevos materiales, conjuntamente con el transporte eléctrico, abre nuevas perspectivas que fueron desveladas por el descubrimiento de la magnetoresistencia gigante (GMR) por Albert Fert y Peter Grünber<sup>1,2</sup>. Desde su descubrimiento apenas han pasado 20 años, y ya existen dispositivos comerciales basados en este principio como las cabezas lectoras de los discos duros de nuestros ordenadores que constituyen uno de los primeros ejemplos de aplicaciones de la nanociencia. El fenómeno de la GMR ocurre en multicapas magnéticas, cuando en una estructura de este tipo se

alternan láminas ferromagnéticas (Fe) con no magnéticas (Cr) de tamaño nanométrico. Dependiendo del alineamiento magnético relativo (paralelo o antiparalelo) de las capas de Fe, la resistencia eléctrica varía significativamente. El descubrimiento de este fenómeno abrió el camino de la espintrónica al combinar la presencia de un campo magnético con las propiedades eléctricas, basada en el espín electrónico. El avance en los métodos de preparación de materiales con control atómico, y por consiguiente de observación a esta misma escala, ha posibilitado otros logros y se vislumbran nuevas aplicaciones basadas en uniones túnel magnéticas, los efectos de transferencia de espín, combinación de espintrónica y semiconductores, espintrónica molecular etc.

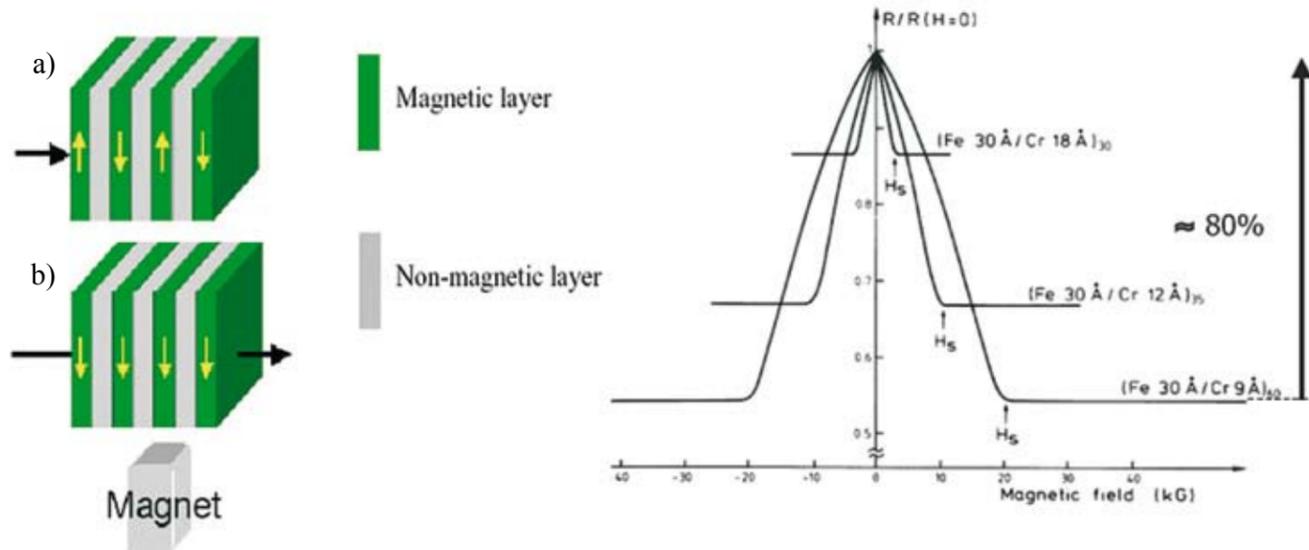
El fundamento de este fenómeno radica en la separación que existe en energía en un material ferromagnético entre los electrones con espín "up" y "down". Ello hace que los electrones en el nivel de Fermi, responsables de la corriente eléctrica, exhiban diferentes propiedades de conducción. Este efecto pudo ser observado gracias a las nuevas capacidades de preparación de láminas delgadas con control nanométrico. Posterior-

es desarrollos permitieron observar estos fenómenos, también, cuando la capa no magnética es aislante. En este caso los electrones pasan de una capa magnética a otra por efecto túnel, por ello a los dispositivos se les llama uniones túnel magnéticas. Estas son la base de un nuevo concepto de memorias magnéticas llamadas Magnetic Random Access Memory (MRAM), donde se combina el corto tiempo de acceso de las memorias RAM basadas en semiconductores con la no-volatilidad de las memorias magnéticas.

Hoy día estos nuevos dispositivos se están desarrollando en nuestros laboratorios en Zaragoza, gracias a las nuevas posibilidades de preparación de multicapas magnéticas y las nuevas infraestructuras para la observación de estos materiales a nivel nanométrico. Se están desarrollando aplicaciones basadas en estos dispositivos, entre las que podríamos destacar su utilización en biosensores basados en la magnetoresistencia.



ensayo del acto de su investidura como Doctor Honoris Causa por la Universidad de Zaragoza, el cual tendría lugar al día siguiente en el Paraninfo. En el ensayo, el Prof. Fert descubrió que el tamaño de las pantallas en el Paraninfo era menor del esperado, con lo que requeriría rehacer la presentación del día siguiente durante la tarde/noche de ese mismo día, que se presumía largo. Tras el ensayo, el Prof. Fert realizó una rueda de prensa en el Paraninfo a la que asistieron varios medios de comunicación locales, que se hicieron eco de su presencia en Zaragoza y aprovecharon para preguntarle (en correcto es-



**Crónica de la visita a la Universidad de Zaragoza y a la Facultad de Ciencias del Profesor Albert Fert, Premio Nobel de física 2007:**

El día 16 de septiembre de 2009, el profesor Albert Fert, Premio Nobel de Física en el año 2007 por el descubrimiento del fenómeno de Magnetoresistencia Gigante, visitó la Facultad de Ciencias y ejerció de presidente del tribunal de tesis doctoral del ahora doctor Amalio Fernández-Pacheco Chicón. Fue un día muy intenso que comenzó a las 9 de la mañana con el

1. M.N. Baibich, J.M. Broto, A. Fert, F. Nguyen Van Dau, F. Petroff, P. Etienne, G. Creuzet, A. Friederich, and J. Chazelas, *Phys. Rev. Lett.* 61, 2472 (1988).
2. P. Grünberg, R. Schreiber, Y. Young, M. B. Brodsky, H. Sowers, *Phys. Rev. Lett.* 57, 2442 (1986).

## Albert Fert: Honoris Causa por la Universidad de Zaragoza

pañol) sobre el impacto pasado, presente y futuro de su disciplina científica, la electrónica del espín. A continuación, nos trasladamos al Campus de la Plaza San Francisco, donde comenzó la visita a la Facultad de Ciencias, cuya llegada quedó plasmada en la fotografía que se muestra. El Prof. Fert fue recibido en su despacho del decanato por nuestra decana, Prof. Anabel Elduque. La decana hizo entrega al Prof. Fert de algunos obsequios (nada de anchoas del Cantábrico ni trajes a medida) y, en particular, le impuso en la solapa la insignia de la Facultad de Ciencias, como puede apreciarse en la fotografía correspondiente. Fueron objeto de animados comentarios los cuadros existentes en el despacho del decanato y en otras dependencias de la facultad. Tras esta visita, el Prof. Fert departió con el Prof. Ramón Burriel, director del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, mientras tomaban café y conversaban sobre las bondades de los caldos aragoneses y los diferentes tipos de uvas. Llegados a este punto, se acercaba el momento de un acto con carácter mucho más protocolario, como lo es la defensa de una tesis doctoral. El acto se desarrolló en el Sala de Grados de nuestra facultad, y el resto de miembros del tribunal fueron el

Prof. Moodera del MIT (Boston), el Prof. Cowburn del Imperial College (Londres),

**“ El desarrollo de la microelectrónica ha permitido un avance inusitado de la tecnología desde el descubrimiento del transistor. ”**

el Prof. Vieira de la Universidad Autónoma de Madrid y el Prof. Luis Morellón en representación del dpto de Física de la Materia Condensada y de la Facultad de Ciencias. El entonces aspirante a doctor realizó una exposición acorde a las altas expectativas depositadas en él y se fajó satisfactoriamente en la sesión de preguntas, dando paso a momentos de mayor distensión.

El día siguiente, 17 de septiembre, los actos se trasladaron al Paraninfo, donde a las 12 de la mañana estaba previsto el solemne acto de investidura del Prof. Fert como Doctor Honoris Causa por la Universidad de Zaragoza. Una hora antes, el Rector, Excmo. Sr. Manuel López, recibió al Prof. Fert en su despacho del Paraninfo donde departieron durante más de media hora. En esa conversación se repasó la historia común que une (y en momentos históricos puntuales desunió) a franceses y españoles y, en particular, a las regiones fronterizas Midi-Pyrénées y Aragón. La influencia francesa en la ciudad de Zaragoza quedó patente. Se resaltó el interés del equipo rectoral en fomentar las relaciones y colaboraciones con Francia y el Rector agradeció al Prof. Fert la colaboración y ayuda ofrecida a los investigadores aragoneses en los últimos años así como la aceptación del nombramiento como doctor de nuestra universidad. Otro tema de animada conversación pivotó alrededor de Goya y su pintura, de la que el Prof. Fert y su mujer son admiradores, y que tuvo como colofón el posterior regalo, en nombre de la Universidad de Zaragoza, de un libro de litografías de Goya. Era ya momento de pasar al vestidor y enfundarse los trajes protocolarios para el acto de investidura. El acto transcurrió de acuerdo a los cánones establecidos y en la fotografía adjunta puede apreciarse el momento en el que los padrinos, los profesores Ibarra y De Teresa, bajo la atenta mirada del Rector, hacen entrega al Prof. Fert del libro del conocimiento tras imponerle el birrete que le identifica como nuevo doctor por la Universidad de Zaragoza. En sus

respectivos discursos, el Rector, el Prof. Fert, y el Prof. Ibarra destacaron los vínculos que unen al Prof. Fert a nuestra universidad así como la importancia de apoyar la investigación científica de carácter básico, de donde surge de modo natural la aplicación en dispositivos prácticos de los que se beneficia la sociedad. En resumen, fue un acto emotivo de homenaje a la sólida trayectoria profesional del Prof. Fert, donde estuvo acompañado no sólo por los miembros de la comunidad universitaria aragonesa y de institutos y empresas de investigación aragoneses, sino también por colegas venidos de otras universidades españolas y de institutos del CSIC. Con este acto acabó la visita oficial del Prof. Fert a nuestra universidad y esperamos que haya otras más donde se-

guir estrechando lazos científicos con este insigne profesor e investigador.

José María de Teresa y Manuel Ricardo Ibarra  
Instituto Universitario de Nanociencia de Aragón  
Universidad de Zaragoza



## Homenaje a Manuel Calvo

Los pasados 7 y 8 de septiembre se celebraron en nuestra Facultad las jornadas MCALV6(5), para celebrar el 65 cumpleaños de nuestro compañero Manuel Calvo, profesor del departamento de Matemáticas Aplicada, más conocido por todos como "Manolo Calvo".

Estas jornadas se originan a iniciativa de los doctorandos y discípulos de Manuel, repartidos por las universidades de Zaragoza, Pamplona y la Laguna, como agradecimiento y reconocimiento a la labor que ha realizado a lo largo de su carrera profesional.

Manolo ha estado ligado a la Facultad desde hace muchos años. Estudió la licenciatura en Matemáticas aquí y, a continuación, hizo su tesis doctoral en Mecánica celeste, bajo la dirección del ya fallecido D. Rafael Cid. Después pasó un año en la Universidad de Leiden, para formarse en la investigación en el campo del análisis numérico, con el objetivo de crear un grupo de investigación en esta disciplina en nuestra Facultad. A su vuelta continuó un año aquí como profesor y al obtener una plaza de agregado se fue a la Universidad de La Laguna, donde ejerció durante tres años. A continuación volvió de nuevo a Zaragoza, en donde ha permanecido desde entonces. En total más de 45 años en la Facultad de Ciencias, por lo que no es de extrañar que muchos de nosotros lo hayamos conocido en uno u otro momento. Unos, como profesor, otros como compañero y otros por su participación en Junta de Facultad, Comisión de docencia, Claustro, Comisión de Doctorado, Comisión de investigación, etc. Allá por donde ha pasado ha dejado su impronta y ha destacado por su dedicación y por su buen hacer. Sus aportaciones siempre están cargadas de sensatez, acierto y generosidad.

Volviendo a la celebración de las jornadas, comenzaron con un acto de apertura presidido por el Rector, con la presencia de nuestra Decana y el, en aquel momento, Director del IUMA, ahora

flamante Director del Centro Unificado de la Defensa, Antonio Elipe, a los que hay que agradecer su participación. El acto estuvo cargado de emotividad, afecto y reconocimiento.

Las jornadas fueron financiadas por la Dirección General de Investigación (esperemos que pueda seguir apoyando las actividades de investigación) y por el IUMA. Nuestro agradecimiento a estos organismos. Se celebraron en el edificio de Matemáticas, y en ellas impartieron conferencias investigadores del más alto prestigio procedentes de Berlín, Leiden, Iowa, Gante, Florencia, Valladolid, La Laguna, Alicante y Zaragoza, amén de la presentación de algunos pósters. Siendo, además de colegas, todos ellos buenos amigos de Manolo, las jornadas estuvieron repletas de buenas matemáticas así como de muestras de cariño y anécdotas. En total más de 50 participantes asistieron a las conferencias, a los que hay que sumar muchos otros que aunque no pudieron asistir, nos transmitieron su presencia en "espíritu". En definitiva, unas jornadas francamente exitosas. Además, tal y como sabemos hacer las cosas en nuestra Facultad, todos los participantes de fuera de Zaragoza se llevaron un inmejorable recuerdo de nuestro Centro. Información detallada de las jornadas, los conferenciantes y los participantes, fotos incluidas, la tenemos en la dirección <http://iuma.unizar.es/mcal65>.

El evento se clausuró con una comida, a la que asistimos más de 60 comensales. Se palpaba el cariño de todos por Manolo. En la página web también se pueden encontrar fotos de la celebración.

Terminaré comentando que Manolo se ha acogido al plan de jubilaciones anticipadas que el Rectorado ha puesto en marcha recientemente, con lo que ahora Manolo dedica el mismo tiempo a la Facultad, menos tiempo a la docencia, y más a la investigación.

Un homenaje merecido a una inapreciable labor de muchos años, a un gran maestro y a un excelente compañero. Manolo, esperamos poder contar con tu presencia muchos años más.

Juan Ignacio Montijano  
Director del IUMA  
Dpto. de Matemática Aplicada  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza



## Bodas de Plata: Promoción Matemáticas 1979-1984

El pasado día 26 de Septiembre se celebró un encuentro conmemorativo del 25 Aniversario de la promoción de Matemáticas 1979-1984. El encuentro tuvo una gran acogida con la participación de casi 50 licenciados de la citada promoción. El acto académico, que se desarrolló en

la Sala de Grados de la Facultad de Ciencias, fue presidido por la Decana de la Facultad, Ana Isabel Elduque. El profesor Javier Otal ofició de padrino. También asistieron otros queridos profesores. Desde aquí queremos agradecer a todos ellos la excelente colaboración prestada que nos ha permitido revivir aquellos entrañables años y constatar que la Facultad siempre tiene un espacio abierto para sus antiguos alumnos. La jornada transcurrió con la visita a la aulas en las que, en su día, los egresados recibieron clase, la visita a la exposición Instrumenta y posterior ágape.

Juan Carlos Candeal  
Dpto. de Análisis Económico  
Facultad de Ciencias  
Económicas y Empresariales  
Universidad de Zaragoza



## Premio Don Bosco

El Premio Nacional Don Bosco ha alcanzado una notable relevancia, tanto en Aragón como en toda España. Una de las finalidades que se desea fomentar, es el conocimiento emprendedor de los alumnos y la interrelación entre los diferentes Centros de Enseñanza. Por ello, la escuela ofrece la posibilidad, a todos los centros tanto públicos como privados de las diferentes comunidades autónomas, de optar a este prestigioso galardón que cumple ya la XXIII Edición.

### ¿QUIÉNES PUEDEN PRESENTARSE?

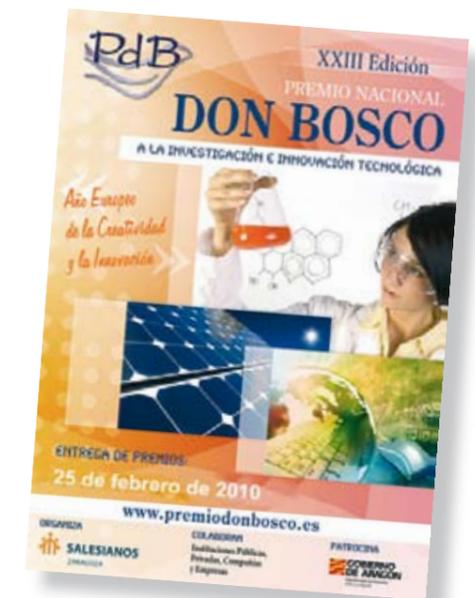
Alumnos de Formación Profesional, de Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior y de Bachillerato, menores de 25 años de edad, cumplidos éstos durante el año 2009, que cursen estudios en centros públicos o privados, de todas las comunidades autónomas de España y, además, aquellos alumnos que en el curso 2008/2009 estuvieron matriculados en los estudios indicados anteriormente. Podrán participar también alumnos/as de los países hispanoamericanos que realicen estudios equivalentes a los españoles.

### DOTACIÓN DE PREMIOS

Se otorgarán diez premios de diferentes tecnologías y que constarán de aportación económica, diploma y galardón.

Más información en:

<http://www.premiodonbosco.es>



## Premio José María Savirón de Divulgación Científica

Desde el año 2005, la Sección Territorial en Aragón de la Real Sociedad Española de Química, la sección Aragonesa de la Real Sociedad Española de Física, la Sociedad Matemática Española y los Colegios Oficiales de Químicos, de Geólogos y de Físicos en Aragón, la Fundación Zaragoza Ciudad del Conocimiento, la Real Academia de Ciencias de Zaragoza, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Aragón y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza han instaurado con carácter anual el **Premio José María Savirón de Divulgación Científica**. Este premio se concede a aquellas personas que realizan una meritoria labor para acercar la cultura científica y tecnológica a la sociedad.

Más información en:

<http://ciencias.unizar.es/aux/proyeccionSocial/ConvocatJMS2009.pdf>





# con CIENCIAS digital

Revista digital de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

## PATROCINAN:

