



con CIENCIAS.digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

<http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero6.pdf>

Nº 6 NOVIEMBRE 2010

¿CIENCIAS? ¿HUMANIDADES?...

¡CULTURA!



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

IMPRESIÓN: Gráficas LEMA, Zaragoza.

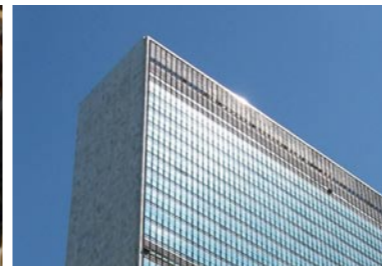
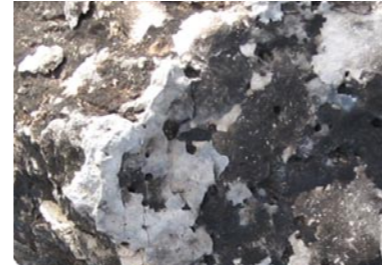
DEPÓSITO LEGAL: Z-1942-08

ISSN: 1888-7848 (Ed. impresa)
ISSN: 1989-0559 (Ed. digital)

Imágenes: fuentes citadas en pie de foto.

Portada: La Aljafería (Zaragoza); fotografía por Víctor Sola.

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



Editorial	4
El impacto meteorítico que hizo temblar la vida en la Tierra Laia Alegret, Ignacio Arenillas y José Antonio Arz	6
La Ciencia en la Zaragoza del siglo XI José Luis Corral	14
Hablando de... Química Ana Isabel Elduque	24
Consecuencias del fuego en los paisajes mediterráneos Maite Echeverría, Fernando Pérez, Paloma Ibarra y Juan Ramón de la Riva	32
Un personaje singular en la historia de la meteorología: Benjamin Franklin Amadeo E. Uriel y Francisco Espejo	44
El uso letal de la Ciencia: Armas de destrucción masiva (II) José Manuel Vicente	52
La radiactividad Manuel Lozano y Miguel Ullán	64
Peregrinaje matemático en el camino de Santiago Pedro J. Miana	76
A las puertas de 2011: Año Internacional de la Química Miguel Carreras	84
Actividades de la Facultad	90
Noticias	100

LA RADIOACTIVIDAD

HISTORIA DE LA RADIOACTIVIDAD

El descubrimiento de la radiactividad se produjo gracias a diferentes avances en el estudio de los elementos químicos, por un lado, y en el desarrollo de los tubos de vacío, por otro. Y no debemos olvidar el desarrollo de la fotografía que, aunque parece que no tiene nada que ver, fue la pieza clave para identificar la radiactividad natural.

Como antecedentes más relevantes, podemos señalar que, en 1743, M. H. Klaproth descubre el Uranio, aunque sin sospechar su actividad y, en 1855, H. Geissler inventa el tubo de vacío. Más tarde se comprobó que el resplandor emitido por los tubos de vacío, que era debido a la emisión de electrones, se podía desviar mediante un campo magnético y que no atravesaba los metales.

W. Crookes estudió con detalle estas rayos catódicos y vio como eran capaces de mover pequeñas ruedas de paletas. En 1879 escribe un artículo donde describe la "Materia radiante o el cuarto estado de agregación", que, según él, debía añadirse al sólido, líquido y gaseoso.

**POR MANUEL LOZANO
Y MIGUEL ULLÁN**

Imagen de la superficie solar tomada por la NASA el 18 de mayo de 2010.

*Foto por NASA Goddard Photo and Video (www.flickr.com).

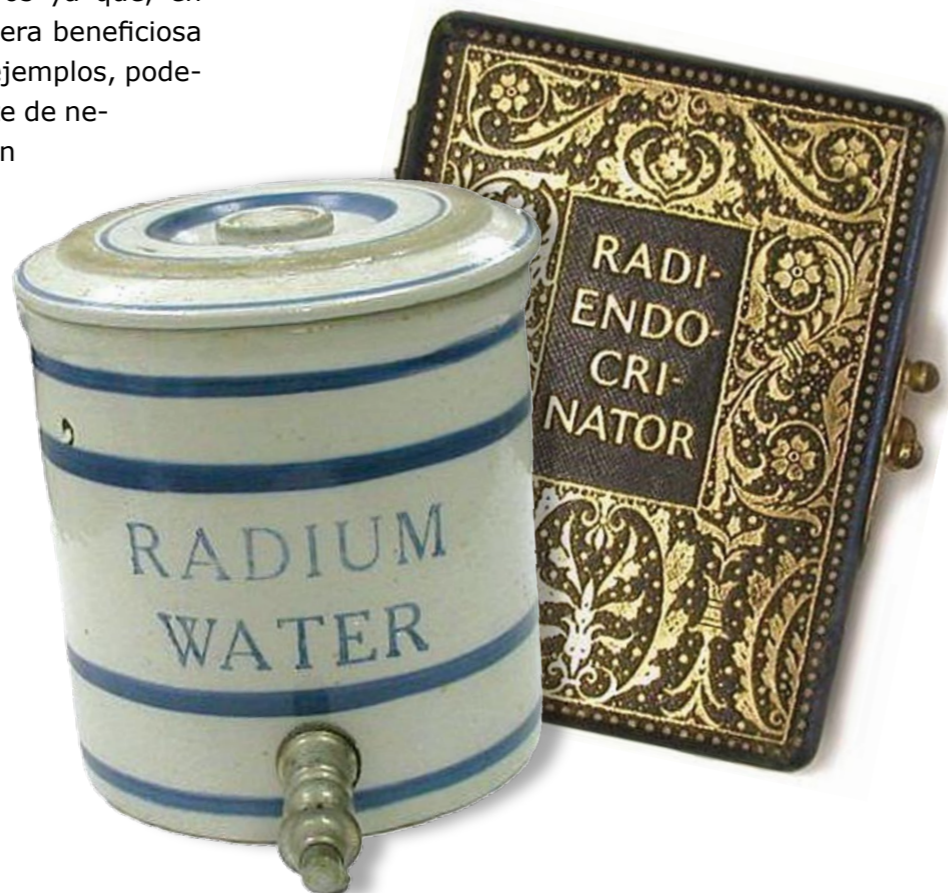
En 1885, W. C. Röntgen, estudiando las características del resplandor emitido por los tubos de rayos catódicos y ayudado de una lámina cubierta de un material fluorescente, descubre los rayos X. Inmediatamente se dio cuenta de su potencial para ver a través de objetos opacos y, particularmente, el interior del cuerpo. Decidió no patentar el descubrimiento para que fuera patrimonio público y en 1896 ya se comercializaba el primer equipo de rayos X portátil.

Por otro lado en 1896, H. Becquerel descubre la radiactividad natural experimentando con las sales de uranio ya descubiertas. En los años posteriores, Pierre Curie y Marie Curie (Sklodowska) estudian sistemáticamente otros materiales radiactivos como torio, polonio y radio. Y en 1897, J. J. Thomson identifica los rayos catódicos con electrones y determinó su relación carga/masa. Finalmente, en 1932 James Chadwick descubre la existencia del neutrón.

Tras descubrirse la radiactividad, se hizo muy popular y en los años 1920 a 1930 aparecieron cantidad de artilugios radiactivos ya que, en aquella época, se pensaba que era beneficiosa para el organismo. Entre otros ejemplos, podemos mencionar un desodorizante de neveras o una pitillera radiactiva en la que, según la propaganda, la radiación disminuía el efecto nocivo de la nicotina y el alquitrán. También se popularizó el agua radiactiva o el chocolate. Incluso se vendieron, bajo el nombre de "Radiendocrinator", unos papelones empapados en radio del tamaño de una

tarjeta de crédito y cubiertos con una lámina proyectora que se colocaban por la noche debajo del escroto y que, supuestamente, mejoraban el vigor de los varones.

Tras las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki en 1945 y la carrera por el armamento nuclear, la radiactividad se demonizó. Hubo que esperar hasta la celebración de la Conferencia "Átomos para la Paz" en 1953 para sentar las bases de los usos pacíficos de la radiación. En 1957 se creó la International Atomic Energy Agency (IAEA) que sentó las bases de las normas de seguridad nuclear y protección ambiental, y fomenta el intercambio de información científica y técnica sobre la energía nuclear. Hoy en día está claro que la radiactividad es peligrosa, pero también muy útil y se utiliza en áreas como curación del cáncer, imagen médica, producción de energía eléctrica, control de procesos industriales, diseño de medicamentos, esterilización de alimentos o datación arqueológica.



Jarra para agua radiactiva y Radiendocrinator.

FUNDAMENTOS

La radiactividad (o radioactividad) es un fenómeno físico por el cual algunos cuerpos emiten radiación. Y radiación es la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material, es energía en movimiento. Es decir, hay elementos químicos que emiten partículas con una cierta energía, a estos los llamamos radioactivos. Estas partículas emitidas pueden tener masa o no tenerla (fotones), pero siempre tienen energía. Cuando estas partículas alcanzan otros cuerpos, dejan toda o parte de la energía que poseen en ellos, produciendo ciertos efectos que veremos más adelante.

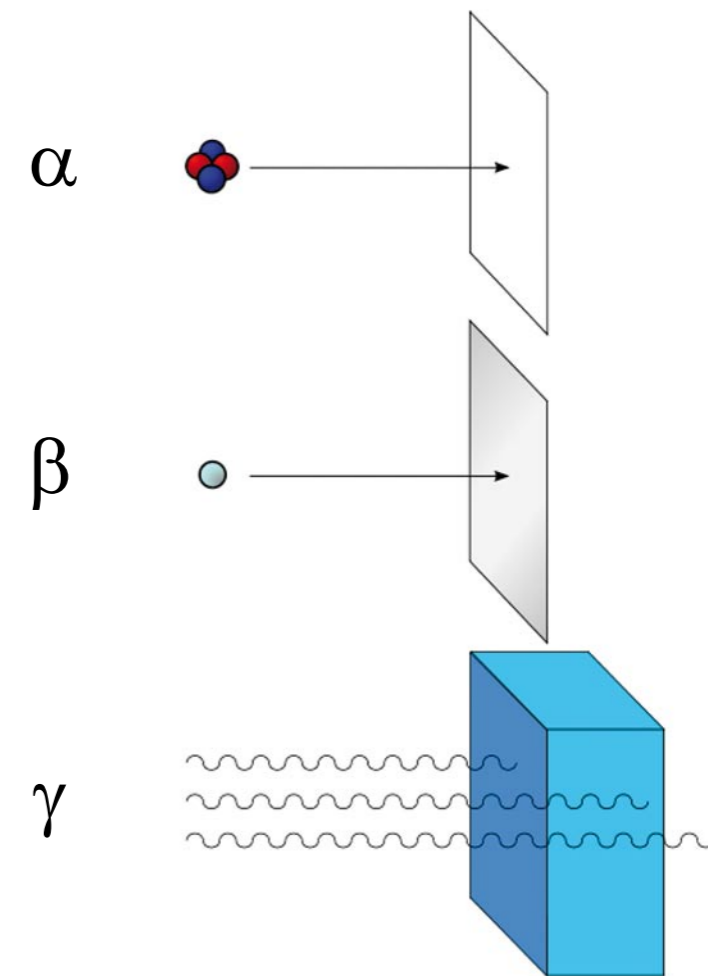
Es fácil confundir los términos radiactividad y radiación, pero no son exactamente lo mismo. El término radiación es más amplio. Los materiales radiactivos emiten radiación, pero hay formas de radiación que no se emiten por materiales radiactivos, por ejemplo: radiación de microondas en antenas de telefonía móvil, radiación ultravioleta del sol, radiación térmica de un radiador (infrarrojos), radiación electromagnética de cables de alta tensión, radiación de teraherzios o milímetros en los escáneres.

A la radiación que generalmente procede de la radiactividad se le suele denominar radiación ionizante. El nombre se debe a que presenta una energía suficiente para provocar ionización en los materiales. Aunque no hay un valor umbral definido, podemos estimarlo en unas decenas de electrovoltios (eV). Puede ser de varios tipos, los tres fundamentales son:

- Alfa: Son núcleos de Helio, con dos protones y dos neutrones, cargados positivamente. Son muy energéticas, pero poco penetrantes. Se detienen en una hoja de papel o en la piel.
- Beta: Son electrones o positrones. Son menos energéticas que las partículas alfa,

pero más penetrantes. Se detienen en láminas de metal.

- Gamma: Son fotones de alta energía (sin masa). Son muy penetrantes, se necesitan capas gruesas de metal para pararlos. Cuando la radiación gamma es de baja energía se le denomina rayos X.



También constituyen radiación ionizante los neutrones. Son muy penetrantes, lo atraviesan todo. Se detienen con materiales ligeros como el hidrógeno, presente en ciertos plásticos y en el agua. Están presentes sobre todo en las centrales nucleares y recientemente también en ciertos equipos de los hospitales.

La radiación surge de reacciones en el interior de los átomos, generalmente en el núcleo. Los átomos radiactivos, cuando emi-

ten su radiación, cambian de elemento (se transmutan). La transmutación puede ser de forma directa en una sola emisión o al cabo de una serie más o menos larga de desintegraciones, los elementos radiactivos siempre acaban derivando en elementos estables con el paso del tiempo, que puede variar de unos años a unas horas dependiendo del tipo de desintegración, como veremos más adelante.

Veamos las diferentes posibilidades de cuantificación de la radiación y sus unidades asociadas.

En primer lugar se puede medir la cantidad de partículas emitidas por una muestra, o, con mayor precisión, la cantidad de desintegraciones por unidad de tiempo, que denominamos "Actividad" del material radiactivo. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades (SI) es el Becquerel (Bq) que se define como una desintegración por segundo. Como cada átomo que se desintegra deja de ser radiactivo, la actividad de una muestra disminuye constantemente con el tiempo hasta que llega a cero. El tiempo que tarda la actividad en disminuir a la mitad se llama vida media y es característico del material (isótopo). Puede ir de microsegundos a millones de años.

En segundo lugar, podemos considerar la energía que deposita la radiación emitida en una muestra que la reciba, en este caso hablamos de dosis. La unidad en el SI es el Gray (Gy) y se define como una absorción de energía de un Joule por kilogramo.

Finalmente, cuando se trata de personas, interesa saber no la energía depositada sino el daño que esa energía causa en el organismo. En este caso se emplea otra magnitud, el Sievert (Sv), que tiene en cuenta el daño biológico mediante coeficientes de ponderación según el tipo de radiación y el órgano afectado y que también se expresa en J/kg. Y se habla de dosis absorbida, dosis equivalente, dosis efectiva, dosis poblacional, etc.

“La radiactividad es peligrosa, pero también muy útil y se utiliza en áreas como curación del cáncer, imagen médica, producción de energía eléctrica, control de procesos industriales, diseño de medicamentos, esterilización de alimentos o datación arqueológica.”

La radiactividad puede ser natural o artificial. En el primer caso proviene de elementos presentes en la naturaleza, sin que haya intervenido el hombre en su creación. Los átomos radiactivos primarios se produjeron en la etapa de formación de las estrellas (nucleosíntesis primordial hace 5.000 millones de años) y todavía nos quedan sus restos. A partir de las series naturales de desintegración, tenemos los átomos secundarios que provienen de los primarios. Si esto fuera todo, al cabo de un cierto tiempo (que serán millones de años), todos los elementos habrían llegado a convertirse en isótopos estables, y ya no tendríamos radiactividad.

Sin embargo, esto no es cierto porque la tierra está sometida a un bombardeo continuo de radiación cósmica que proviene del sol y de galaxias lejanas en el espacio exterior. Esta radiación nos atraviesa directamente, pero también contribuye a la formación de nuevos isótopos radiactivos. Son los inducidos que se producen continuamente por interacción de la radiación

cósmica con la atmósfera y corteza terrestres (por ejemplo el Carbono 14 que es la base de la conocida técnica de datación).

La pregunta obvia que nos podemos hacer es ¿dónde hay radiactividad? Y la respuesta es literalmente, en todas partes, continuamente estamos recibiendo radiación ionizante en nuestros cuerpos. Las principales fuentes de radiactividad natural son los rayos cósmicos, el radón que proviene de la corteza terrestre, el resto de isótopos naturales también presentes en la corteza (U, Th), los alimentos y el propio cuerpo, que también contienen elementos radiactivos naturales. La tabla muestra la dosis promedio por habitante en España debida a la radiactividad natural.

La radiación cósmica es una radiación de muy alta energía y por la tanto muy dañina pero, afortunadamente, la mayor parte es absorbida en los cinturones de Van Allen que son unos anillos con forma aproximadamente toroidal que almacenan gran cantidad de electrones y protones y que están producidos por el campo magnético terrestre. Este apantallamiento desaparece en los polos terrestres y se debilita en una zona grande del Atlántico Sur debido a una anomalía en el campo.

Como ya se ha comentado, el Radón proviene del interior de la Tierra. La concentración de Radón en la atmósfera depende de la región geográfica, pero en general es inofensiva. Donde se convierte en muy peligroso es en las acumulaciones en sótanos, túneles o cuevas insuficientemente ventilados.

La radiación terrestre depende mucho de la zona geográfica donde se habite. Por ejemplo, los macizos montañosos graní-

TABLA 1.- Dosis promedio por habitante en España debida a la radiactividad natural

Origen	Dosis (mSv/año)
Radón	0.00-2.00
Cósmica	0.27
Terrestre	0.28
Interna	0.39
Total	1.76

ticos son más radiactivos que los valles. En España no hay regiones que presenten mucha radiación, el promedio son menos de 0.3 mSv/año, aumentando ligeramente en la sierra madrileña y en Galicia. Sin embargo, hay regiones del planeta que pueden superar los 50 mSv/año como Kerala en la India o Guarapari en Brasil, aunque hay que indicar que no se observa un incremento de las muertes por cáncer en esas regiones.

Como se ha indicado en la tabla, hay una cierta dosis que proviene de los isótopos radiactivos presentes en el interior del cuerpo incorporados por inhalación

o por ingestión. La tabla siguiente muestra la actividad promedio de los principales isótopos radiactivos presentes en el cuerpo humano. Como se observa, el más abundante es el C-14, ya mencionado previamente.

TABLA 2.- Principales isótopos radiactivos en el cuerpo humano	
Núcleo	Actividad (Bq)
Carbono-14	15000
Potasio-40	4400
Polonio-210	37.0
Tritio (H-3)	23.0
Uranio	1.10
Torio	0.11
Radio	1.10

Además de las fuentes naturales de radiactividad, también es posible producir radiactividad artificial. Por ejemplo, se generan isótopos radiactivos en reactores nucleares y en aceleradores de partículas y se pueden emitir radiaciones ionizantes mediante aparatos, como por ejemplo los de rayos X.

Llevamos viviendo con radiación desde la aparición de la vida en la Tierra. La radiación es necesaria ya que es el origen del calor del sol y la base de la evolución. La radiación cósmica es la primera causa de mutaciones, necesarias para la evolución. No podemos vivir sin radiactividad aunque queramos.

CÓMO SE DETECTA Y SE MIDE

La detección y medida de la radiactividad es uno de los elementos más importantes de los relacionados con este fenómeno físico, ya que de ello depende la seguridad respecto a ella, además de la mayoría de los medios de su utilización científica y técnica. Sin

embargo, su detección no deja de tener su dificultad, no en balde fue uno de los últimos elementos de la naturaleza en ser descubiertos por el hombre. La detección de cualquier fenómeno natural está basada en su interacción con la materia y, aunque pudiera parecer lo contrario, la radiactividad tiende a interactuar poco con la materia y, cuando lo hace, es habitualmente de forma muy sutil. Son básicamente 3 los medios por los cuales la radiactividad interactúa con la materia: *ionización*, por la cual la radiación libera algunos de los electrones de la corteza del átomo dejándolo cargado positivamente (ión); *desplazamiento*, por el cual la radiación mueve de su posición al átomo entero; y *nuclear*, que es cuando la radiación interactúa con el núcleo del átomo produciendo alguna reacción de desintegración en el mismo.

El medio que se utiliza más habitualmente para la detección de la radiación es la ionización. Cuando ésta se produce, los electrones de la corteza atómica quedan libres para moverse por el material, y pueden ser capturados en los electrodos mediante la aplicación de un campo eléctrico. De esta forma, la radiación aparece en el instrumento de medida correspondiente como un pulso eléctrico de corriente o tensión. Este es el proceso que más se utiliza para la detección instantánea de la radiación. Mediante la segmentación del material detector en muchas partes más pequeñas, cada una con sus propios electrodos para recoger la carga generada por la radiación, se puede localizar con cierta precisión la posición en el espacio en la que se ha producido la interacción y, por lo tanto, el punto por donde "ha pasado" la partícula concreta. Así se pueden obtener detectores llamados "de pistas" (*strip detectors*), por estar compuestos por largas tiras de sub-detectores que

permiten detectar el paso de una partícula en una dimensión, o detectores tipo "píxel" que permiten detectar el paso de las partículas en dos dimensiones. Si se colocan varios detectores de este tipo, unos detrás de otros en un determinado volumen, se podrán conocer los diversos puntos de paso de las diferentes partículas presentes en ese volumen, y por lo tanto su trayectoria. Estos métodos son los empleados en los experimentos de física de partículas para identificar el paso de partículas desconocidas para su descubrimiento (como en el LHC del CERN), o en aparatos de imagen médica para reconstruir en dos dimensiones la imagen de un cuerpo por el que se ha hecho pasar una determinada radiación (por ejemplo, rayos-X).

Por otro lado, la energía depositada por la radiación en el material puede producir cambios permanentes o semi-permanentes en el mismo. Por ejemplo, si los electrones que se liberan en el material, por causa de la radiación, son aquellos que formaban parte del enlace que varios átomos mantienen para formar una molécula concreta, esta molécula se rompe y el material cambia definitivamente. Este efecto es el

“La radiación es necesaria ya que es el origen del calor del sol y la base de la evolución.”

responsable de la "degradación" de materiales por causa de la radiación, muy importante en el caso de materiales orgánicos o seres vivos, como se verá en la sección dedicada a los riesgos de la radiactividad. En otras ocasiones, la energía depositada por la radiación se acumula en el material de forma semi-permanente. Esto último es muy empleado en la dosimetría, o medida de la radiación a posteriori. Un caso típico son los dosímetros Termoluminiscentes (TLD, por sus siglas en inglés) que están compuestos por un material que acumula la energía depositada por la radiación en forma de niveles excitados de los electrones de las cortezas de los átomos, liberándolos después en forma de luz al ser sometido a alta temperatura. De esta forma, con estos dosímetros se puede conocer la cantidad de radiación que han soportado en un tiempo determinado, sometiéndolos a alta temperatura y midiendo la intensidad de luz que emiten. Estos son unos de los dosímetros más empleados para la dosimetría personal en instalaciones radiactivas por su sensibilidad, facilidad de lectura y posibilidad de reutilización.

Un tema que está en el centro del interés científico son los dosímetros de neutrones. Estas partículas no son fáciles de detectar ya que no producen ionización, por lo que las técnicas habituales antes ex-



Radiómetro portátil.

plicadas no se pueden utilizar. Sin embargo, la detección de neutrones ha cobrado una importancia estratégica de primera magnitud por su posible utilización para la localización de materias radiactivas peligrosas en el transporte, que pudieran ser empleadas con fines terroristas. Para la detección de estas partículas, se utilizan medios de conversión que permitan, en base a alguna interacción intermedia, obtener finalmente ionización en algún material que pueda ser detectada por los métodos tradicionales. Uno de los medios, en los que más se está investigando, es la interposición de materiales cuyos átomos tengan una sección eficaz de interacción con los neutrones relativamente alta para interacciones cuyos residuos produzcan una alta ionización. Algún ejemplo de estos materiales pueden ser el Boro 10 o el Litio 6 que, al interactuar con los neutrones, producen la desintegración de su núcleo y la producción de una partícula alfa que, a su vez, produce una muy alta ionización en los materiales posteriores.

RIESGOS DE LA RADIATIVIDAD

La radiactividad es peligrosa, como también lo pueden ser las armas de fuego o los coches. La radiación puede matar, aunque también puede curar. Produce una serie de efectos en el organismo que dependen de la dosis. Su uso comporta beneficios, pero entraña un riesgo que debe valorarse y limitarse. En cualquier caso, la información es básica: Un riesgo no señalizado no es un riesgo, es un peligro. El riesgo proviene de dos sitios: irradiación externa y contaminación interna por ingestión o inhalación de isótopos radiactivos.

La radiación causa dos tipos de daño en el organismo. El primero se denomina

daño directo o también determinista. La aparición del daño es rápida, de minutos a días, y la gravedad depende de la dosis. A partir de 6 Sv la probabilidad de morir es prácticamente 1. Por otra parte, existe un umbral por debajo del cual no se produce ningún daño. Para que se produzcan lesiones importantes es necesario recibir dosis muy altas por lo que, generalmente, el daño directo sólo llega a producirse en accidentes graves.

El segundo tipo de daño es el daño diferido o estocástico. La aparición de una enfermedad se produce al cabo de años. En este tipo es la probabilidad de aparición del efecto (o frecuencia en la población) la que depende de la dosis, la gravedad es independiente de la misma. En cualquier caso, el efecto generalmente es un cáncer, que es muy grave siempre. Parece que no existe umbral de inocuidad en la dosis, aunque hay mucho debate al respecto.

El daño directo está bastante bien estudiado a partir de víctimas de accidentes radiactivos. Las lesiones son eritemas (quemaduras), esterilidad y muerte. La tabla adjunta muestra los efectos en el organismo en función de la dosis, aunque es posible resistir mayores dosis en zonas limitadas del cuerpo.

TABLA 3.- Daño directo de la radiación en el organismo en función de la dosis total recibida en el cuerpo entero

Dosis en todo el cuerpo (Sv)	Efecto
0.25	Sin efecto apreciable
0.50	Alteraciones en el hemograma
1	Nauseas y fatiga
2	Nauseas y fatiga acentuada
3	Nauseas y vómitos. 20% de mortalidad en 30 días
4	50% de mortalidad en 30 días
6	100% de mortalidad

Sin embargo, el daño diferido es poco conocido debido a las enormes dificultades para su estudio. Se sabe que la radiación produce un daño en las células por rotura de las cadenas de ADN que da lugar a cáncer, esterilidad y mutaciones. Para poder estudiar bien el efecto, se necesita hacer un seguimiento exhaustivo de grandes poblaciones sometidas a dosis de radiación conocidas durante periodos de tiempo muy largos. Por otra parte, cuando aparece un cáncer no trae una identificación de cuál ha sido su causa, por lo que es difícil distinguir si se ha producido por la radiación o por otra causa. Y por lo tanto, es necesario disponer de poblaciones semejantes a las irradiadas que hagan de muestra de control. Casi toda la información se había obtenido del estudio de las poblaciones de Hiroshima y Nagasaki, pero más recientemente se ha obtenido mucha más información a partir del desastre de Chernobil.

La probabilidad de aparición de un cáncer parece ser linealmente proporcional a la dosis. En el momento presente se tiene una cierta certeza del efecto de dosis elevadas de radiación, pero se desconoce qué sucede a bajas dosis.

Monumento levantado en Chernobyl por los bomberos caídos durante el desastre nuclear.

*Foto por Pedro Moura Pinheiro (www.flickr.com).



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

El concepto fundamental de la protección radiológica es el hecho de que los niveles de exposición del ser humano a la radiación deben ser mantenidos en el "mínimo razonablemente alcanzable", incluso aunque esos niveles estén por debajo de aquellos definidos como seguros o legalmente permitidos. Esto es lo que se conoce con el acrónimo de ALARA (As Low As Reasonably Achievable) y es lo que rige todas las normativas de protección de trabajadores en instalaciones radiológicas.

Tres son los factores básicos de protección frente a la radiación: tiempo, distancia y blindaje. En cualquier actividad u operación que implique exposición a la radiación, hay que reducir el tiempo de exposición al mínimo posible. Ello implica que se debe planear la operación con antelación, de forma que se pueda reducir el tiempo de trabajo y evitar imprevistos. La radiación se ve reducida en su intensidad, igual que el campo electromagnético, con el cuadrado de la distancia, por lo tanto se debe mantener la máxima distancia posible respecto a la fuente de la radiación en toda operación. Por último, si tiempo y distancia no son suficientes, habrá que interponer entre la fuente de la radiación y la zona de trabajo, un material adecuado, o blindaje, para reducir el nivel de radiación sobre las personas.

La radiactividad

Cada tipo de radiación requiere un blindaje diferente. Así, las partículas alfa son absorbidas fácilmente, incluso por la piel, a diferencia de los rayos X o gamma que necesitan gruesas capas de materiales pesados como el plomo, o los neutrones que son mejor apantallados con materiales ligeros.

En la definición de riesgos y niveles máximos permitidos, siempre se distingue claramente entre el público en general y los "trabajadores profesionalmente expuestos". La base de esta distinción es que los trabajadores de instalaciones radiactivas, del tipo que sean, siempre tendrán perfectamente controlado el nivel de radiación recibido con la utilización de dosímetros y otros tipos de instrumentos. Sin embargo, para el público en general no es tan fácil conocer exactamente las dosis recibidas. Por este motivo, los niveles máximos permitidos para el público, en general, siempre van divididos por un factor 10 de seguridad con respecto a los niveles máximos permitidos para trabajadores profesionalmente expuestos, que son los que están más directamente basados en los efectos conocidos de esas dosis sobre el organismo.

Otra apreciación, que conviene hacer sobre los niveles de radiación máximos permitidos, es que son diferentes para las diferentes partes del cuerpo. Los efectos de la radiación son más o menos perniciosos para un órgano dependiendo de la función que realice, de su capacidad de regeneración o de lo sensible que sea a los cambios. Así, no es lo mismo recibir una determinada dosis en las manos que en el cristalino y, por lo tanto, las dosis máximas permitidas serán diferentes para ambos órganos. Por otro lado, tampoco los diferentes tipos de radiación son igual de dañinos con la misma dosis depositada, ya que su interacción con el organismo es diferente. Las dosis máximas permitidas para el público en general son, según el Real Decreto 783/2001, de 1 mSv/año para el cuerpo entero; 15 mSv/año en el cristalino; y 50 mSv/año en las extremidades.

La radiactividad artificial está bien controlada, salvo accidentes. Y la cantidad de radiación que se recibe por persona del público en general, es decir, no profesionalmente expuesta, es muy pequeña. La mayor aportación proviene de las pruebas médicas (~0.23 mSv/año de media por habitante), hay una pequeña aportación debida a tubos de imagen (~0.004 mSv/año, hoy en fase de desaparición, sustituidos por las pantallas LCD) y finalmente tenemos una cantidad insignificante, equivalente a media hora de viaje en avión al año, como consecuencia de la industria nuclear (~0.002 mSv/año). Con todo esto, la dosis promedio anual por habitante en España es 2 mSv/año.

Existe una serie de organismos internacionales encargados de establecer los protocolos de protección radiológica y los límites de dosis permitidos, así como comités cien-

tíficos como la International Atomic Energy Agency (IAEA) o la International Commission on Radiological Protection (ICRP). En las Naciones Unidas se creó el United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), y en Europa existe la European Atomic Energy Community (EURATOM). En España, el organismo que se encarga de la protección radiológica es el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Las medidas de protección, a nivel nacional e internacional, de las que están encargados estos organismos son la vigilancia ambiental, en España existe la Red de Estaciones Automáticas (REA); la vigilancia dosimétrica individual, que habitualmente se transfiere a entidades certificadas para ello; o la vigilancia médica y epidemiológica. También se encargan de la justificación de los casos en que deben usarse las radiaciones como, por ejemplo, en casos de pruebas médicas cuestionables, como los TAC de cuerpo entero. Estos son también los organismos que establecen los límites de dosis y riesgo a las personas. Y, por último, se encargan de establecer los protocolos y normas de señalización adecuada de las zonas radiactivas y durante el transporte.

A modo de ejemplo de estas funciones, y para la utilidad del lector, diremos que en febrero de 2007 se presentó el nuevo símbolo para la señalización del peligro por radiación para el público en general. Este símbolo complementará al existente de tres puntas (ver figura) que según la IAEA "no tiene significado intuitivo y tiene poco reconocimiento más allá de los que han sido educados acerca de su sentido". Este nuevo símbolo de peligro por radiación fue diseñado tras un estudio de cinco años, que involucró a 1650 personas de edades y antecedentes diversos en 11 países "para asegurar que su mensaje de 'peligro, manténgase alejado' sea claro y entendido por todos." La IAEA dijo que el nuevo símbolo ayudará a reducir las muertes y lesiones por exposición accidental a radiación por ionización. Juzgue el lector por sí mismo.

Manuel Lozano y Miguel Ullán

Centro Nacional de Microelectrónica (IMB-CNM)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)



Páginas web donde obtener información adicional sobre radiación:

- europa.eu.int/comm/environment/radprot: European Commission (radiological protection pages):
- www.iaea.org: International Atomic Energy Agency.
- www.icrp.org: International Commission on Radiological Protection.
- www.unscear.org: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
- www.who.int: World Health Organization.

La radiación está presente en la tomografía axial computarizada (TAC).



PEREGRINAJE MATEMÁTICO EN EL CAMINO DE SANTIAGO

Este año 2010 es "Año Santo Jacobeo". El próximo Año Santo será el año 2021 (como publicita la Xunta de Galicia) mientras que el anterior fue el año 2004. Es curioso que el Año Santo de 1993 coincidió con la entrada en vigor del "Acta Única" que configuraba una Europa sin fronteras, situación muy unida al fenómeno europeo de la peregrinación a Santiago a lo largo de los tiempos.

POR PEDRO J. MIANA

Peregrinaje matemático en el Camino de Santiago

En el Curso de Verano “Matemáticas en el Camino de Santiago” de la Universidad de Zaragoza (Jaca, 14-16 de julio de 2010) hemos presentado diversos aspectos matemáticos que encontramos en este intercambio de culturas que es el Camino de Santiago.

¿CUÁNDO UN AÑO ES UN “AÑO SANTO JACOBEO”?

Fue el Papa Calixto II, en 1120, quien, dada la magnitud que alcanzaba la peregrinación a Santiago, decidió distinguir al santuario compostelano con el “Privilegio jubilar” o de los “Años Santos”, siendo aquéllos en los que el día 25 de julio, festividad del martirio de Santiago, sea domingo. El ciclo de 6-5-6-11 de los años jacobeos tiene su explicación en el ritmo de los años bisiestos y por tanto las reformas del calendario afectan a la denominación de Año Santo.

El sol tarda aproximadamente 365 días, 5 horas, 48 minutos, 45 segundos y 25 décimas en completar una vuelta sobre la eclíptica, este periodo se denomina año trópico o año tropical. Esta cantidad se puede escribir mediante la expresión:

$$365 + \frac{209275}{860400}$$

Una buena (en cierto sentido matemático, óptima) aproximación a la fracción anterior es:

$$\frac{97}{400}$$

lo cual significa que hay que añadir 97 días cada 400 años. El calendario gregoriano (que actualmente seguimos) establece que se añada un día (año bisiesto) cada 4 años, (eligiendo los años múltiplos de 4) excepto en tres de estas ocasiones (por eso 1700, 1800 y 1900 no fueron bisiestos y sí 2000). Este calend-

rio gregoriano (instaurado por el Papa Gregorio XIII en 1582 y que sustituía al calendario juliano impuesto por Julio César en el año 46 a.C.) hace que el próximo Año Santo sea el 2021 ya que el 2016 al ser bisiesto hace saltar el día 25 de julio de sábado (en el año 2015) a lunes (en el 2016).

La Vía Láctea conocida como Camino de Santiago.

Según cuenta la tradición cristiana, los restos del Apóstol Santiago el Mayor (decapitado por Herodes Agripa en el año 42 en Palestina) fueron sepultados por sus discípulos Atanasio y Teodoro en el bosque de Libredón en Galicia.

Reencontrados por un ermitaño llamado Pelayo (quien por la noches veía extraños resplandores en las cercanías del túmulo), es el obispo de Iria Flavio, Teodomiro, quien pone en conocimiento del monarca asturiano Alfonso II El Casto (c.760-842) el descubrimiento. Hábilmente utilizado por el monarca, la noticia llega hasta Carlomagno (742-814) quién escribe en su libro IV del Codex Calixtinus, capítulo I,

“El camino de estrellas que viste en el cielo significa que desde esta tierra a Galicia has de ir con un gran ejército a combatir a los pérfidos paganos y a liberar mi camino y mi tierra, y a visitar mi basílica y sarcófago. Y después de ti irán allí peregrinando todos los pueblos, de mar a mar, pidiendo el perdón de sus pecados y pregonando las alabanzas del Señor, sus virtudes y las maravillas que obró. Y en verdad que irán desde tus tiempos hasta el fin de la presente edad. Ahora, pues, marcha cuanto antes puedes, que yo seré tu auxiliador en todo.”

La Vía Láctea, al comienzo del día en los meses de verano, tiene la dirección NE-SE y es ésta la dirección que tomaban los peregrinos para

1.



2.



1.- Aparición de Santiago a Carlomagno. Libro IV del Codex Calixtinus.

2.- Mapa mundial en el Códice Vigilano, 976.

“Hacia el siglo X, el Camino de Santiago estaba en su apogeo. La orden de Cluny, recientemente fundada, promueve las peregrinaciones a Santiago.”

dirigirse a Santiago. En realidad la Vía Láctea también indicaba en la cultura celta un camino místico hacia donde moría el Sol y terminaba la tierra conocida, Finisterre.

El origen de los números en el Camino de Santiago.

Hacia el siglo X, el Camino de Santiago estaba en su apogeo. La orden de Cluny, recientemente fundada, promueve las peregrinaciones a

Santiago y a cambio, los reyes cristianos hacen generosas donaciones a sus monasterios. Nos detenemos en uno de estos monasterios en el Valle del Iregua, (La Rioja), en el Monasterio de San Martín de Albelda, actualmente desaparecido.

En el año 950 se calcula que eran doscientos los monjes que vivían en el Monasterio de Albelda, siendo registrado este mismo año «el primer peregrino jacobeo extranjero conocido de la historia». Éste fue Gotescalco, obispo de la ciudad francesa de Puy, quien se detuvo en el monasterio en su ruta hacia Santiago de Compostela para que sus amanuenses le realizaran una copia de un libro de San Ildefonso de Toledo (discípulo de Isidoro de Sevilla) y recogerla en su camino de vuelta. Pero estamos interesados en otro códice, el conocido actualmente por Códice Vigilano o Albeldense, actualmente en el Monasterio de San Lorenzo del Escorial en Madrid.

Este códice contiene diversas actas de concilios, fueros y calendarios; tratados de cronolo-

Peregrinaje matemático en el Camino de Santiago

gía y aritmética básica. Su autor principal es el monje Vigila quien al final del códice se retrata con sus principales colaboradores Sarracino y García, así como los reyes de Pamplona en cuyo tiempo fue redactada la obra, constando igualmente el nombre del monasterio en el que se realizó San Martín de Albelda y la fecha en que se terminó, 976. En unas de las páginas del Códice, el autor escribe:

"Y también a propósito de las cifras de la aritmética. Es necesario saber que los indios poseen una inteligencia muy sutil y que los restantes conceptos les ceden el paso en lo que concierne a la aritmética, la geometría y demás disciplinas liberales. Esto se pone de manifiesto de la mejor manera en las nueve figuras a través de las cuales expresan cada grado de no importa qué nivel. Esta es la forma:

9 8 7 6 5 4 3 2 1."

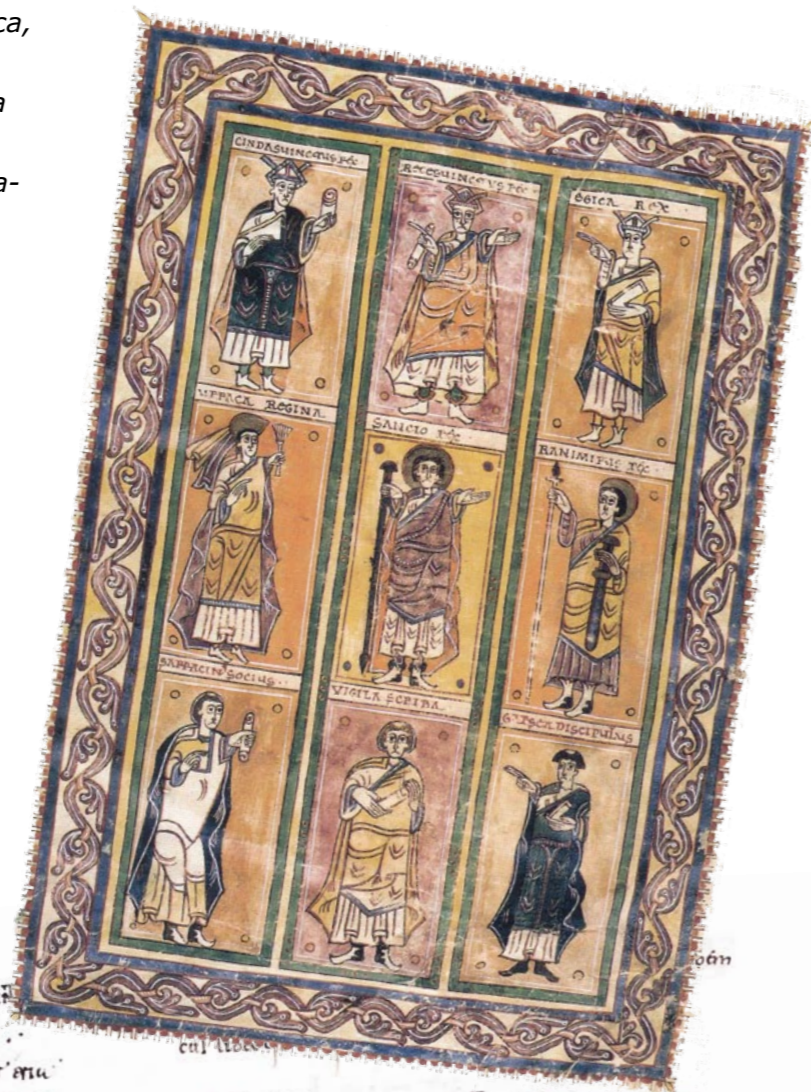
Es ésta la primera vez que aparecen las cifra hindo-arábigas (del 9 al 1, en sentido decreciente y sin el cero, véanse imágenes adjuntas) en la Europa occidental. Más detalles e imágenes pueden encontrarse

Retratos de reyes visigodos y navarros y de artífices del Códice Vigila, 976.

en las páginas web siguientes: <http://www.albelda.org/codice.htm> y <http://www.vallenajerilla.com/albeldense/index.htm> y en el magnífico libro «Vida de los números» de A. Durán et al.

El geómetra de Dios en las catedrales góticas de Burgos y León.

Avanzamos en el Camino y llegamos a Burgos. Su catedral gótica nos espera para descubrirnos algunas de sus maravillas. La primera catedral enteramente gótica fue la iglesia de la abadía de Saint-



9 8 7 6 5 4 3 2 1
De phonice vocabulo
 Cronica epice dicitur que luane temporum serie appellatur
 a tempore dum momentis horis dieb mensib annis usatur
 felix et amicus diuiduntur: Dicau sumu utim tempore
 a comunitatis tempore quod inuicem se humose
 a tempore a tempore a tempore: Momentu est dicitur

Dios geómetra y creador. Biblia de San Luis de la Catedral de Toledo, s. XIII



Denis, cerca de París, que se construyó entre los años 1140 y 1150. A pesar de que el estilo gótico fue un producto del norte de Francia, a mediados del siglo XIII la arquitectura gótica francesa había alcanzado Inglaterra, España y Alemania.

El 20 de julio de 1221, el rey de Castilla, Fernando III y el obispo de Burgos, Mauricio, ponen la primera piedra de lo que será lo que hoy conocemos como la catedral de Burgos y que sustituía al anterior templo románico. Para algunos autores, las proporciones de las catedrales góticas se basan en razones matemáticas las cuales expresaban la armonía intrínseca del mundo tal y como la estableció su creador. La representación medieval de Dios como geómetra con compás en la mano diseñando su creación (en la figura adjunta o en el Retablo del Espíritu Santo de la iglesia de Santa María de Manresa) ilustra esta idea.

La riqueza de las formas geométricas que aparecen en la catedral de Burgos es el contenido principal del libro «*Matemáticas en la Catedral de Burgos*» elaborado por el Grupo EstalMat de Burgos y la Asociación Castellano y Leonesa de Educación Matemática «Miguel de Guzmán». De una forma amena se proponen actividades matemáticas para estudiantes de secundaria. En particular queda mostrado el conocimiento geométrico de los artesanos que construyeron y decoraron esta catedral.

Nuestro siguiente destino es León y las magníficas vidrieras de su catedral. La catedral de León es, sin duda, el edificio español con mayor número de vidrieras medievales conservadas, especialmente del siglo XIII. Los artesanos medievales de los siglos XII y XIII perfeccionaron el arte de los vitrales. Pequeñas piezas de vidrio se teñían con brillantes colores como joyas. Esta preocupación por la luz coloreada en las catedrales góticas no fue

accidental, sino que fue ejecutada por gente inspirada en la creencia de que la luz natural era un símbolo de la divina luz de Dios. La luz es invisible, pero permite a la gente ver; de esta misma forma, Dios es invisible, pero su existencia permite que el mundo de la materia exista. De las 737 vidrieras de la Catedral de León, una de las más conocidas es la Vidriera de La Cacería, que representa a Carlomagno rodeado de las diversas artes y ciencias del Trivium (Gramática, Retórica y Lógica) y del Quadrivium (Astronomía, Geometría, Aritmética y Música) representadas en forma de alegorías siguiendo la tradición de Marciano Capella. Sin embargo, nos vamos a detener ahora en otra vidriera, la Nº 5 de la zona Norte. Allí se representan las artes del Quadrivium directamente, sin formas alegóricas.

El movimiento del Botafumeiro

Después de varios cientos de kilómetros hemos llegado a Santiago. La plaza del Obradoiro nos recibe. Asistimos a la misa Solemne del Peregrino a las 12 horas del domingo y contem-

Peregrinaje matemático en el Camino de Santiago

plamos el volteo del Botafumeiro ("esparcidor de humos" en gallego). Este enorme incensario fue donado por el rey Luis XI de Francia en 1554 y robado por las tropas de Napoleón en 1809 durante la Guerra de la Independencia.

El Botafumeiro actual pesa aproximadamente 80 kg. y oscila colgado de unas cuerdas de 20 m. de longitud a lo largo del crucero de la catedral; puede llegar a alcanzar los 68 km/h. Un grupo de 8 tiraboleiros impulsa el botafumeiro cuando el ángulo con la normal es nulo y sueltan cuando el ángulo es máximo. El catedrático Juan R. Sanmartín de la Universidad Politécnica de Madrid ha estudiado en detalle las ecuaciones diferenciales que rigen el movimiento no conservativo del Botafumeiro. En el cuadro

anexo presentamos el resumen de su primer trabajo sobre este tema publicado en 1984 en la revista American Journal of Physics.

El estudio de Sanmartín tuvo y tiene gran repercusión. Una simulación del movimiento del Botafumeiro puede encontrarse en la siguiente dirección de la Universidad de Nantes: <http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/Meca/Oscillateurs/botafumeiro.html>.

Recientemente, diversos investigadores del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad de Santiago de Compostela han diseñado un Botafumeiro virtual tomando en cuenta el estudio matemático de Sanmartín, véase más detalles en el artículo: <http://www.labsis.usc.es/mar/publicaciones/Botafumeiro%20VR06.pdf>.

Comentarios finales y conclusiones

El 22 de septiembre de 2008 visitó Santiago de Compostela Stephen Hawking, ocupante de la Cátedra Lucasiana de Matemáticas de la Universidad de Cambridge hasta su jubilación en 2009. El primer titular de esta cátedra fue Isaac Barrow, quien fue sucedido por Sir Isaac Newton. Este verano de 2010 Hawking ha polemizado sobre la existencia de Dios y la física moderna.

Matemáticos que han realizado el Camino de Santiago o han nacido en sus proximidades pueden encontrarse en el libro de la profesora M. Victoria Veguín, "Matemáticas en el Camino de Santiago", así como otros hechos, descubrimientos e incluso anécdotas matemáticas presentes en el Camino.

Me gustaría terminar agradeciendo a la decana A. Elduque y a la vicedecana C. Aldea la invitación para colaborar en esta revista; a los profesores A. Durán, V. Lanchares, C. Garcés, y B. Barceló su participación en el Curso de Verano, anteriormente citado, y a los alumnos inscritos, su asistencia sin la cual hubiera sido imposible la realización del mismo.

Bibliografía

- A. Durán, *Pasiones, piojos, dioses ...y Matemáticas*. Ediciones Destino, Barcelona, 2009.
- G. EsTalMat de Burgos, *Matemáticas en la Catedral de Burgos*, Caja Círculo Obra Social, Burgos, 2009.
- A. Manuel, A. Durán y G. Ifrah, *Vida de los números*. T Ediciones, Madrid, 2006.
- J.R. Sanmartín, *O Botafumeiro: Parametric pumping in the Middle Ages*, Am. J. Phy. **52**(10), (1984) 937-944.
- J.R. Sanmartín, *La física del botafumeiro*, Investigación y Ciencia, 161 (1990) 7-10.
- M.V. Veguín, *Matemáticas en el Camino de Santiago*, Ediciones Orto, Madrid, 1998.

Pedro J. Miana

pjmiana@unizar.es

Departamento de Matemáticas
Facultad de Ciencias & I.U.M.A.
Universidad de Zaragoza

O Botafumeiro: Parametric pumping in the Middle Ages.

Juan R. Sanmartín

*Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos,
Universidad Politécnica de Madrid,
Madrid, Spain*

(Received 1 August 1983; accepted for publication 18 January 1984)

The pendular motion of a giant censer (O Botafumeiro) that hangs in the transept of the cathedral of Santiago de Compostela, and is cyclically pumped by men who pull at the supporting rope, is analyzed. Maximum angular amplitude attainable, and number of cycles and time needed to attain it, are calculated; the results agree with observed values (- 82°, - 17 cycles, - 80 seconds) to the few percent accuracy of both the analysis and the observations and parameter measurements. The energy gain in a pumping cycle is obtained for an arbitrary pumping procedure to two orders in the small fractional change of pendular length; the relevance of the ratio (characteristic radial acceleration during pumping)/g to the gain is discussed. Effects due to rope mass, air drag on both Censer and rope, and the fact that the Censer is not a point mass, are considered. If the pumping cycle is inverted once the maximum amplitude has been attained, the Censer could be swiftly brought to rest, avoiding the usual violent stop. Historically recorded accidents, rope shape, and the influence of relevant parameters on the motion are discussed.

Las siguientes ecuaciones que rigen el movimiento son propuestas por Sanmartín. Considera la energía de un péndulo simple:

$$E = T + U = 1/2 (ML^2 \dot{\theta}^2) + MgL (1 - \cos\theta)$$

y en el caso de la amplitud máxima θ_m se tiene que $\theta' = 0$ y por tanto:

$$E = MgL (1 - \cos\theta_m) \\ \theta' = 2(g/L)^2 (\cos\theta - \cos\theta_m),$$

La acción de los tiraboleiros se considera a través de las ecuaciones de un péndulo variable:

$$M (2r'\theta' + r\theta'') = -Mg \sin\theta \\ M (r'' - r\theta'^2 - g \cos\theta) = -F$$

donde F es la tensión de la cuerda.



Vidrieras en la Catedral de León.

* Foto por Francisco-1953 (www.flickr.com).

A LAS PUERTAS DE 2011: AÑO INTERNACIONAL DE LA QUÍMICA

En poco más de dos siglos la industria y la investigación químicas se han hecho imprescindibles en la consecución del bienestar de las poblaciones, y su desarrollo es un indicador del potencial de las naciones. La Química estudia de forma predominante los fenómenos a nivel molecular.

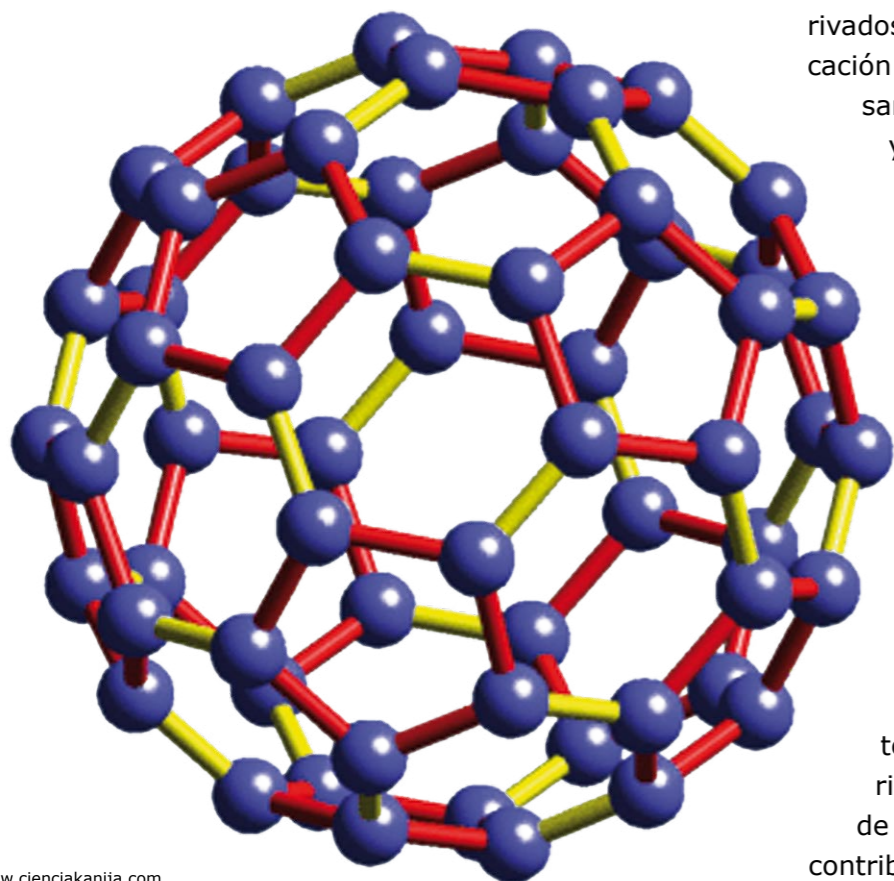
En palabras del profesor de Oxford, Peter Atkins, "Bebiendo su café usted digiere sus moléculas. Cuando admiramos los colores de una orquídea o los detalles de un paisaje, estamos admirando las moléculas. Al saborear los alimentos y bebidas nos deleitamos con ellas. En definitiva, estamos hechos de moléculas". Es una ciencia que se relaciona con todas las demás en mayor o menor medida. A pesar de no disfrutar de la cobertura que los medios de comunicación prestan a otras disciplinas académicas, es una de las que ha tenido un mayor impacto en las costumbres y valores sociales.

POR MIGUEL CARRERAS

Sede de la ONU en Nueva York.

*Foto por G Twy (www.flickr.com).

A las puertas de 2011: Año Internacional de la Química



*www.cienciakanija.com

De alguna manera, la historia de la Química, desde la Antigüedad y la Alquimia, pasando por la revolución química de Lavoisier y Dalton hasta nuestros días, permite un análisis del funcionamiento del espíritu humano, los mecanismos del avance científico y las leyes de su desenvolvimiento.

Los sectores industriales químicos protagonizaron un extraordinario despegue en la segunda mitad del siglo XX por el auge de nuevas materias primas, especialmente el petróleo, el gas natural y sus de-

“La Química es una ciencia imprescindible para comprender el funcionamiento de nuestro planeta y del universo.”

rivados, pero también por la alta purificación de los gases y el alto grado de desarrollo de las fábricas de colorantes y de materiales plásticos diversos. La industria química experimentó una auténtica revolución con la automatización. Estos y otros factores le confirieron un trascendental papel económico y estratégico en las sociedades del siglo XXI. Como dice el historiador William C. Dampier: “El instrumental químico de hoy en día es mucho más complejo que el de tiempos pasados recientes. Pocos individuos particulares pueden permitirse hoy los gastos que supone un buen laboratorio. Al parecer, han pasado los días de los aficionados que tiempo atrás contribuyeron grandemente al avance de las Ciencias. La mayoría de los gobiernos subvencionan en mayor o menor medida la investigación. Cuanto mayores sean los esfuerzos para fomentar la capacidad investigadora y los apoyos públicos y privados, más acentuado será el grado de bienestar de los pueblos”.

La vertiginosidad con que se producen los cambios en nuestra época no permite realizar aseveraciones o predicciones sobre lo que nos espera, so pena de caer en vaticinios erróneos siguiendo los ritmos y cadencias de otros tiempos. Pero aventuraremos algunas posibilidades abiertas: la Química está llamada a tener un fuerte protagonismo en la producción de nanomateriales que superen los problemas de los materiales convencionales y en sus aplicaciones para renovados métodos de análisis clínicos, detección, diagnóstico y curación de enfermedades más eficaces y

económicos, aplicables en todos los países independientemente de su poderío, así como en la búsqueda de formas universales de abordar el cambio climático. La habilidad de los químicos ha servido para crear moléculas que generan agradables sensaciones olfativas y visuales, pero también puede usarse para engañar al cerebro en la apreciación de los estímulos con modificación de productos como el opio, la coca y otros psicotrópicos, a la vez excitantes y devastadores, que hay que contemplar con inquietante preocupación.

En comunicación con la biología, una de las metas es crear prototipos simuladores de la función celular e intentar el desarrollo de la fotosíntesis más allá de las plantas. También profundizar en el estudio de la estructura de las proteínas y su modificación según convenga. Se trabaja en la mejora y abaratamiento de métodos de potabilidad de aguas y en un mayor conocimiento de los alimentos así como en la indagación de las técnicas de autoensamblaje de moléculas y otros experimentos para ahondar en el entendimiento del origen de la vida. También las investigaciones de nuevos y más eficientes recursos energéticos, reemplazando sin costes para el entorno los productos de las petroquímicas, son tareas que ya se han iniciado. La preparación de materiales para la medicina regenerativa y la biónica, y otros con insospechables aplicaciones, es otro desafío. Interdisciplinariamente y siguiendo las directrices de la sociedad a través de sus instituciones, haciendo especial hincapié en procesos óptimos medioambientalmente, se intuye y desea que podamos encontrarnos ante un futuro esperanzador más equilibrado y sostenible de la mano de las nuevas generaciones de químicos.

La Asamblea de la Unión de Química Pura y Aplicada (IUPAC) reunida en Turín en 2007, acordó proponer a Naciones Unidas celebrar un evento mundial con la Química como protagonis-

ta y en diciembre de 2008 la Asamblea General de la ONU proclamó 2011 Año Internacional de la Química, coincidiendo con el centenario de la concesión del Premio Nobel a Marie Curie. En la declaración institucional se afirma: “La Química es una ciencia imprescindible para comprender el funcionamiento de nuestro planeta y del universo”. El objetivo es concienciar a la población sobre las contribuciones de esa ciencia al bienestar de la humanidad, haciendo énfasis en la importancia de la educación en química para entender la búsqueda de soluciones que incrementen la prosperidad general. Puede ser la oportunidad en nuestro país para mejorar el imaginario colectivo de la Ciencia Química, potenciar su enseñanza y favorecer su divulgación diáfana, inteligible y rigurosa.

Con ese motivo, se celebrarán en todo el mundo actos conmemorativos y Zaragoza, a la vanguardia de la comunicación de la Ciencia en nuestro país, no va a dejar pasar la oportunidad de dar a conocer los logros pasados y presentes y las perspectivas de futuro de la Química. Por ello las instituciones aragonesas, Facultad de Ciencias, CSIC- Aragón, Colegio de Químicos, Federación de Empresas Químicas y de Plásticos de Aragón (FEQPA) y Real Sociedad Española de Química en Aragón junto a Ciencia Viva, hemos programado un conjunto de variadas actividades divulgativas, para desarrollar durante el año, que cuentan con la colaboración de distintas entidades públicas y privadas.

Miguel Carreras

Presidente de la Asociación Ciencia Viva

Puentes de comunicación con nuestros

ANTIGUOS ALUMNOS

The screenshot shows the homepage of the 'CIENCIAS ZARAGOZA' website. The navigation bar includes 'General', 'Futuros alumnos', 'Alumnos', 'Antiguos alumnos', 'Exchange students', 'PDI', 'PAS', 'Empresas', and 'Educación Secundaria'. The main content area is divided into several sections: 'Presentación', '¿Dónde estamos?', '¿Quiénes somos?', 'Nuestra oferta académica', 'Nuestra investigación', 'Nuestras instalaciones', 'Nuestros servicios', 'Museo de Ciencia', and 'Inscripción Antiguos Alumnos'. The 'Inscripción Antiguos Alumnos' button is highlighted with a red circle. The footer contains contact information and the text 'Diseño y desarrollo MásterBD1'.

The screenshot shows the 'Inscribirse' registration form. The form is divided into several sections: 'Datos Personales', 'Datos académicos', 'Datos Profesionales', and 'Datos de validación de usuario'. The 'Datos Personales' section includes fields for 'Apellidos*', 'Dirección*', 'Población*', 'País*', 'Teléfono', 'e-mail*', 'Lugar de nacimiento', and 'Nacionalidad'. The 'Datos académicos' section includes 'Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias', 'Título*', 'Año de finalización de estudios*', and 'Añadir más titulaciones...'. The 'Datos Profesionales' section includes '¿Está trabajando actualmente?' (SI/NO), 'Sector empresa*', 'Empresa*', 'Cargo*', 'Dirección*', 'Población*', 'País*', 'e-mail*', 'Código CNAE (ver anexo)', 'Fecha de inicio* (dd/mm/aaaa)', 'Código Postal*', 'Provincia*', and 'Teléfono'. The 'Datos de validación de usuario' section includes 'Usuario*' and a note '(Entre 5 y 20 caracteres)'. The form also features a 'Pulsar para confirmar' button.

¡Te estamos esperando!

Si eres Antiguo Alumno
INSCRÍBETE EN NUESTRA WEB

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

Potenciar foros de encuentro entre jóvenes investigadores: Escuela Internacional en Física de Astropartículas (ISAPP-2010)

La edición 2010 de la Escuela Internacional en Física de Astropartículas (ISAPP) se celebró durante el pasado mes de julio en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, organizada por el Grupo de Física Nuclear y Astropartículas (GIFNA). Ha probado ser un foro ideal para poner en contacto a jóvenes investigadores de diferentes países en el campo de las astropartículas, para potenciar futuras colaboraciones entre sus grupos de origen y para desarrollar competencias científicas, lingüísticas y sociales entre los participantes. Crear un ambiente distendido y agradable es el primer paso para impulsar el aprendizaje y creemos que en este curso se ha conseguido.



Fotografías de la Facultad de Ciencias.

Cada año, ISAPP organiza escuelas dirigidas a estudiantes de doctorado (experimentales y teóricos) en los ámbitos de la astrofísica y de la física de partículas para tratar de impulsar un campo marcadamente interdisciplinar en pleno auge: la física de astropartículas. En 2010 se han celebrado dos escuelas: una en Zaragoza (del 13 al 22 de julio), focalizada en una aproximación multimensajero a la física de astropartículas, y la segunda en Pisa (del 26 de septiembre al 5 de octubre) dedicada al estudio de las ondas gravitacionales.

La escuela organizada en Zaragoza se centró en el estudio de la evolución y composición del Universo a gran escala, así como de objetos astrofísicos de interés, haciendo especial hincapié en las distintas aproximaciones observacionales y experimentales, que de forma complementaria contribuyen al avance científico en los ámbitos de la astrofísica y la física de partículas.

50 estudiantes y 13 profesores de distintos países participaron en esta escuela que impartió sus sesiones en la Sala de Grados de la Facultad de Ciencias. La participación de los estudiantes fue muy activa, teniendo tiempo reservado para discusiones entre ellos y con los profesores, para la resolución de problemas y para la presentación de sus trabajos de investigación mediante pósters que estuvieron expuestos en el Hall de la Facultad de Ciencias durante el periodo de impartición de la escuela.

Entre las actividades programadas en el marco de ISAPP 2010 - Zaragoza hay que destacar una conferencia (en castellano) dirigida al público en general "El vacío y la nada", que impartió el destacado físico de partículas español Álvaro De Rújula, el 15 de julio, a las 19:30 horas, en el Aula Magna del Edificio Paraninfo de la Universidad de Zaragoza, así como una visita, para los estudiantes participantes en la escuela, a las instalaciones del Laboratorio Subterráneo de Canfranc. En paralelo, y con el objetivo de impulsar un mejor conocimiento de nuestra cultura y patrimonio entre los asistentes a la escuela, se incluyeron en la agenda de actos sociales sendas visitas guiadas al castillo de la Aljafería y al museo de la catedral de Jaca.

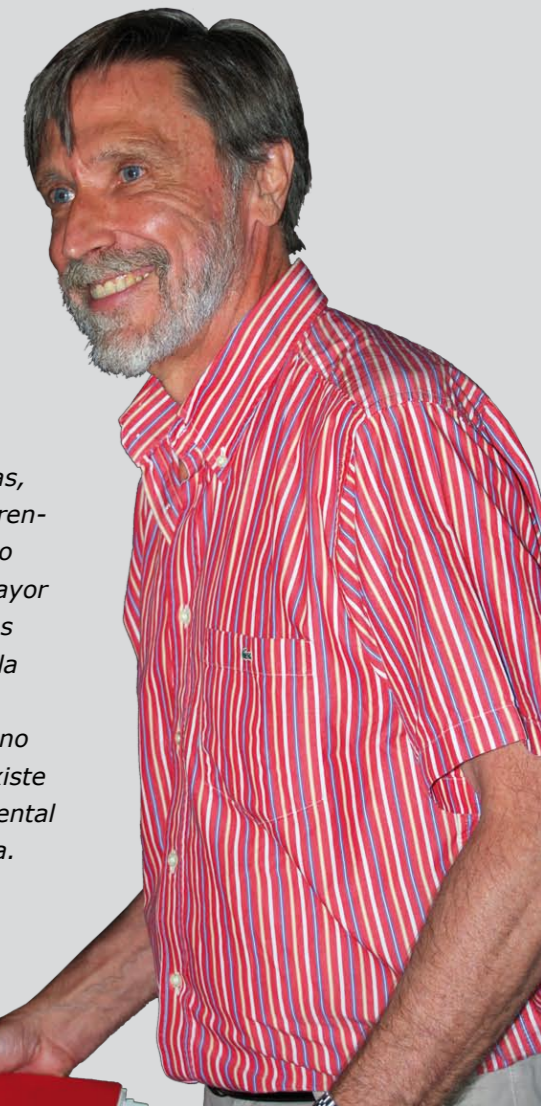
EL VACÍO Y LA NADA

Álvaro de Rújula es un destacado físico teórico. Forma parte desde 1977 de la división teórica del CERN, de la que fue director. Doctor en Física Teórica por la Universidad Complutense de Madrid, ha ejercido como profesor en esta misma universidad, en el Institut des Hautes Etudes Scientifiques (IHES) de París, en la Harvard University y desde 1985 es profesor de la Boston University. Es colaborador del Premio Nobel de física Sheldon Glashow y ha trabajado en temas relacionados con el estudio de la estructura interna del átomo, la cosmología y la astrofísica.

El reconocido físico teórico Álvaro de Rújula dio una conferencia dirigida al público en el Aula Magna del Paraninfo de la Universidad de Zaragoza. El vacío, no la nada, fue analizado, en su fundamental relación con los posibles descubrimientos del LHC y las más recientes observaciones astronómicas del Universo a escala cosmológica:

Estudiando "lo que son las cosas" a nivel microscópico descubrimos cuán simples son, cómo la gigantesca variedad de todo lo que "vemos" se rige por leyes que también son simples, poco numerosas y "unificadas". El Universo en su niñez era una "sopa" de partículas, más y más energéticas a medida que miramos más lejos hacia el pasado. Es así como la física "de alta energía" nos permite, entre otras cosas, comprender mejor el Universo cuando era muchísimo más joven. Pero el estudio del Cosmos implica grandes sorpresas: solo sabemos en qué consisten el 4% de sus "ingredientes". El 96% restante lo "vemos" muy indirectamente. Tanto a las más pequeñas como a las más grandes escalas, el ente que peor comprendemos es el vacío, cuyo entendimiento es el mayor reto de la física de altas energías, así como de la cosmología. Como discutiré, el vacío parece no estarlo en absoluto: existe una diferencia fundamental entre el vacío y la nada.

Álvaro de Rújula.



Potenciar foros de encuentro entre jóvenes investigadores: Escuela Internacional en Física de Astropartículas (ISAPP-2010)

Para todos los que hemos participado, la organización de esta escuela ha sido una valiosa experiencia. El contacto con los jóvenes siempre aporta entusiasmo y motivación y resulta enriquecedor en las dos direcciones: los profesores del curso se han visto estimulados a presentar cuestiones en muchos casos arduas y complejas de una forma comprensible y asimilable por un variado auditorio; los alumnos han hecho el esfuerzo de acercarse a

ámbitos de la vanguardia de la física de astropartículas no directamente relacionados con su línea principal de investigación, todavía en sus



comienzos. El carácter internacional del curso aporta un ingrediente adicional: pone en contacto a estudiantes de diferentes países que trabajan en campos próximos de investigación y les permite establecer vínculos personales y profesionales con los colegas de su generación en un ambiente distendido, compartiendo residencia, comidas, actividades culturales y sociales. Al fin y al cabo, muchos de los asistentes a este curso serán dentro de algunas décadas los investigadores responsables de muchos de los grandes proyectos europeos en astropartículas.

Creemos que este curso ha conseguido crear un ambiente relajado y cordial que potencia el aprendizaje, se han llevado a cabo numerosas sesiones de discusión entre el profesorado y los estudiantes, se han propuesto problemas que los estudiantes han resuelto de forma conjunta y uno de ellos ha presentado ante el resto, se han defendido de forma entusiasta los pósters de los trabajos de investigación que los participantes desarrollan en sus instituciones de origen.

Al principio de la escuela parecía difícil "romper el hielo" y lograr que los estudiantes y profesores se "soltaran", pero sólo hay que proponérselo un poquito...

Susana Cebrián, Theopisti Dafni, Carlos Pobes, María Luisa Sarsa y José Ángel Villar.

ISAPP-2010.

“Muchos de los asistentes serán los investigadores responsables de muchos de los grandes proyectos europeos en astropartículas.”



VISITA A LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO SUBTERRÁNEO DE CANFRANC (LSC)

El Hall principal del LSC se convirtió durante unas horas en un aula en la que se impartió la sesión dedicada a la Física Subterránea. A continuación se visitaron las instalaciones recién reacondicionadas del Laboratorio para terminar el día visitando el museo de la catedral de Jaca.

II Campus de Profundización Científica para Estudiantes de Secundaria

Del 30 de junio al 9 de julio y del 11 al 20 de julio de 2010, se celebraron en Jaca los dos turnos del II Campus de Profundización Científica para estudiantes de Secundaria, de todas las Comunidades Autónomas. Este Campus estuvo promovido por el Ministerio de Educación y organizado por la Real Sociedad Española de Física (RSEF), y participaron dos estudiantes de cada Comunidad en cada uno de los turnos. Los estudiantes fueron seleccionados por las Consejerías de Educación entre los que superaron con sobresaliente las asignaturas de Ciencias del 4º curso de la ESO.

Dado que la puesta en marcha de este segundo Campus fue muy tardía, se decidió desde

un principio mantener la estructura ya probada con éxito en la "experiencia piloto" de 2009, aunque reduciendo la duración de los turnos a diez días. Al igual que en esta primera edición del Campus, la sede académica fue el IES "Domingo Miral" de Jaca. La dirección estuvo a cargo de Carmen Bello Thoman y Germán Tomás Mora, Directora y Jefe de Estudios del IES respectivamente, y José Tornos y J. Alberto Carrión, Profesores del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Zaragoza.

Los objetivos que se pretendieron alcanzar fueron:

- Reconocer a los estudiantes el esfuerzo individual realizado en sus estudios de Educación Secundaria.

“Las actividades académicas deben ser amenas y versar sobre aspectos de las Ciencias básicas.”



- Introducirles en el ámbito científico experimental en un entorno que combine aspectos formativos con lúdicos.
- Incrementar su formación tanto científica como cultural y medioambiental a través de talleres, charlas, conferencias y excursiones.
- Favorecer la convivencia e intercambio de experiencias entre estudiantes de todas las Comunidades Autónomas españolas.

La organización del Campus se hizo cargo de los estudiantes en la estación de Delicias de Zaragoza, los días 30 de junio y 11 de julio. Desde allí se trasladaron en autobús hasta la Residencia de la Universidad de Zaragoza en Jaca.

El día 1 de julio en el "Salón de Ciento" del Ayuntamiento de Jaca tuvo lugar el acto solemne de inauguración del Campus, presidido por María Victoria Broto, Consejera de Educación del Gobierno de Aragón, Rosa Peñalver, Directora General de Evaluación y Cooperación Territorial del Ministerio de Educación, Rosario Heras, Presidenta de la RSEF, Enrique Villarroya, Alcalde del Ayuntamiento de Jaca, José Antonio Mayoral, Vicerrector de Profesorado de la Universidad de Zaragoza y, en representación de la Dirección del Campus, Carmen Bello y José Tornos.

El Acto de Clausura se celebró en el mismo "Salón de Ciento" y estuvo presidido por Enrique Villarroya, Rosario Heras, Carmen Martínez Urtasun, Directora General de Política Educativa del Gobierno de Aragón, Guillermo Iturbe, Director del Servicio Provincial de Educación, Cultura y Deporte de Huesca, y los directores del Campus.

Las actividades académicas fueron programadas y realizadas conforme a los siguientes criterios:

- a. Todos los participantes del Campus son estudiantes de alto rendimiento. En consecuencia, las actividades deben tener un nivel alto, aunque compatible con su formación académica reglada.
- b. Como uno de los aspectos débiles de la formación científica de nuestros estudiantes es la escasa atención a las prácticas de laboratorio, las actividades del Campus consistieron principalmente en *talleres experimentales*, acompañados de las imprescindibles explicaciones teóricas previas.
- c. Dado que el Campus de Profundización está dirigido a estudiantes de excelencia, su participación es un premio. Por tanto, las actividades académicas deben ser amenas y versar sobre aspectos de las Ciencias básicas que, además de ser interesantes y atractivos, por una parte les sirvan para



II Campus de Profundización Científica para Estudiantes de Secundaria

sus estudios inmediatos de Bachillerato y, por otra, estimulen su interés por la Ciencia y la Investigación.

- d. Se ha pretendido dar al Campus cierto carácter de congreso, con sesiones ordinarias especializadas y conferencias plenarios. Sin duda alguna, los jóvenes estudiantes participantes no habrán tenido experiencia previa en este sentido, y por ello se ha considerado de alto valor didáctico la inclusión de Conferencias impartidas por científicos de acreditado prestigio, abiertas al público en general y en un salón no perteneciente al Instituto sede del Campus.

De acuerdo con las anteriores consideraciones, se llevaron a cabo en cada una de los dos turnos 12 talleres sobre Matemáticas, Física, Química, Biología y Geología, y de forma transversal temas medioambientales. Además se impartieron dos charlas didácticas preparatorias de la observación astronómica nocturna realizada en las proximidades de Sabiñánigo y de la visita al Laboratorio del túnel de Canfranc. Abiertas al público se organizaron también dos conferencias, una en el Palacio de Congresos y en otra en el Ayuntamiento, y una actuación del "Circo de la Ciencia" en el Paseo de la Constitución.

La puesta en marcha de todas estas actividades requiere contar con un amplio equipo de profesores y de unas instalaciones adecuadas. Al igual que en la primera edición de 2009, el Instituto de Educación Secundaria "Domingo Miral" de Jaca fue elegido como sede del Campus, precisamente por disponer de unos bien dotados laboratorios, de salas de informática y otras instalaciones adecuadas para el desarrollo del Campus. Además este Instituto, consolidado tras casi cincuenta años de actividad docente, cuenta con una plantilla de excelentes profesores de Ciencias con una decidida actitud hacia la educación.

Se programaron excursiones y visitas como actividades culturales y, en cierta medida, como recompensa por el acreditado rendimiento aca-

démico de los participantes, potenciando su formación no sólo científica sino social, cultural, histórica y medioambiental.

En concreto, los estudiantes tuvieron oportunidad de visitar en Jaca su Catedral, el Museo Diocesano recientemente reacondicionado y el Castillo de San Pedro, más conocido como la Ciudadela, que alberga una gran colección de miniaturas militares. Además visitaron una exposición de hologramas, patrocinada por la Cátedra "José María Savirón", y las instalaciones del túnel internacional del Somport y del Laboratorio Subterráneo de Canfranc.

El domingo de cada turno se realizó una excursión al Espacio Natural de la Selva de Oza, en las proximidades de Hecho. Durante una marcha de más de tres horas, los estudiantes conocieron la fauna, flora y la morfología del valle, explicadas por los profesores de Biología y Geología del IES "Domingo Miral".

Por último, visitaron el Monasterio de San Juan de la Peña, cuna del Reino de Aragón, y el "Balcón de los Pirineos" donde se disfruta de una magnífica vista panorámica de esta cordillera. Se programaron dos Charlas y dos Conferencias de Actualidad por turno, cuya temática y conferenciante se detallan a continuación:

- Charla sobre astropartículas, preparatoria de la visita al túnel del Somport y al Laboratorio Subterráneo de Canfranc. José Ángel Villar (3 de Julio), Rafael Núñez-Lagos (17 de julio; *La radiactividad y el Universo*) Catedráticos de Física Atómica y Nuclear de la Universidad de Zaragoza.
- Charla preparatoria de la observación astronómica. Alberto Virto (6 y 16 de julio). Decano en Aragón del Colegio Oficial de Físicos.
- *Química para disfrutar*. Mariano Laguna. Coordinador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Aragón.
- *La investigación científica española en la Antártida*. Miguel Bernabé. Médico colabo-



rador en la Base Antártica Española Juan Carlos I.

- *Las nuevas tecnologías del Hidrógeno frente al reto energético*. Víctor Orera, Profesor de Investigación del CSIC.
- *La Ciencia de la Meteorología*. Eva Berlanga y Eduardo Lolumo, Meteorólogos de Aragón TV.

En todo momento los estudiantes, todos ellos menores de edad, han estado atendidos por cuatro monitores acreditados, que se encargaron también de la organización y desarrollo de actividades de tiempo libre.

Además, para las actividades de laboratorio se ha contado con dos estudiantes de Química de la Facultad de Ciencias de Zaragoza, Hugo García y Alejandro Tomás, que han ayudado tanto en la preparación del material de laboratorio como en la realización de los talleres.

Para conocer el desarrollo del Campus, el grado de consecución de los objetivos establecidos así como el grado de satisfacción de los participantes al término de cada turno, los estudiantes cumplimentaron una encuesta. A la vista de las respuestas dadas, el grado de satisfacción de los estudiantes fue elevado, considerando mayoritariamente que las actividades resultaron interesantes e idóneas para la consecución de los objetivos propuestos.

Los directores del Campus quieren, por último, mostrar su agradecimiento a todas las Institu-

ciones que han colaborado en su organización y desarrollo:

Ministerio de Educación y en particular a su Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial, Real Sociedad Española de Física, Ayuntamiento de Jaca, Consejería de Educación del Gobierno de Aragón, en particular a su Dirección General de Política Educativa, Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias y Departamento de Física Aplicada, Residencia de la Universidad de Zaragoza en Jaca y Colegio Oficial de Físicos de España.

En este apartado de reconocimientos, no podemos dejar de agradecer la colaboración de los diversos profesores y conferenciantes, y en particular del profesorado de Ciencias del IES "Domingo Miral".

La idea de promover actividades de profundización para los estudiantes de excelencia es muy loable, y los resultados de este II Campus han sido muy positivos, por lo que es de esperar que esta iniciativa tenga continuidad en años posteriores.

J. Alberto Carrión y José Tornos

Dpto. de Física Aplicada
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

LA EDUCACIÓN...

...UN PROYECTO GLOBAL DESDE LA FACULTAD DE CIENCIAS.

Con los estudiantes de Secundaria y Bachillerato.

Jornadas de Puertas Abiertas

Visita de Profesores a Centros de Secundaria

Semana de Inmersión

Jornadas de Acogida

Cursos Cero

Plan Tutor

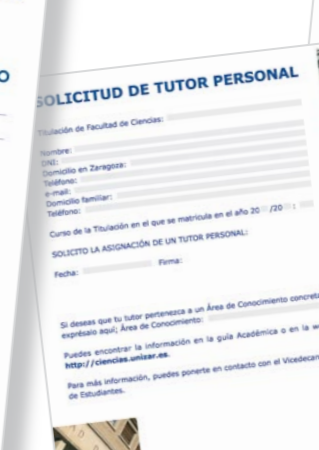
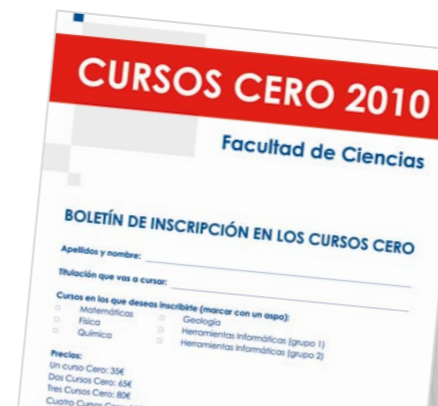
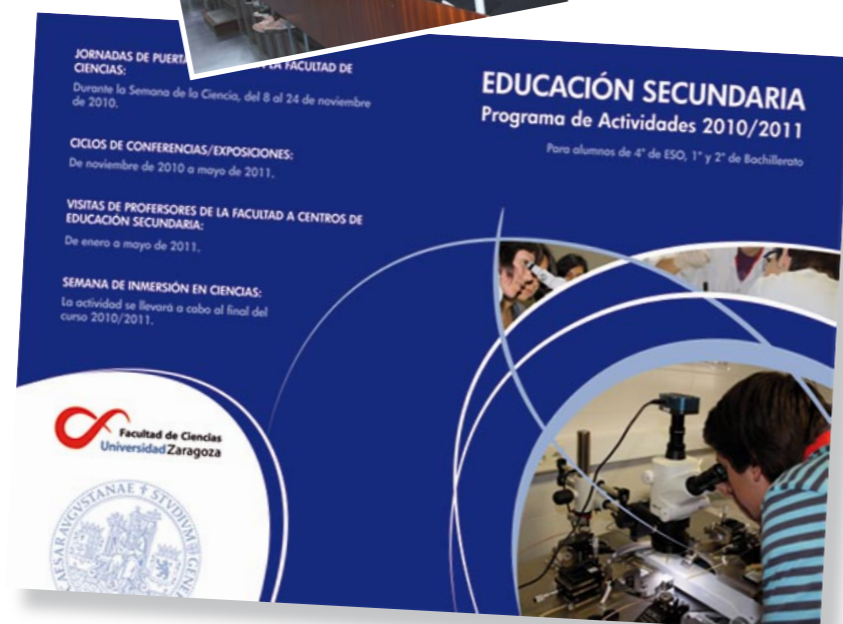
Cursos de Biblioteca

Ciclo de Salidas Profesionales

Con nuestros estudiantes.

SEMANA DE
INMERSIÓN EN CIENCIAS

2 0 1 0



Con nuestros titulados.

Ciclo de Salidas Profesionales

Ciclos de Conferencias

Bolsa de Empleo

Puentes de Comunicación con nuestros Antiguos Alumnos

La Facultad de Ciencias, el Centro Ocupacional ASPANIAS y el Proyecto Atapuerca

Levo cerca de 20 años estudiando los fósiles de los vertebrados más pequeños del cuaternario de Atapuerca. La microfauna Pleistocena, así es su expresión científica, es una herramienta de datación relativa y reconstrucción paleoclimática y paleoecológica de la geología y de la arqueología en medios continentales.

Durante este tiempo, con la ayuda de mi equipo de microfauna del Proyecto de Atapuerca, hemos analizado y estudiado cerca de 100.000 restos fósiles, que miden entre 0,5mm y 5 cm. Las excavaciones continúan, por lo que es posible que en la actualidad tengamos más del doble de esta cantidad para ser estudiado.

La extracción de los microfósiles es una tarea que requiere muchas horas de trabajo y una

cuidadosa metodología. Primero, durante la excavación de los yacimientos los fósiles y los materiales arqueológicos se separan del sedimento cuando tienen más de 5cm. Segundo, el sedimento se guarda en sacos y se etiqueta convenientemente. Tercero, los microfósiles se concentran mediante la técnica del lavado tamizado que se ejecuta durante la campaña de campo en Atapuerca. Durante estas campañas lavamos, mediante la técnica de lavado-tamizado con agua, cerca de 25 toneladas del sedimento que se extrae en las excavaciones de los distintos yacimientos de Atapuerca. Una tonelada puede representar de 40 a 60 muestras que se lavan en un solo día de campo. En estos 20 años he ido optimizando la maquinaria de concentración de microfósiles para lograr una mayor eficiencia a la vez que los mejores resultados. Lavar el sedimento que se extrae de las cuevas requiere un minucioso seguimiento de cada muestra extraída: perder una etiqueta o una etapa durante el proceso supone tener que desechar muestras cuya identificación se ha perdido.

Tras el lavado-tamizado obtenemos los concentrados de fósiles junto con sedimento no soluble en agua. Cada concentrado puede pesar de 2 a 10 kilogramos por muestra. Además, cada concentrado contiene de cientos a miles de fragmentos de microfósiles y de éstos sólo unas decenas nos permiten identificar las especies fósiles que vivieron en las cercanías de la Sierra de Atapuerca durante el cuaternario.

“La extracción de los microfósiles es una tarea que requiere muchas horas de trabajo y una cuidadosa metodología.”

Estos concentrados se trían en el laboratorio. El triado consiste en separar el fósil de la ganga. Los pequeños huesos se pueden distinguir a simple vista en el concentrado grueso.

Y aquí es donde los alumnos del Centro Ocupacional de ASPANIAS de Burgos forman la mejor de las alianzas con las investigaciones de Atapuerca.

Ellos nos ayudan a separar los fósiles del concentrado grueso. Los fósiles de más de 3mm pueden separarse con la ayuda de pinzas, una buena luz, y dedicación. Cada monitor se hace cargo de un grupo variable de alumnos, entre 6 y 10 y entre todos trían una muestra única, separando los fósiles del concentrado. Cuando terminan, guardan los fósiles en una bolsa de plástico y la etiquetan con la misma etiqueta que procede de las excavaciones. Si hay fósiles relevantes los fotografían y me envían las fotos para que yo les dé información sobre lo que han encontrado. Esta información se va guardando en fichas que serán la base de un libro sobre la microfauna del Pleistoceno de Atapuerca que estoy preparando.

Cuando vienen a visitarnos o voy yo a Burgos me entregan el material triado para que podamos estudiarlo.

Los fósiles de menos de tres milímetros requieren el uso de microscopios o lupas binoculares y se trían en nuestros laboratorios de Zaragoza.

La visita fue muy grata para todos, el grupo Bungalés nos dedica estas palabras que apenas he cambiado:

El día 27 de Mayo un grupo de cincuenta alumnos del Centro Ocupacional ASPANIAS Burgos nos fuimos rumbo a Zaragoza, teníamos una gran ilusión, íbamos a conocer todo el trabajo que desarrollan en la Facultad de Ciencias concretamente en el departamento de Ciencias de la Tierra.



Allí nos esperaba Gloria Cuenca que ejerció de cicerón durante todo el día. Fue la Decana de la Facultad la que nos dio la bienvenida y nos expresó y agradeció nuestra visita. Más tarde fuimos a visitar el Museo Paleontológico los despachos donde geólogos, paleontólogos... investigan, analizan y clasifican todos los restos fósiles que encuentran. Fue muy enriquecedor poder ver e incluso tener en nuestras manos huesos pertenecientes a dinosaurios y otros restos de animales. Era como meternos en la película de "Jurassic Park". Pudimos ver cómo



*Fotografías de la Facultad de Ciencias.

La Facultad de Ciencias, el Centro Ocupacional ASPANIAS y el Proyecto Atapuerca



trabajan e investigan este mundo tan apasionante. De alguna manera nos sentimos cercanos a ellos cuando pudimos ver los huesos que clasificamos en nuestro centro y que son llevados allí para investigar y datar. Después un picnic en el campus para recobrar fuerzas y por supuesto antes de volver a Burgos visitamos El Pilar. Fue un día muy intenso que recordamos con satisfacción y alegría.

AGRADECIMIENTOS

A los responsables y Monitores de Aspanias de Burgos (los Juanjos, Flori,

Conchi, Alberto, Cecilio y muchos más que me dejó por tener mi disco duro lleno de dientes de roedores), a la Decana de la Facultad de Ciencias Ana Elduque y su equipo por su apoyo, al área de Paleontología, especialmente a, Juan, Raquel, Víctor, Jorge, Diana, María, Hugo, Juanma, Lluç, Marian e Iñaki quienes han estado muchas veces conmigo lavando, triando, contando microfósiles tanto en Atapuerca como en los laboratorios de la Facultad. Nuestras técnicas de laboratorio, Silvia, Amelia y Teresa trían también los fósiles más pequeños con el microscopio binocular. Con muchos de ellos comparto además la autoría de publicaciones que están alcanzando un gran éxito en nuestro círculo de Ciencias del Cuaternario. Para el que quiera saber más puede descargarlas de nuestra página web www.aragosaurus.com o pedir las a la autora cuencag@unizar.es por email.

Gloria Cuenca

Dpto. de Ciencias de la Tierra
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

“Pudimos ver cómo trabajan e investigan este mundo tan apasionante. Fue un día muy intenso que recordamos con satisfacción y alegría.”

ASPANIAS.

Bodas de Plata de Matemáticas 80-85

El pasado 23 de octubre, 36 ex-alumnos de la promoción de Ciencias Matemáticas 80-85 celebraron el 25 aniversario de su licenciatura.

La Facultad de Ciencias organizó un acto de recepción que tuvo lugar en la Sala de Grados a las 11 de la mañana. El acto fue presidido por la decana, quien animó a los ex-alumnos a continuar manteniendo relación con la facultad. También informó de la posibilidad de acceder desde el sitio web de la facultad al repositorio en que se coordinan actividades relacionadas con antiguos alumnos, destacando la información relativa a la formación continua para egresados, así como con ofertas de trabajo.

El profesor Mariano Gasca, actual compañero de trabajo de varios de los asistentes, habló en representación de los antiguos profesores de la promoción. Recordó que para él esta promoción fue la primera a la que impartió docencia tras su vuelta a la Universidad de Zaragoza, tras su paso por distintas universidades españolas, y animó a estar contentos con la profesión de matemático, diciendo que él personalmente se sentía “muy satisfecho por haber conseguido en su vida profesional que le pagasen por hacer lo que le gustaba”.

Joaquín Ezpeleta, ex-alumno de la citada promoción, habló en representación de los asistentes agradeciendo tanto a la decana como a los antiguos profesores el haber querido acompañarles en la celebración.

Tras el acto el grupo visitó algunas de las aulas, tanto de la Facultad de Ciencias como del Edificio de Matemáticas, en las que estudiaron, destacando el Aula Magna, de “gran” recuerdo para todos ya que la mayoría de los exámenes de las distintas asignaturas fueron realizados allí.

El resto del programa incluyó una visita guiada al Palacio de Aljafería, cuya remodelación no había concluido cuando la promoción terminó sus estudios y que para muchos de ellos era la primera vez que disfrutaban de esa visita, un paseo por las recuperadas riberas del Ebro, que tampoco existían en los años ochenta, una posterior comida en un céntrico restaurante de la ciudad y la visita a algunas zonas del centro histórico de Zaragoza.

Joaquín Ezpeleta

Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas
Centro Politécnico Superior
Universidad de Zaragoza



“Ride4kids”: en lucha contra las enfermedades del metabolismo energético

La fundación holandesa “ride4Kids” visitó el laboratorio del grupo de investigación GENOXPHOS de la Facultad de Ciencias dentro de su campaña de divulgación y recogida de fondos para luchar contra las enfermedades del metabolismo energético.

La fundación “ride4Kids” agrupa, entre otros, a padres y familiares de niños que sufren enfermedades del metabolismo energético y organiza diversas actividades para recaudar fondos destinados a la investigación y a la búsqueda de nuevos tratamientos para este tipo de patologías. Forma parte de una iniciativa mayor que agrupa a otras fundaciones holandesas y europeas: la fundación “energy4all” (www.energy4all.eu). Las enfermedades del metabolismo energético afectan aproximadamente a 5 de cada 10.000 nacimientos, lo que representa en España unos 300 nuevos enfermos al año. Su diagnóstico es, a menudo, complejo y para muchas de ellas no existen tratamientos efectivos.

En este caso, la iniciativa de ride4kids consistió en una marcha ciclista que partió de Barcelona el 4 de Septiembre y, tras pasar por París y Bélgica, llegó a Holanda 20 días más tarde con un recorrido total de 2.300 Km. Salieron de Barcelona 11 corredores (7 hombres y 4 mujeres) de muy diversas edades y, durante el recorrido, incorporaron nuevos ciclistas a la marcha. También realizaron paradas en centros de investigación relevantes en este campo y dieron a conocer sus actividades como, en este caso, en la Facultad de Ciencias. Con esta marcha se han recaudado fondos que irán destinados a financiar proyectos y becas de investigación.

El grupo GENOXPHOS, dirigido por el Prof. José A. Enríquez, centra su trabajo en el estudio de la mitocondria, el componente celular encargado de la producción de energía y, junto a cuestiones básicas, investiga el papel de este orgánulo en las enfermedades humanas.

Su visita a la Facultad de Ciencias y al laboratorio del grupo GENOXPHOS tuvo lugar el

día 7 de Septiembre y contó con la presencia de la decana, Ana Isabel Elduque y de la vicedecana de Proyección Social, Concepción Aldea y de Julio Montoya, director del grupo de investigación sobre Biogénesis y Patología mitocondrial.

Patricio Fernández
Dpto. de Bioquímica
y Biología Molecular y Celular
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza



*Fotografías de la Facultad de Ciencias.

GEFES 2010: Hace unos meses estuvo en Zaragoza...

El pasado mes de febrero se celebró en el Paraninfo de la Universidad de Zaragoza la VI Reunión del Grupo Especializado de Física de Estado Sólido de la Real Sociedad Española de Física, GEFES 2010. La Reunión, organizada por profesores de la Facultad de Ciencias pertenecientes al Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (CSIC-UZ), atrajo la participación de 180 físicos de todo el país que, durante 3 días, presentaron y discutieron en nuestra ciudad las últimas tendencias en Física del Estado Sólido con invitados del más alto nivel internacional.

El acto inaugural de aquella Reunión fue presidido por José Ramón Beltrán, Vicerrector de Investigación, junto con Concepción Aldea, Vicedecana de Proyección Social de la Facultad de Ciencias, Ramón Burriel, Director del ICMA, Alberto Carrión, presidente de la Sección Aragonesa de la RSEF y el autor, como Presidente del Comité Organizador.

Entre otros invitados, contamos para dar las Conferencias Plenarias con los profesores Hans Hilgenkamp de la Universidad de Twente en Holanda (miembro de la *Joven Academia Europea*), Wolfgang Wernsdorfer, del CNRS en Grenoble (medalla Internacional *Olivier Kahn*), Sergio Valenzuela del CIN2, Barcelona, previamente en el MIT (premio Young Scientist Award 2009 de la sección de magnetismo de la IUPAP), Pietro Gambardella, del CIN2, Barcelona, previamente en la Universidad de Lausana (autor de un *top-ten* de la revista *Science* en 2003), y Konstantin Novoselov de la Universidad de Manchester. Cuando se celebró la reunión, Kostya Novoselov ya había recibido los premios Nicholas Kurti, el Europhysics Prize y el premio al Joven Científico de la Union Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP). Para completar con el mayor éxito este palmarés, la Real Academia de Ciencias de Suecia otorgó el pasado

6 de octubre el Premio Nobel de Física 2010 a Novoselov y a su colaborador y mentor, Andre Geim, también de la Universidad de Manchester "por sus innovadores experimentos en el material bidimensional grafeno".

Kostya Novoselov es un científico tímido que, sin embargo, sorprende al interlocutor por su soltura y claridad cuando habla de física. Científicamente, Geim y él tienen las ideas muy claras. En ciencia merece la pena intentar líneas de trabajo arriesgadas. Cuando algo funciona, no es *más de lo mismo*, ni "ciencia de manivela". El grafeno es un ejemplo casi exagerado de esto: es tan prometedor en distintas ramas de la ciencia y la tecnología que puede llegar a abrumar.

Sus potenciales aplicaciones en ciencia de materiales son inmensas. Se pueden generar capas semiconductoras de altísima movilidad electrónica, que probablemente extenderá la electrónica tradicional a mayores frecuencias. Se puede utilizar como electrodo transparente, resistente y flexible en pantallas táctiles y células solares. Es posible que las baterías del futuro estén hechas de grafeno, pues ya existen prototipos de "supercapacitores" que se recargan en milisegundos. Por ser una lámina muy densa, que ni siquiera el Helio puede atravesar, es posible que se llegue a usar para empaquetar alimentos y medicinas que quedarán perfectamente aislados del exterior. Debido a su sensibilidad electrónica local ante cualquier átomo cercano, se habla de que podría usarse para la secuenciación de ADN. Para la física básica también parece un regalo del cielo: hay modos de vibración de electrones en grafeno que son estrictamente partículas relativistas de masa cero, por lo que el grafeno puede servir como banco de pruebas para la física de altas energías. La paradoja de Klein, un "super-efecto túnel" de la física cuántica relativista predicho hace mucho pero nunca observado, ha sido

“El grafeno es tan prometedor en distintas ramas de la ciencia y la tecnología que puede llegar a abrumar.”

corroborada por Novoselov y Geim en grafeno, en unos de sus resultados de mayor recorrido desde el aislamiento de copos de grafeno utilizables. Por si fuera poco, el grafeno presenta *efecto Hall* cuántico a temperatura ambiente, lo que podría revolucionar la metrología de precisión; se han propuesto qubits de grafeno, lo que podría ser relevante en computación cuántica, otro *El Dorado* de la física actual, y un largo etcétera.

Por todo ello, el grafeno es la niña de los ojos, no sólo de la comunidad de física de estado sólido, sino también de las de la física teórica y aplicada.

Fernando Bartolomé.

ICMA-Facultad de Ciencias.

CSIC-Universidad de Zaragoza.



Un momento de la conferencia de Kostya Novoselov.

XV Olimpiada Iberoamericana de Física

Del 26 de septiembre al 2 de octubre de 2010 se ha celebrado en la ciudad de Panamá la XV Olimpiada Iberoamericana de Física (OIbF). Han participado setenta y un estudiantes de diecinueve países iberoamericanos: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, Puerto Rico, República Dominicana y Uruguay.

La representación española estuvo constituida por los estudiantes:

- Cristian Jesús Merino Madrid, del I.E.S. Práxedes Mateo Sagasta de Logroño
- Adrián Franco Rubio, del Colegio Romareda de Zaragoza.
- Santiago Cubillo Esteban, del Colegio Fomento El Prado de Madrid.
- Adrià González Esteve, de la Institució Cultural del CIC de Barcelona.

Como Delegados del equipo español asistieron José Tornos y J. Alberto Carrión, profesores Titulares del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Zaragoza. También asistió el Prof. Ramón Román, Catedrático de Física Aplicada de la Universidad de Granada y director del Comité de la Olimpiada de Física en España.

En primer lugar hemos de destacar los excelentes resultados obtenidos por nuestros estudiantes: Adrián Franco y Adrià González obtuvieron medallas de oro, ocupando el segundo y el séptimo puesto de la clasificación, respectivamente. Cristian Jesús Merino obtuvo medalla de plata y Santiago Cubillo medalla de bronce. En una hipotética clasificación por equipos, España se habría clasificado en segundo lugar, sólo por detrás del equipo brasileño que obtuvo cuatro oros. En conclusión, la actuación de los

estudiantes españoles merece, una vez más, todo elogio y reconocimiento. Por ello queremos aprovechar esta reseña para manifestarles nuestra felicitación.

Una mención especial merece el estudiante aragonés Adrián González, que con tan solo 16 años y siendo todavía estudiante de primero de Bachillerato ha obtenido medalla de oro tanto en la Olimpiada Española de Física de Alicante como en la OIbF de Panamá, alcanzando el segundo puesto absoluto de la clasificación. Los profesores delegados hemos podido constatar su madurez e interés, su inusual nivel científico... y su ilusión por participar en la Olimpiada de Física del año que viene.

La ceremonia de inauguración tuvo lugar en el Salón de Convenciones de la "Ciudad del Saber". Fue presidida, entre otras autoridades, por Mirna Vallejo, Viceministra de Educación, Idania Panamá, Presidenta de la Sociedad panameña de Física, Gerardo Delgado, Presidente de la Federación Iberoamericana de Sociedades de Física y expresidente de la Real Sociedad Española de Física (RSEF), y Gustavo García, Rector de la Universidad de Panamá.

La prueba experimental consistió en el estudio de las características de una célula fotovoltaica y en la calibración de una fotorresistencia. La teórica consistió en la resolución de tres problemas titulados: *¿Quién es más eficiente en la transferencia de energía: el Ser Humano o el Sol?*, *Partículas contaminantes* y *Un modelo físico sencillo del funcionamiento del axón de una neurona*. Estas pruebas, junto con otros datos de la Olimpiada, pueden encontrarse en la dirección www.panamaoibf.com.

De acuerdo con el Reglamento de la OIbF, cada uno de los ejercicios fue corregido de forma anónima por dos equipos independientes, constituidos cada uno por delegados de países

Equipo español en la OIbF.

De izquierda a derecha: J. A. Carrión, C. J. Merino, S. Cubillo, A. González, A. Franco, R. Román y J. Tornos.



diferentes, siguiendo los criterios generales de puntuación previamente establecidos por el Jurado internacional. Este procedimiento asegura la homogeneidad en la calificación, que según el Reglamento es inapelable.

En la estatutaria Asamblea General de Delegados se actualizó la lista de futuras sedes de la OIbF: Ecuador (2011), España (2012), Paraguay (2013), Perú (2014), Colombia (2015) y Uruguay (2016). A continuación, el Secretario Permanente de la OIbF leyó la carta del Ministro de Educación español, comprometiéndose a apoyar la organización de la XVII OIbF en España. El Prof. Ramón Román comentó que la organización de este evento ya estaba en marcha, y que en concreto se celebraría entre el 16 y el 23 de septiembre de 2012 en la ciudad de Granada. Por último, el delegado de Ecuador, comentó brevemente los preparativos de la próxima OIbF que será organizada por la Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES) en Guayaquil.

De las actividades culturales y de entretenimiento organizadas durante la XV OIbF en Panamá cabe destacar, como no, la visita a su famoso canal, en concreto al centro de visitantes de las esclusas de Miraflores. Estudiantes y delegados pudimos contemplar todo el proceso de paso de un gran buque por una de estas esclusas, y a continuación asistimos a una charla donde un directivo de ACP (Autoridad del Canal de Panamá) habló sobre la ampliación del

canal, actualmente en curso. Como anécdota, cabe reseñar el cariño con que este directivo se dirigió a los estudiantes, debido a que una hija suya participó en la OIbF representando a Panamá hace unos años.

Desde estas líneas, queremos expresar de nuevo nuestro agradecimiento a la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial del Ministerio de Educación. Como en años anteriores, el Convenio entre este Ministerio y la RSEF ha hecho posible el desplazamiento de la delegación española a Panamá con un día de antelación para permitir la aclimatación del equipo al cambio horario.

Por último, queremos reiterar nuestra felicitación a todos los estudiantes que han participado en esta XV OIbF y en particular a los estudiantes españoles, cuyo comportamiento ha sido de nuevo ejemplar. Asimismo hemos de manifestar nuestro agradecimiento a los organizadores de la XV OIbF, dirigidos por los Profesores Omayra Pérez y Bernardo Fernández y la Presidenta de la Sociedad Panameña de Física D^a Idania Panamá, por su esfuerzo, interés y eficacia en llevar a buen término esta Olimpiada.

José Tornos y J. Alberto Carrión
Delegados de España en la XV OIbF

¡Tu conCIENCIAS.digital con un "clic"!

<http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero1.pdf>



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



<http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero2.pdf>

<http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero5.do>



<http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero4.do>



<http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero6.do>

¡Descárgala gratis!

CIENCIAS.digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

PATROCINAN:

