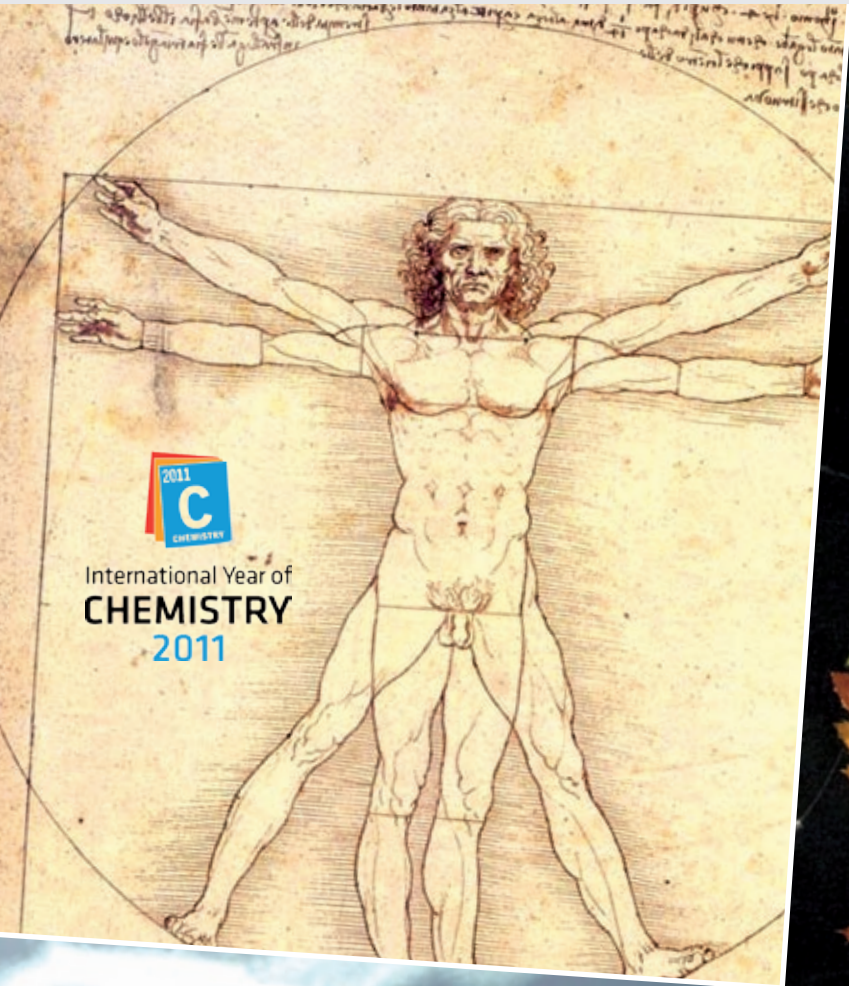
conCIENCIAS.digital
Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero8.do Nº 8 NOVIEMBRE 2011



ARTE Y CIENCIA:
LA ESTÉTICA DEL CONOCIMIENTO

con CIENCIAS digital
Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

Nº 8 NOVIEMBRE 2011

Redacción

DIRECCIÓN:

- Ana Isabel Elduque Palomo

SUBDIRECCIÓN:

- Concepción Aldea Chagoyen

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN:

- Víctor Sola Martínez

COMISIÓN DE PUBLICACIÓN:

- Jesús Anzano Lacarte
- Enrique Manuel Artal Bartolo
- Blanca Bauluz Lázaro
- Julio Bernués Pardo
- José Ignacio Canudo Sanagustín
- Ángel Francés Román
- Mª José Gimeno Serrano
- 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.

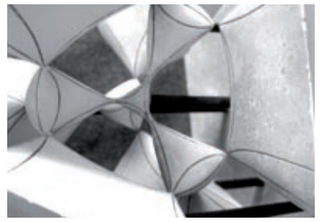
DEPÓSITO LEGAL: Z-1942-08

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

Imágenes: fuentes citadas en pie de foto.

Portada: *uomo vitruviano* por Leonardo da Vinci (it.wikipedia.org), cartel de Botánica de la colección de la Facultad de Ciencias e imagen de la exposición IMAGINARY.

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



Sumario

Editorial 4

El cambio climático 6
Amadeo Uriel

Metales en Medicina 16
Antonio Laguna y Mª Concepción Gimeno

Ibones del Pirineo aragonés: lagos glaciares entre agrestes montañas 32
Javier del Valle, Tomás Arruebo, Alfonso Pardo, José Matesanz, Carlos Rodríguez, Zoé Santolaria, Javier Lanaja y José Urieta

Leer el periódico con ojos matemáticos 48
Raúl Ibáñez

AMS-02: la odisea de un detector de rayos cósmicos 58
Manuel Aguilar

Arte y Ciencia: la invención de la litografía 76
Silvia Pagliano

El legado del Año Internacional de la Química 92
Ana Isabel Elduque

Los microRNA: pequeñas moléculas, grandes reguladoras 98
Mª Antonia Lizarbe

IMAGINARY, una mirada matemática 110
Enrique Artal, Julio Bernués y María Teresa Lozano Imízcoz

El túnel subterráneo de Canfranc: 25 años apasionantes 116
José Ángel Villar

Noticias y actividades 126

ARTE Y CIENCIA: LA INVENCIÓN DE LA LITOGRAFÍA

"Debimos esperar hasta el siglo XVIII para presenciar el gran desarrollo de la Ciencia y de la Ilustración científica. El arte fue, entonces, una herramienta muy útil para la Ciencia."

POR SILVIA PAGLIANO

Arte y Ciencia: la invención de la litografía

LA INVENCIÓN DE LA LITOGRAFÍA*

La invención de este procedimiento tiene 200 años. Fue en Baviera a finales del siglo XVIII cuando Aloys Senefelder (Praga 1771, Munich 1834), autor dramático y compositor de música, frecuentó talleres de impresores con el propósito de imprimir sus textos y sus partituras. En su tratado *El Arte de la litografía,* Munich 1818, el inventor explica sus primeros intentos. En 1798, el azar le conduce al descubrimiento de lo que llamará el método químico: un día en que le falta papel para anotar una factura lo hace sobre una piedra con tinta compuesta de cera, jabón y negro de humo…; "*quise secar lo que había escrito y se me ocurrió la idea de ver qué ocurriría con la escritura si yo untara la plancha con aguafuerte y así ensayar*…" Había experimentado con una piedra calcárea utilizada para enlosados, las famosas piedras de Solnohofen, que se extraían de unas canteras en Baviera, ya conocidas por los romanos.

Comprobó en sus experimentos que bastaba una solución ácida para transformar las propiedades de la piedra, de manera que al estar húmeda repelía la tinta grasa y que ésta, compuesta de jabón y sebo, repelía el agua. Su invento no estuvo completamente desarrollado hasta 1789. Originalmente Senefelder llamó a su descubrimiento *impresión química* .

Se dio cuenta de que los principios químicos en que se basa la litografía, la incompatibilidad de la grasa y el agua, podían ser aplicados a otros materiales, entre ellos la plancha de zinc. Inventó una fórmula para preparar papel como base de impresión, *el papel autográfico,* e introdujo el uso del rodillo para entintar en lugar del tampón de piel que se usaba para el entintado de tipos y bloques de madera en relieve. También creó el papel de calco y diseñó la prensa de madera para la impresión de las piedras hasta que, en 1800, aparecen las primeras prensas con platina de fundición.

A continuación, Senefelder no cesa de perfeccionar su descubrimiento y explota las cualidades excepcionales de las piedras de Solnhofen. No es un artista ni un hombre hábil en los negocios, serán otros los que obtendrán un beneficio de su invención, pero sí un investigador.

Patentó su invento en Inglaterra en 1800 y en Francia en 1802. Sus discípulos Lasteyrie y Engelmann introdujeron el procedimiento en Francia y, hacia 1830, los litógrafos trabajaban en muchas ciudades francesas.

Muchos artistas trabajaron la piedra litográfica, dibujando con crayón graso, para obtener diversidad de tonos; fue la técnica preferida de los románticos, Géricault, Delacroix, Goya, quien a los 79 años realizó 23 litografías al cra-

* Del griego LITHOS (piedra) y GRAPHEIN (escribir).

"El desarrollo de la litografía convive con los inicios de la Revolución industrial y el movimiento del Romanticismo."

A) Piedra litográfica con dibujos de marcas y etiquetas.
B) Piedras litográficas.
C) Prensa litográfica tipo Brisset (alrededor 1900).

ARTE Y CIENCIA

La variedad del mundo natural ha cautivado, estimulado, la curiosidad humana e incitado a clasificar, nombrar y a dar cuenta del mundo que nos rodea. Ya en la Edad Antigua, los asirios grabaron en una tablilla de arcilla 61 nombres de plantas (siglo VIII aC.), en China, en el siglo V a C., aparecen textos botánicos y en la India, entre el siglo I y IV, un libro de hierbas y plantas destinado a los estudiantes de Medicina. En la Antigüedad Clásica, Plinio el Viejo escribe la obra "Historia Natural", aparece "De Materia Medica" del médico griego Dioscórides, que detalla 600 plantas con sus propiedades.

El herbolario medieval, los códices miniados, las ilustraciones de Durero, la gran revolución en las ciencias y en el arte durante el Renacimiento, la figura de Leonardo da Vinci… hasta la fotografías digitales de hoy.

Debimos esperar hasta el siglo XVIII para presenciar el gran desarrollo de la Ciencia y de la Ilustración científica. El arte fue entonces una herramienta muy útil para la Ciencia, pues la popularización de la misma dependió en gran medida de la posibilidad de ilustrar nuestro entorno y el de regiones apartadas del mundo a las que no se podía acceder fácilmente.

Las expediciones del siglo XVIII al XIX llevaron dibujantes, que recogían muestras para luego llevar al papel a través de lápices, tintas y acuarelas. Muchos de estos dibujantes fueron insignes

Arte y Ciencia: la invención de la litografía

yón. Daumier dejó 4.000 litografías en piedra. En la mitad del siglo XIX, Toulouse Lautrec realiza más de 350 carteles y libros litografiados a color innovando la técnica,y será Picasso, en el siglo XX, quien marcará un antes y un después en el arte litográfico.

El desarrollo de la litografía convive con los inicios de la Revolución industrial y el movimiento del Romanticismo. Senefelder fue coetáneo de Beethoven, Byron, Shelley y Goethe. Ya se conocía la química básica de la Fotografía, en 1826 Nicéphore Niepce obtiene la primera imagen fotográfica y, en 1841, Daguerre inventa el daguerrotipo.

EL PRINCIPIO BÁSICO DE LA LITOGRAFÍA

Es la repulsión natural y mutua de las sustancias grasas y el agua. La piedra litográfica es una calcárea porosa de grano fino y regular. Está compuesta de carbonato de calcio, 98 % y sílice, alúmina y óxido férrico, 2%. La de Solnhofen es la más apreciada, pues ofrece una materia homogénea y presenta la propiedad de retener la grasa y absorber el agua mejor que otras. Poseen diferentes coloraciones: las amarillas, blandas y de grano más abierto. Las grises azuladas son duras y el grano más cerrado y fino. Las de color gris ocre ofrecen bellos resultados. El espesor es de entre 70 mm y 100 mm, lo que las hace transportables y les permite resistir la presión de la prensa.

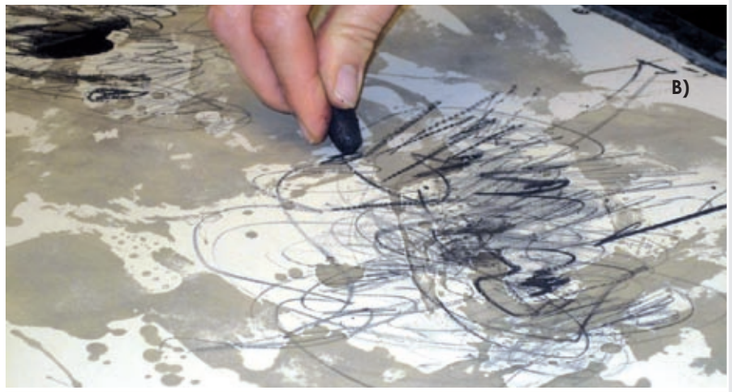
El dibujo del texto o de la imagen se ejecuta con el lápiz litográfico o tinta litográfica, compuestos de jabón, grasa y negro de humo, éste para hacer visible el dibujo.

TÉCNICAS DE DIBUJO EN LA LITOGRAFÍA

- Lápiz litográfico, el crayón, la tinta sólida y tinta líquida que se aplica con pincel, o con plumilla.
- El salpicado, que se realiza con cepillo.
- La aguada litográfica o acuarela litográfica, que produce hermosas variaciones tonales a semejanza de la acuarela tradicional.

"Los principios químicos en que se basa la litografía, la incompatibilidad de la grasa y el agua, podían ser aplicados a otros materiales."

Aguada litográfica sobre piedra.



A) Dibujo a lápiz litográfico.

B) Dibujo con crayon.

C) Materiales de dibujo.

D) Tinta litográfica y pincel.

D)

naturalistas: John James AUDUBON, el inglés John GOULD George Louis LECLERC, Edward LEAR…y tantos otros, cada uno con su estilo propio.

Diversos factores influenciaron en el desarrollo de la Botánica: la invención de la Imprenta, el uso de las xilografías primero y de las planchas de cobre más tarde, ilustrando textos y el desarrollo de los jardines botánicos. Éstos permitieron el estudio empírico de las plantas traídas de Asia, Africa y América. El siglo XVIII dará figuras como Carl von LINNEO considerado el padre de la Taxonomía, inventa, en 1758, la nomenclatura binomial: el nombre latino para el género y el nombre abreviado de la especie. Este sistema será usado durante 200 años.

Alexander von HUMBOLDT fue otro de lo grandes naturalistas alemanes, que dio a conocer un millón de especies vegetales en sus expediciones con otro de los grandes: BONPLAND, quien realizó cuadernos de viaje con dibujos de 4.000 plantas. Objeto artístico de gran valor fue la obra: "Encyclopédie Botanique", de Jean Baptiste LAMARCK, con ilustraciones de Redouté, Nicolás de Marechal y otros . El siglo XIX fue la época dorada del libro con ilustraciones, en 1820 William SWAINSON publicó Zoological Ilustrations of New, Rare or Interesting Animals, fue el primer ilustrador científico en usar la técnica de la litografía en la edición del libro.

Las litografías de gran formato y el cartel en color fueron el medio en el que se expresaron grandes artistas como Toulouse Lautrec, Chéret y tantos otros. La cromolitografía, intuída en sus comienzos por el mismo Senefelder, constituyó una revolución en las artes gráficas. Las láminas de pared o láminas murales (*wall charts*), realizadas con esta técnica, constituyen el encuentro entre la ilustración naturalista y el cartel de gran formato.

- El punteado, el raspado o grattage.
- La litografía en negativo o dibujo a la goma, se trata de dibujar con goma arábiga las zonas de la piedra o plancha que deseamos blanca. Una vez seca se engrasa toda la superficie de la matriz y luego se lava con esponja y agua, que diluye la goma, quedando el dibujo en negativo.
- El relieve: la aplicación de disoluciones ácidas muy concentradas da como resultado un relieve sobre la piedra.
- La autografía o papel autográfico, invento del mismo Senefelder, se trata de un papel preparado con una mezcla de almidón, alumbre y gelatina. El artista dibuja sobre este papel con el lápiz litográfico y luego se coloca en contacto con la piedra, se humedece con una esponja por el reverso del dibujo y se pasa por la prensa; la humedad hace que la tinta grasa se desprenda y pase a la piedra, quedando el dibujo invertido. A continuación se realizan los pasos pertinentes para la impresión.

PREPARACIÓN DE UNA MATRIZ LITOGRÁFICA

Una vez dibujada la piedra, se pasa por su superficie, con una brocha o pincel, una disolución ácida compuesta de goma arábiga y un 5% o 10% de ácido nítrico, y se deja reposar durante unas 24 h. Esta disolución ácida fija las grasas y transforma químicamente las zonas no dibujadas de la piedra, es decir, el carbonato de calcio se transforma en nitrato de calcio cuya propiedad es rechazar las sustancias grasas y absorber el agua. Las zonas dibujadas retienen la grasa

A) Lavando la piedra.
B/C) Entintando con rodillo.
D) La piedra está lista para imprimir.

y rechazarán el agua al no haber sido afectadas por la disolución ácida. Tenemos así una doble situación en la piedra, absolutamente necesaria para poder imprimir la imagen.

Se procede luego a lavar la piedra con una esponja y agua, para eliminar la disolución ácida, se seca la piedra y se pasa una capa muy delgada de goma arábiga por toda la superficie.

Una vez seca, se procede a limpiar con aguarrás el dibujo realizado con la tinta grasa. La fina capa de goma protege las zonas no dibujadas y se hace muy permeable en las zonas del dibujo graso, por lo que éste se limpia con facilidad con aguarrás. La goma arábiga, proveniente de una acacia africana, se disuelve con agua, formando una especie de miel, de uso permanente en la litografía. Nuevamente tenemos dos situaciones: la zona dibujada, grasa, y la zona no dibujada protegida con goma.

Pasamos por toda la superficie de la piedra una disolución de betún de Judea, sustancia grasa, para reforzar el dibujo que ahora no tiene tinta litográfica.

Luego, se procede a lavar la piedra con una esponja y agua. Observamos que la goma desaparece y el Betún de Judea permanece solamente en los trazos del dibujo, el resto de la piedra absorbe el agua y el dibujo la rechaza. He aquí el principio básico de la Litografía. Seguidamente, preparamos sobre un mármol o vidrio la tinta litográfica de impresión, que es grasa, y la extendemos con un rodillo de manera homogénea. Luego, humedecemos la piedra con una esponja y pasamos el rodillo entintado en varias direcciones, siempre manteniendo húmeda la piedra por medio de la esponja. La tinta solo se adhiere al dibujo. Seguidamente se acidula por segunda vez para reforzar el dibujo y evitar que los blancos de la piedra se ensucien con tinta. Y se repiten todos los pasos hasta el momento de la impresión: tenemos la piedra entintada, se lleva a la prensa y se coloca el papel de impresión sobre la piedra y se imprime.

Puliendo piedras.

La imagen resultante será invertida, por lo que el dibujante lo deberá tener en cuenta al preparar su trabajo.

Estas operaciones de entintado y mojado se requieren cada vez que realizamos una copia o estampa. El impresor es el responsable de que todas las copias sean iguales, es decir, pasará la misma cantidad de tinta con el rodillo y colocará el papel en el mismo sitio cada vez, para lo que usará "registros" o marcas, o guías. Una vez terminado el tiraje, se procede a la limpieza de la piedra, mediante el pulido con arena u otros abrasivos como polvo de gres o carborundum, piedra contra piedra, girándolas una sobre otra, hasta que el dibujo desaparezca por completo. La piedra quedará "virgen" otra vez para recibir un nuevo dibujo.

Arte y Ciencia: la invención de la litografía

LA LITOGRAFÍA EN COLOR O CROMOLITOGRAFÍA

El principio técnico es el mismo que el de la litografía en un solo color, negro, generalmente. Pero supone una concepción más elaborada del artista y una seria experiencia del impresor para prever los resultados de las superposiciones de las tintas. En la cromolitografía se necesitan tantas piedras como colores, es decir, cada color se dibuja en una piedra. Por lo tanto, es necesario un boceto previo, a partir del cual se calcan los contornos de cada color para trasladarlos sobre la piedra correspondiente, con las cruces de registro que permitirán el encaje de los colores. El orden de impresión es importante, se comienza generalmente por los colores claros y se sigue con los más oscuros. Se imprime un color por día para dejar secar el anterior y garantizar, así, la limpieza de la estampación.

Las litografías impresas en negro se coloreaban a mano. Los primeros intentos de la impresión a color se realizaron en 1810 en el taller de Senefelder en Munich; otros fueron debidos al conde de Lasteyrie, discípulo de Senefelder, en 1816. En 1818, Engelmann montó una imprenta en París y publicó dos libros sobre litografía. A él se le atribuye la invención, en 1837, de la cromolitografia.

El invento de Engelmann permitió la impresión de hasta 25 colores, siempre con el método mencionado antes: dibujo de contorno de cada color en cada una de las piedras, o la transferencia de la imagen a cada una de las piedras. Para realizar estos traslados se usaban hojas de transferencia.

DE LA PIEDRA AL METAL

Senefelder había preconizado el uso de la plancha de metal como matriz litográfica, pero sus experimentos no tuvieron mucho éxito. Fue Breugnot quien inventó la matriz litográfica de zinc, en 1834. A este procedimiento le llamó *zincografía*. Las planchas se graneaban por procedimiento mecánico con bolas de porcelana, a fin de obtener una superficie texturada similar a la piedra. Este gran invento posibilitó la impresión de grandes carteles, ya que la manipulación de las piedras por su peso y dimensiones era dificultosa. A finales del siglo XIX, las planchas estaban introducidas en la industria litográfica. Juan Noel MONROCQ **,** editor e impresor litógrafo, las usó en sustitución de las piedras litográficas en la edición de láminas pedagógicas.

Lithopress.

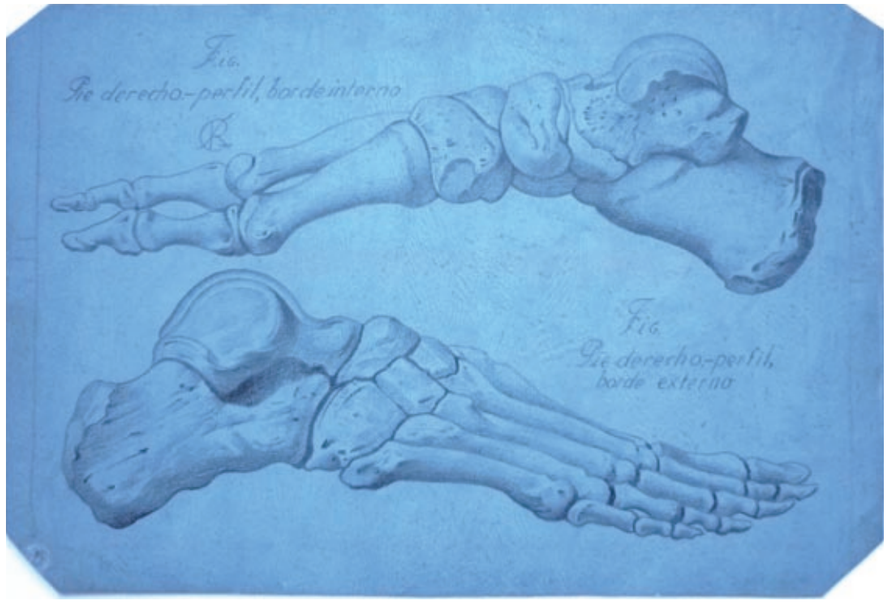
LA IMPRESIÓN OFFSET

La impresión offset, del inglés "transferencia, reporte, traslación", representó un nuevo avance técnico de los principios de la litografía y la impresión. La impresión directa del papel sobre la piedra se sustituye por una impresión indirecta. La rotación de un cilindro cubierto de goma, recoge la tinta del dibujo de la plancha y lo trasmite a una hoja de papel; la imagen se trabaja sin invertir, se invierte luego en rodillo de caucho y éste la cede al papel poniéndola al derecho otra vez. En la década de 1860, aparecen las primeras máquinas rotativas como la famosa Marinoni.

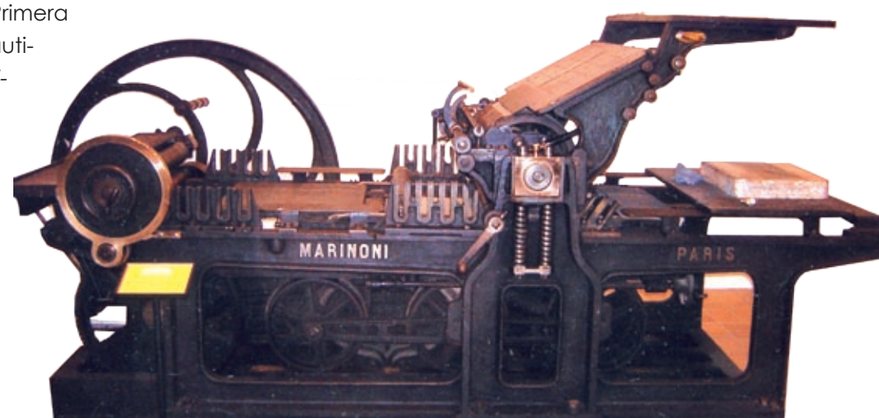
En 1904 Ira RUBEL, en Norteamérica, y el alemán Caspar HERMANN desarrollan, de manera independiente el uno del otro, la impresión offset. La primera prensa offset se fabricó en Alemania en 1907, según proyecto de Hermann, y se difundió en Europa después de la Primera Guerra Mundial. Rubel bautizó su prensa como *máquina offset*. Estaba equipada con tres cilindros, en uno se enrrollaba la plancha de zinc que pasaba el color a un segundo rodillo de goma y éste pasaba la imagen al papel que llevaba el tercer rodillo.

La cromolitografía sobre plancha metálica no difiere de la técnica usada en piedra, una plancha para cada color. El dibujo se realiza por decalco de cada zona correspondiente a un color, con las cruces de registro correspondientes.

Otro sistema para facilitar el trabajo es a partir de la plancha con la imagen completa. Ésta se entinta, no importa con qué color, aunque generalmente se realiza con negro, se estampa, obteniéndose una prueba monocroma de toda la imagen, y se reporta, o se traslada con la tinta aún fresca a otra plancha pasándola por la prensa. A continuación el artista pinta con tinta litográfica la zona de color elegido y borra el resto. Y así sucesivamente para cada color.



Dibujo anatómico con lápiz litográfico sobre plancha de zinc; 1940.



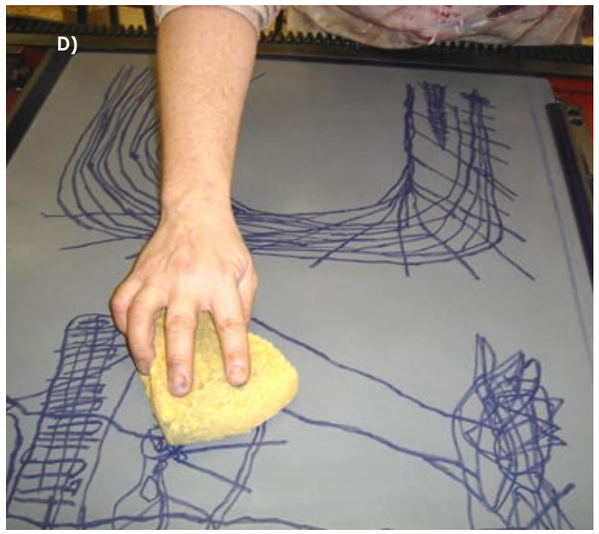
Prensa Marinoni.

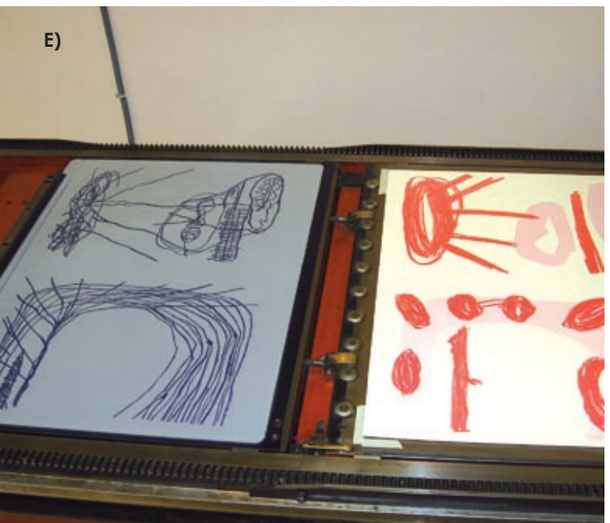
Arte y Ciencia: la invención de la litografía

A)

B)

C)


D)


E)

F)

LA COLECCIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Valor artístico de las láminas

Se trata de una colección muy importante, en número y en calidad gráfica, de láminas impresas en litografía de muy rico colorido. El valor histórico es doble, porque constituyen un testimonio de la pedagogía y la enseñanza de la Ciencia, de los procesos de impresión gráfica y su evolución desde finales del siglo XVIII hasta mitad del siglo XX.

Se trata de láminas de Botánica o Paleontología del XIX y XX y son de gran interés para cualquier espectador amante del Arte e interesado en la Ciencia.

Diferentes estilos de dibujo e impresión de las láminas de Ciencias

Se trata de láminas dibujadas, unas con lápiz litográfico y punteados, otras con pincel y tinta litográfica para las manchas o las grandes zonas de color.

En las láminas en color, encontramos desde 2 colores, las más sencillas, hasta 15 o más colores, lo que da como resultado hermosos degradados y pasajes de una tonalidad a otra.

El fondo negro de las láminas produce un gran contraste y exaltación del color. Se trata de la última tinta impresa, es decir, primero se imprimen los colores más claros siguiendo hasta los más oscuros y, finalmente, el negro. Es de notar que los colores tienen diferente grado de brillo u opacidad, debido a los distintos pigmentos y aglutinantes de las tintas.

Si se mira atentamente el límite entre las formas de color y el fondo negro, se percibe un reborde brillante resultado de la superposición de uno o más colores y el negro .

Técnica y procedimientos de Impresión

Se trata de litografías en color o cromolitografías, sobre planchas de zinc o de aluminio, (dependiendo de la época en que han sido impresas).

A partir de un dibujo original a todo color, se hacen los calcos de cada color y se decalcan sobre cada una de las planchas, con las cruces de registro correspondientes, luego se procede al dibujo de las mismas siempre con los mismos materiales litográficos: lápiz, tinta líquida o sólida, etc., independientemente

A/B) Dibujando sobre plancha de aluminio.

C) Prensa offset con plancha y papel.

D) Humedeciendo la plancha.

E) La imagen de la plancha pasará al papel.

F) Estamap final.

Arte y Ciencia: la invención de la litografía

de la plancha que se estampe en color. Se preparan luego químicamente y, pasado un período de 24 horas, se colocan en la prensa para su estampación.

Las prensas usadas corresponden al modelo alemán o al francés Brisset. Estas prensas son manuales. Las máquinas rotocalco operaban ya en Alemania a partir de 1840, y de allí procede la mayor parte de la colección de la Facultad de Ciencias.

Láminas pertenecientes a la colección de murales de la Facultasd de Ciencias.

Las láminas están encoladas sobre tela fina, gasa o cartoné.

Debido al uso, las manipulaciones y la permanencia en sitios poco adecuados durante mucho tiempo, ya que estas láminas tienen 100 años de antigüedad, el estado en que se encuentran no es óptimo, y se observa pérdida de materia en muchas de ellas. En el reverso llevan hojales metálicos o ganchillos pegados con papel o tela fina para colgarlas.

Materiales usados para la restauración de las láminas

- DOCUMENT REPAIR TAPE: cinta para la restauración de documentos de forma temporal. Evita mayores daños.

“Se trata de una colección muy importante, en número y en calidad gráfica, de láminas impresas en litografía de muy rico colorido.”

- FILMOPLAST: Papel autoadhesivo para la restauración invisible de documentos.
- Antióxido para metales aplicados a los ganchillos de colgar.
- Goma celulósica PH neutro.

La limpieza y restauración básica de algunas láminas se realizó bajo la dirección de Almudena Mora, restauradora, que ha trabajado en la Cúpula del Pilar y en la Cartuja de Aula DEI de Zaragoza.

Las láminas requieren una restauración y conservación adecuada además de la catalogación y la digitalización de las mismas, tarea ésta que ya se ha comenzado.

Muchos museos del mundo han valorado y conservado colecciones similares, para estudiosos, amantes del Arte y de la Ciencia. Sería deseable que se hiciera lo mismo con esta colección que significa un rico patrimonio, salvado de la desaparición gracias al Decanato de la Facultad de Ciencias, y del cual la Universidad de Zaragoza debiera sentirse orgullosa.

Silvia Pagliano*

Escuela de Arte de Zaragoza

* Silvia Aurelia Pagliano, artista y profesora de Grabado y Litografía, es responsable del estudio y restauración de la Colección de Carteles de Botánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza.

COLECCIONES

- HUNT INSTITUTE for Botanical Documentation: contiene 4 series incompletas de wall charts desde finales del XIX a los comienzos del siglo XX. Son litografias, algunas coloreadas a mano, cuyas medidas oscilan entre los 66 x 82 cms, pertenecientes al Art Departament Collections. Las láminas impresas datadas entre 1874 y 1914, algunas llevan el nombre del dibujante y también del impresor.
- MC GREGOR MUSEUM en el viejo edificio de Biologia del Campus de la Universidad de Auckland. Posee una colección de láminas para la enseñanza de Biología y Zoología. Litografías en color pegadas sobre lino.
- LA UNIVERSIDAD DE PAVÍA, Italia, posee una colección de wall charts de R.Leuckart conocido artista gráfico que trabajó en la Universidad de Utrech en 1920.
- RUDOLF LEUCKART: zoólogo y parasitólogo, produjo desde 1877 a 1892 unas 101 wall charts las cuales fueron usadas alrededor del mundo para la enseñanza. Hoy están guardadas en un ambiente especial, han sido restauradas, clasificadas, fotografiadas y digitalizadas, y pueden aun hoy ser usadas para la enseñanza de la zoología. Leuckart fue Profesor de la Universidad de Leipzig, ciudad de donde provienen muchas de nuestras láminas.
- DELFT ZOOLOGICAL. UNIVERSITY OF UTRECH: una gran colección de láminas educacionales; son trabajos de D. Vander Zweep.
- En nuestro país, el Museo Romántico de Madrid, el Museo Taller Litográfico de Cádiz, el Museo del Grabado Español Contemporáneo de Marbella, poseen magníficas prensas manuales de finales del XVIII y también láminas policromadas.

Construyendo...

...el Espacio Europeo de Educación Superior

GRADOS

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

MÁSTERES

- Máster en Biología Molecular y Celular
- Máster en Física y Tecnologías Físicas
- Máster en Iniciación a la Investigación en Geología
- Máster en Iniciación a la Investigación en Matemáticas
- Máster en Investigación Química
- Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas
- Máster en Modelización Matemática, Estadística y Computación
- Máster en Química Sostenible

¡Matrícúlate!

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

EL LEGADO DEL AÑO INTERNACIONAL DE LA

QUÍMICA

"...decir que algo tiene química
es garantía de sabiduría,
higiene y seguridad."

POR ANA ISABEL ELDUQUE

*http://stanford.edu

El legado del Año Internacional de la Química

A estas alturas de calendario, acercándonos al final del año, ya podemos empezar a hacer un balance de lo que las actividades de celebración del Año Internacional de la Química (AIQ) han significado en nuestra Comunidad.

Si atendemos a criterios clásicos podríamos pensar que ha resultado un éxito. La afluencia a las conferencias ha sido muy amplia, de tal forma que en varias de ellas el aforo de la sala donde se han celebrado resultó insuficiente. En cuanto a la repercusión en los medios, la cobertura ha sido importante. Desde la organización del AIQ en Aragón podríamos sentirnos bastante satisfechos, ya que no parece difícil conseguir, al menos, un aprobado alto.

Pero no creo que sea esto lo que pretendíamos. Si repasamos los discursos y conferencias impartidas, en todos ellos se ha hecho hincapié en la necesidad de eliminar el estigma que suele acompañar a la Química. Todos pensamos que nuestra ciencia y profesión ha aportado al bienestar de la Humanidad lo que nadie hubiera podido imaginar hace solo dos siglos. Un visionario como Julio Verne fue capaz de imaginar logros que ninguno de sus coetáneos pudo. Pero su cohete viajaba a la luna impulsado por un enorme cañón cuyo explosivo era pólvora convencional. Y el Nautilus era propulsado por máquinas de vapor. Ni una mente tan preclara como la suya pudo vislumbrar la capacidad del hombre para sintetizar nuevos compuestos y materiales que abrirían la puerta a una infinidad de nuevas tecnologías. Para que ello ocurriera se necesitaba una acompañante que permitiera andar con rumbo definido y no vagar sin norte: la Química. Y con este sencillo ejemplo quiero decir que lo que la Química puede seguir aportando a los hombres ni con la imaginación más desbordante puede ser estimado.

Este año, nuestro año, debíamos lograr un doble objetivo. Por un lado, y en eso coincidimos todos, hay que levantar el baldón que pesa sobre la Química. No somos la ciencia que ha causado graves episodios de polución. No es objetivo de los investigadores químicos diseñar y sintetizar moléculas que afecten gravemente a los procesos evolutivos de nuestro planeta. No es el fin de las industrias químicas liberar indiscriminadamente en la Naturaleza compuestos y sustancias de difícil degradación. Y ello por las mismas razones obvias que no es objetivo de ningún conductor tener un accidente de tráfico. La Química aporta, de forma silenciosa, prácticamente todos los compuestos que usamos a diario. Si hiciéramos ropa con la lana recién esquilada de las ovejas, sin tratarla previamente, en pocos días seríamos huéspedes de infinidad de parásitos que nos provocarían múltiples enfermedades. Esta es la aportación y el legado que debemos transmitir. Debemos hacer que se sepa, y se reconozca, que hasta el proceso de apariencia más natural exige la utilización de productos sintéticos. Que decir que algo tiene química es garantía de salubridad, higiene y seguridad.

He dicho antes que el objetivo debería ser doble. Por eso, creo que también debemos plantearnos el futuro. Está bien quitarse el estigma anterior. Pero el tiempo es inexorable en su avance y debemos mirar al frente. El mundo actual está agotando algunos de sus recursos naturales clásicos. La población mundial ha crecido hasta un número impensable. La tecnología nos permite acceder a zonas inhóspitas anteriormente inhabitadas. Las comunicaciones son casi instantáneas y las gentes se mueven por todo el orbe en cuestión de horas. Se precisan, por tanto, nuevas sustancias, nuevos compuestos, nuevos materiales para satisfacer nuevas necesidades. La gran mayoría de la población no disfruta de los estándares de calidad de vida que algunos sí tenemos a nuestra disposición. La predicción de Malthus solo será cierta si pretendemos extender las tecnologías actuales a una demanda muy superior. La Química, junto al resto de estudios científicos y tecnológicos, es quien puede aportar soluciones. De otra forma, el reparto de bienes cada vez más escasos supondría la entronización de la ley del más fuerte como norma social. Y, como la Naturaleza nos enseña, en todas las comunidades regidas por esta ley hay un único vencedor y muchos perdedores. El objetivo es muy claro. La Química debe ser entendida y apreciada como una ciencia básica no sujeta a vaivenes ni modas. Los poderes públicos deben apoyar su enseñanza y financiar la investigación. Los agentes económicos no deben encontrar trabas superfluas, casi diría supersticiosas, para el desarrollo de actividades relacionadas con la Química y su industria. Los profesionales de la Química de-

“Lo que la Química puede seguir aportando a los hombres ni con la imaginación más desbordante puede ser estimado.”

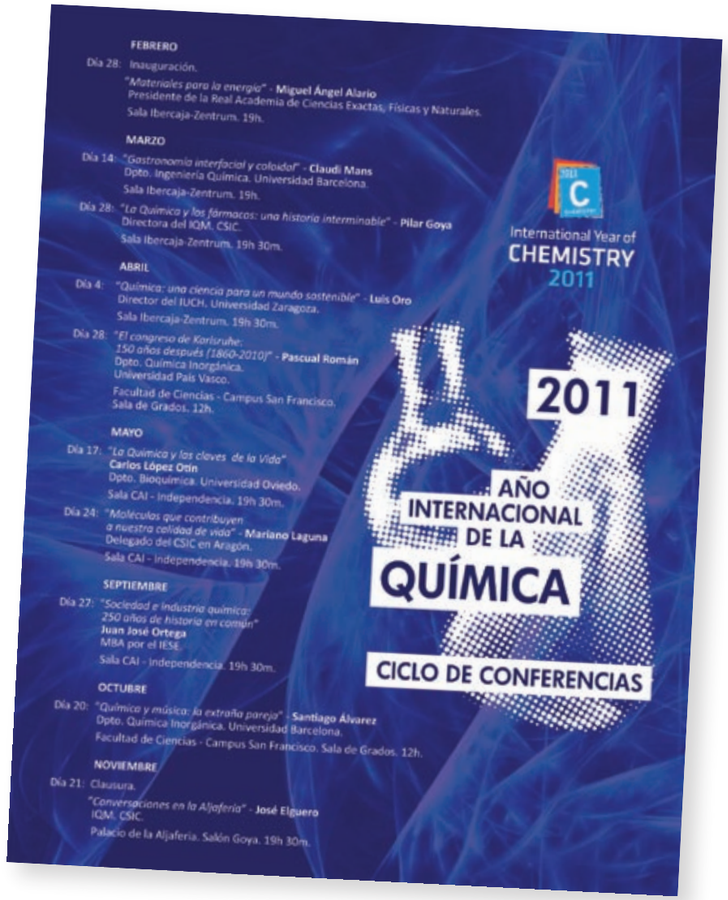
*Fotografía por *CJ Isherwood* (flickr.com)

El legado del Año Internacional de la Química

bemos mostrar nuestro orgullo por nuestro conocimiento y nuestro desempeño. La sociedad debe abandonar las prácticas de señalar a la Química como la causante de la ruptura de un bucólico equilibrio de la Naturaleza que nunca fue tal. Si alguna vez existió el mítico bruto feliz de Montesquieu, la Química no fue la causa de su extinción.

Pero también es momento de reconocer algunos fallos que hemos tenido durante la celebración de este año. No quiero entrar ahora en la crítica de pequeños detalles, por lo que me centraré en los que considero más graves. A principios de año asistimos a la inauguración a nivel nacional del Año de la Química. Allí varios ministros y personalidades académicas e investigadoras nos reunimos para dar el banderazo de salida. Pero, tras el desarrollo de los acontecimientos, desgraciadamente hemos podido percibir que los múltiples actos desarrollados a nivel nacional no han sido coordinados. La creación de una página en Internet donde aparecen algunos, pero no todos, de los actos celebrados en España es claramente insuficiente para lograr el nivel de difusión deseado. Todas las comunidades autónomas hemos llevado a cabo actos y eventos. Seguro que los ha habido de altísimo interés, pero deberían ser compartidos para que la audiencia y su repercusión fueran las máximas posibles. Por otra parte, no es preciso que los actos estén restringidos al periodo cronológico del año 2011. Las conferencias, cursos, charlas y demás eventos pueden ser publicados y publicitados de ahora en adelante. Pero es absolutamente necesario saber qué se ha hecho y dónde. Esta falta de comunicación no es solo un signo de descoordinación. En la autodenominada sociedad de la información es casi bochornoso. Por nuestra parte, y como coordinadora de los actos en Aragón, pido a todos aquellos que han realizado actividades relacionadas que no las dejen caer en el olvido y nos comuniquen lo realizado.

Un segundo aspecto, que también creo que debe llevarnos a una reflexión más profunda, ha sido la artificial separación entre actos organizados por centros académicos y por organizaciones económico-industriales. El acto de apertura se llevó a cabo en un entorno fundamentalmente académico y gubernamental. La presencia del sector industrial fue escasa en mi opinión. Por el contrario, el acto de clausura tendrá lugar durante la celebración de la Expoquimia



Un momento de la conferencia de Carlos López Otín en CAI.

en Barcelona, en un ambiente de dominio empresarial, y con una participación académica reducida. Creo que esta dicotomía academia-industria es muy perjudicial para el mundo de la Química. En Aragón, desde el inicio, la organización ha estado compuesta por personal universitario e investigador, representantes de la industria química en nuestra región, organizaciones profesionales y divulgadores de la Ciencia, en general, y de la Química, en particular. En nuestro acto inaugural tomaron la palabra representantes de estos colectivos y de los gobiernos regional y local. Quisimos mostrar claramente que la Química es muy amplia. Este enfoque es lo que he echado de menos en los actos convocados a nivel nacional. Desde Aragón hemos hecho lo que hemos podido, aunque sé que es escaso e insuficiente para paliar esta deficiencia.

Quisiera mandar un mensaje a las nuevas generaciones, especialmente a todos estos jóvenes que años tras año llenan nuestras aulas para cursar los estudios de Químicas. Cuando oigan que se tilda a la Química de una ciencia antigua que no piensen solo que es tan vieja como la civilización. Que piensen que siempre va a ser tan vieja como el hombre, porque allí donde haya un hombre habrá Química.

Decía que, según criterios clásicos, podríamos sentirnos satisfechos. Pero después de lo que he explicado, creo que el trabajo por delante es mucho mayor que el realizado. Lo logrado está bien, pero el trabajo para que la Química deje de ser el patito feo es todavía arduo. Y como en el cuento, no duden que este patito feo acabará convirtiéndose en un esbelto y elegante cisne.

Ana Isabel Elduque

Decana de la Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

LOS microRNA:

PEQUEÑAS MOLÉCULAS, GRANDES REGULADORES

"Aunque las posibilidades sean todavía fruto de una terapia experimental y pocos estudios estén en fase clínica, el descubrimiento de dianas, el desarrollo de nuevas tecnologías y el avance experimental en este campo apuntan a los miRNA como una herramienta terapéutica que en último término pueden tener una gran relevancia clínica."

POR Mª ANTONIA LIZARBE

*Fotografía por *Datmater* (flickr.com)

Los microRNA: pequeñas moléculas, grandes reguladores

El ácido ribonucleico (RNA) es un ácido nucleico formado por una cadena de ribonucleótidos que desempeña diversas funciones. La primera función que se asignó al RNA, alrededor de 1939, fue su participación en la biosíntesis de proteínas o traducción, proceso en el que participan tres tipos de RNA, el mensajero (mRNA), el de transferencia y el ribosómico. En las células, el flujo de información desde el DNA a la proteína no transcurre directamente por la lectura de la información codificada en el DNA. El DNA se utiliza como molde en el proceso de transcripción para sintetizar una molécula informativa, el mRNA que, por tanto, porta la información del DNA para la síntesis de las proteínas y es denominado RNA codificante. La secuencia de nucleótidos del mRNA determina la secuencia de aminoácidos que tendrá la proteína. Los RNA de transferencia, moléculas adaptadoras, leen los tripletes codificadores del mensajero y aportan los aminoácidos que se incorporan a la cadena polipeptídica en crecimiento. El RNA ribosómico junto con proteínas, forma los ribosomas, que se consideran como la fábrica migratoria donde se biosintetizan las proteínas. Estos RNA, los de transferencia y los ribosomales, aunque son fundamentales en el proceso de la traducción, no codifican proteínas por lo que se clasifican como RNA no codificantes.

Los RNA no son solo las moléculas fundamentales en la biosíntesis de proteínas, los genomas de eucariotas codifican una amplia variedad de especies de RNA. De hecho, en los últimos años se han descrito un gran número de diferentes RNA no codificantes, entre los que se encuentran los denominados RNA pequeños, que desempeñan diversas y variadas funciones dando cuenta de la versatilidad de las moléculas de RNA. Así, entre otros papeles, algunos RNA tienen actividad catalítica (ribozimas), otros participan en el procesamiento o maduración del mRNA y otros desempeñan un papel clave en la regulación de la expresión génica. De las investigaciones realizadas en los últimos años, se podría resaltar el descubrimiento de los RNA de interferencia (siRNA) y de los microRNA (miRNA) por las puertas que han abierto al conocimiento sobre la regulación de la expresión génica y las posibilidades que ello conlleva en el desarrollo de nuevas terapias.

Petunias y silenciamiento génico

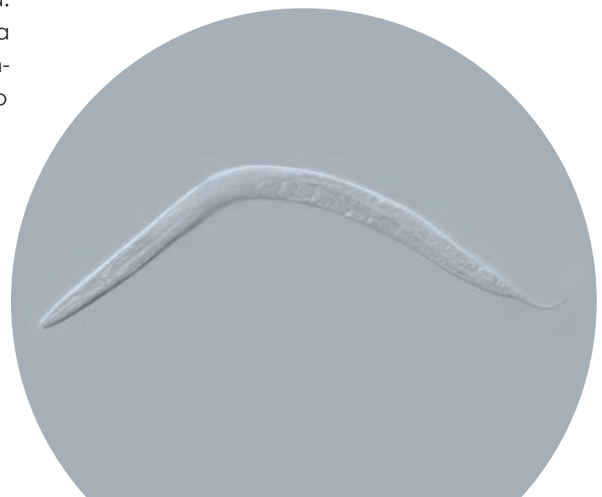
*http://en.wikipedia.org

ALGUNOS ANTECEDENTES

Como primer antecedente, cabe reseñar un mecanismo que se describió inicialmente en bacterias hace alrededor de 50 años, que se basa en una de las actividades del RNA, la inhibición por RNA antisentido. Los RNA antisentido son RNA de una sola cadena que tienen una secuencia complementaria a algún mRNA específico y que producen un bloqueo de la traducción de dicho mRNA. Así, la introducción experimental de un RNA exógeno en las células puede ser utilizada en ciertos sistemas biológicos para interferir con la función de un gen endógeno. Este descubrimiento abrió la puerta a una potencial terapia basada en el uso de oligonucleótidos. De hecho, un oligonucleótido sintético de 21 nucleótidos (fomivirsen), diseñado para que sea resistente a la degradación por nucleasas, se utiliza como una droga antiviral para tratar la renititis por citomegalovirus.

Sin duda, una revolución en el mundo del RNA fue el descubrimiento del proceso denominado silenciamiento por RNA, o mecanismo de RNA de interferencia, que inicialmente recibió otros nombres como cosupresión o silenciamiento génico post-transcripcional. En este proceso, dos tipos de RNA pequeños, los RNA pequeños de interferencia y los microRNA, son clave en la regulación de la expresión génica. Nos debemos remontar tan solo a la década de los años 90, cuando se describió la existencia de mecanismos de silenciamiento génico introduciendo en petunias genes implicados en la pigmentación (gen de la enzima chalcona sintasa) con el fin de incrementar la expresión de dichos genes y obtener petunias con un colorido más atractivo (Napoli et al., 1990). Sorprendentemente, los resultados obtenidos fueron contrarios a lo esperado: se obtenían petunias menos pigmentadas, jaspeadas o blancas. Se había conseguido anular la expresión del producto génico en vez de incrementarla. La reducción de la actividad de la chalcona sintasa se asoció con una degradación específica del mRNA de dicha enzima. Así quedó patente que los genes introducidos podían silenciar genes similares de la misma planta. También fue clave la contribución de los virólogos, que investigaban para mejorar la resistencia de plantas a infecciones virales, que describieron el mismo fenómeno al que denominaron "silenciamiento génico inducido por virus". La resistencia a infecciones virales se producía no solo en plantas que expresaban proteínas virales específicas sino también en plantas que portaban RNA pequeños no codificantes virales.

Investigaciones posteriores pusieron de manifiesto que procesos similares, al descrito inicialmente en plantas, también operan en organismos eucariotas. En este sentido, un trabajo trascendente sobre el RNA de interferencia fue el publicado en 1998 por Andrew Fire y Craig Mello utilizando el nemátodo *Caenorhabditis*



El nemátodo Caenorhabditiselegans

*http://en.wikipedia.org

Los microRNA: pequeñas moléculas, grandes reguladores

elegans para manipular la expresión génica (Fire et al., 1998). Seleccionaron el gen *unc*-22, que codifica una proteína abundante pero no esencial de los miofilamentos, y de la que hay varios miles de copias del mRNA en cada célula de músculo estriado. La alteración o pérdida de la función del gen se analiza por los cambios producidos en el fenotipo de *C. elegans*. Observaron un silenciamiento génico mediado por los RNA de doble cadena (dsRNA), que es sustancialmente más efectivo para reducir la expresión de genes que el RNA antisentido monocatenario cuyo efecto es moderado. El mecanismo se inicia por un dsRNA que contiene alguna secuencia semejante a la del mRNA endógeno del gen diana cuya actividad va a ser reprimida. Propusieron que el proceso consistía en una interferencia a nivel post-transcripcional, es decir, afectaba al mRNA procesado o maduro, ya que los dsRNA correspondientes a varios intrones o a secuencias del promotor no producen una interferencia detectable. Así, la expresión de una proteína diana se suprime estimulando la degradación específica de su mRNA, hecho que depende del RNA de doble cadena.

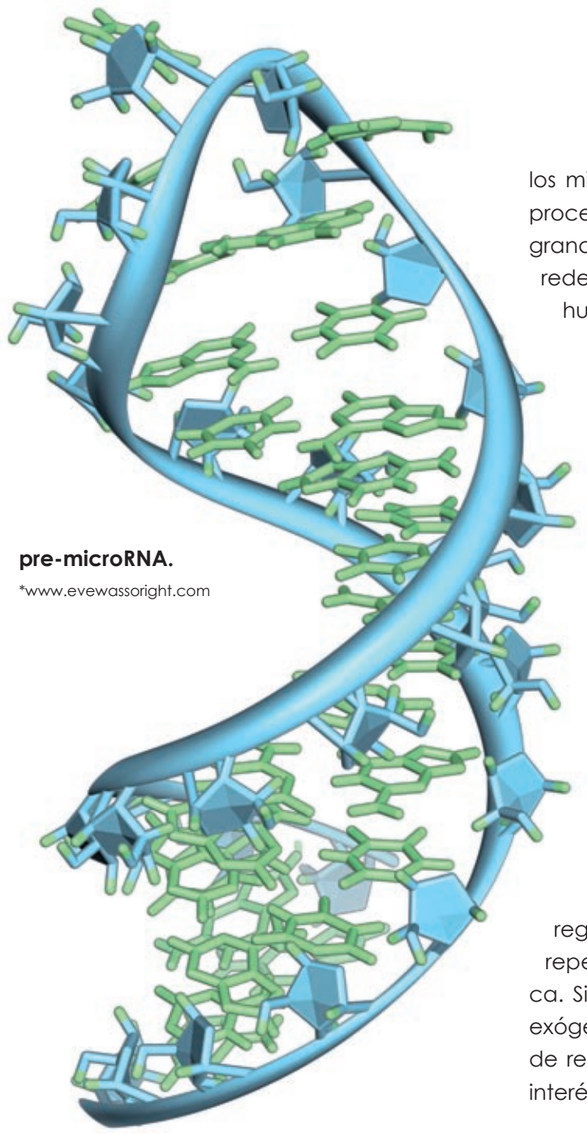
El alcance de este descubrimiento fue tal que, en el año 2006, Andrew Fire y Craig C. Mello fueron galardonados con el Premio Nobel de Fisiología o Medicina por "su descubrimiento del RNA de interferencia - silenciamiento génico por RNA de doble cadena". El silenciamiento génico mediado por dsRNA desempeña un papel esencial en numerosos procesos, entre otros, en el desarrollo, diferenciación celular, proliferación celular, muerte celular, estructura de los cromosomas o la resistencia a virus.

EL DESCUBRIMIENTO DE LOS microRNA

En 1993, se describen por primera vez los denominados miRNA, como resultado de los estudios genéticos, realizados en *C. elegans*, sobre el defecto de genes en el desarrollo de la larva. Los dos primeros genes de miRNA descubiertos fueron identificados como RNA pequeños no codificantes: en 1993 el miembro fundador de esta familia de miRNA, *lin-4* (Lee et al., 1993), y siete años después, el *lin-7* (de 22 y 21 nucleótidos, respectivamente). Éstos poseen actividad represora de la traducción del mRNA y son un ejemplo de cómo se produce una expresión coordinada de dos miRNA, dictando las pautas a través de las diferentes fases larvarias. Así, al final del primer estado larvario el miRNA lin-4 bloquea la traducción de los mRNA de las proteínas LIN-14 y LIN-28, posibilitando el desarrollo de las siguientes etapas larvales. En la cuarta etapa larval se inicia la producción del miRNA let-7, que forma también híbridos con el mRNA de la proteína LIN-41(un inhibidor de la proteína LIN-29), por lo que esta última proteína, necesaria para la generación de linajes celulares adultos, se sintetizará.

Desde entonces, el número de publicaciones sobre los miRNA se ha ido incrementando, de forma sorprendente, de unos 250 artículos anuales en el año 2002 a más de cuatro mil en el año 2010. Este aumento da cuenta no solo de la presencia de miRNA en una variedad de animales, plantas y virus, sino también de su papel en la regulación de procesos tan diversos que van desde el desarrollo a diferentes procesos fisiológicos en el organismo adulto, tales como diferenciación, proliferación y muerte celular. Además, estudios realizados en los últimos años han demostrado que su expresión se altera en una serie de patologías humanas.

"El silenciamiento génico mediado por dsRNA desempeña un papel esencial en numerosos procesos."



pre-microRNA.
*www.evewassoright.com

¿QUÉ SABEMOS DE LOS microRNA?

Los miRNA son pequeños RNA de interferencia, de 19 a 25 nucleótidos, que contienen secuencias complementarias a las de diversos mRNA y, dependiendo del grado de complementariedad, pueden promover la degradación del mRNA diana o inhibir su traducción. Su función se define como reguladores negativos de la expresión génica en organismos eucariotas. Los miRNA se agrupan en familias según la homología de su secuencia, aunque no está claro si los miembros de una misma familia controlan procesos biológicos similares. Los miRNA, ¿son grandes reguladores? Se han identificado alrededor de unos 1000 miRNA en el genoma humano, pero se estima que pueden existir más. Ello puede suponer hasta alrededor de un 4% de todos los genes expresados y, además, los datos bioinformáticos estiman que alrededor de un 30% de los genes que codifican proteínas están regulados por estas moléculas, por lo que se consideran el tipo fundamental de reguladores génicos (Wang, 2010). El panorama es complejo ya que un único miRNA puede regular a varios mRNA, por lo que el efecto de estos reguladores puede ser muy extenso, y un mRNA puede estar, a su vez, regulado por varios miRNA. Además, los genes de miRNA se pueden organizar en agrupamientos, por lo que los productos de la expresión de dichos agrupamientos se pueden sincronizar para regular un conjunto de mRNA diana, lo que repercutirá en el control de la expresión génica. Sin embargo, es alentador que los miRNA exógenos puedan integrarse en la maquinaria de regulación y, por ello, pueden ser de gran interés terapéutico.

¿CÓMO SE BIOSINTETIZAN LOS microRNA?

No es fácil presentar la biogénesis de los miRNA de forma simple pero es importante para entender posteriormente cómo una desregulación de este proceso puede conducir a un proceso patológico. Los precursores de miRNA proceden de la expresión de genes que se transcriben por la RNA polimerasa II, y dicha expresión está condicionada por los elementos reguladores propios de su gen. Sus secuencias también pueden provenir de intrones de genes que codifican proteínas. En este caso la expresión de los miRNA estaría correlacionada con

Los microRNA: pequeñas moléculas, grandes reguladores

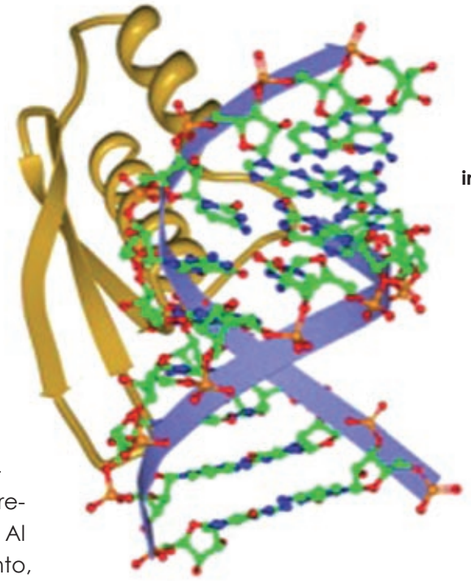
la regulación transcripcional de los genes de dichas proteínas, y ello daría cuenta de una expresión dependiente de tejido y de tipo celular. En cualquier caso, se obtiene una molécula precursora de un tamaño alrededor de 1000 nucleótidos a la que se denomina pri-miRNA. Éstos son largos precursores a partir de los cuales se obtendrán las moléculas funcionalmente activas. Estos tránscritos primarios se pliegan estableciendo interacciones intramoleculares entre regiones con complementariedad que les permite adoptar estructuras en forma de horquilla (tallo-asa), que serán reconocidas por los sistemas de maduración. En mamíferos, las formas precursoras se cortan en el núcleo por la endonucleasa RNasa III conocida como Drosha, que está asociada con la proteína DGCR8, rindiendo un producto de unos 60-70 nucleótidos (pre-miRNA). Éste es exportado al citoplasma a través del complejo dependiente de RAM-GTP, exportina-5. En el citoplasma, la molécula es cortada por Dicer, otra endonucleasa RNasa III, asociada a las proteínas TRBP y PACT, proporcionando una molécula de doble cadena (miRNA dúplex) de alrededor de 22 nucleótidos. Una cadena, el miRNA maduro (la hebra del miRNA cuya secuencia es complementaria al mRNA diana) se asocia con el complejo RISC (*RNA-induced silencing complex* o complejo silenciador inducido por RNA), que también participa en la represión por siRNA en el mecanismo de interferencia. A RISC se le considera la maquinaria catalítica responsable de la degradación del mRNA diana o de la inhibición de la traducción. En células animales el complejo RISC-miRNA se une a múltiples sitios en la región del extremo 3´terminal (3´UTR) del mRNA diana, con una complementariedad miRNA-mRNA imperfecta, bloqueándose la biosíntesis de proteínas. Algunos miRNA, por ejemplo en plantas, pueden formar un dúplex perfecto con su mRNA diana, de forma similar a como lo hacen los siRNA, conduciendo a su degradación. En ambos casos el resultado es la disminución del nivel de la proteína codificada por el mRNA.

Varias evidencias experimentales apuntan a que los miRNA también pueden estar implicados en la regulación de la estructura de la cromatina, lo que conlleva un proceso de silenciamiento génico. Entre los genes diana de los miRNA hay enzimas de la maquinaria epigenética, como las DNA metiltransferasas, histona desacetilasas e histona metiltransferasas. A su vez, eventos epigenéticos, como la metilación del DNA y las modificaciones de histonas, pueden estar implicados en el control de la expresión de los miRNA.

microRNA Y CÁNCER

Se han apuntado diversas posibilidades para explicar la pérdida de la regulación de la expresión de un determinado miRNA, como el fallo en la regulación post-transcripcional de los miRNA, la silenciación transcripcional asociada a una hipermetilación de promotores en isletas CpG, la represión transcripcional de miRNA por factores oncogénicos o mutaciones que deterioran el procesamiento de genes *miRNA*. A modo de ejemplo, las enzimas o componentes de los complejos implicados en la ruta del procesamiento de miRNA pueden ser ellos mismos dianas de una disfunción génica, lo que contribuye a incrementar la transformación celular. En este sentido, en carcinomas esporádicos y hereditarios con inestabilidad en microsatélites, se han identificado mutaciones en el gen *TARBP2* (*TAR RNA-binding protein 2*) que codifica un componente integral que contiene el complejo DICER1. Por tanto, la disfunción de TRBP está asociada a una desestabilización de la proteína DICER y a un defecto en el procesamiento de los miRNA. La reintroducción del gen *TRBP2* en células deficientes restaura la producción efectiva de los miRNA e inhibe el crecimiento tumoral (Melo et al., 2009).

“El impacto de los miRNA en cáncer, tumorigénesis y metástasis ya es patente.”



Complejo/ interacción proteínaTRBP2-miRNA.

También, el transporte de los pre-miRNA del núcleo al citoplasma es clave y está regulado. En varias líneas tumorales se ha descrito que defectos en la exportina-5 por mutaciones de su gen (*XPO5*) hacen que los pre-miRNA queden retenidos en el núcleo. Al reducirse la eficiencia del procesamiento, el nivel de los miRNA maduros disminuye en el citoplasma y, por tanto, no inhiben a sus dianas (Melo et al., 2010).

El impacto de los miRNA en cáncer, tumorigénesis y metastasis ya es patente, como ha quedado demostrado por el abrumador número de artículos centrados en este tema y en su papel como biomarcadores en cáncer (Macfarlane y Murphy, 2010). Más de la mitad los miRNA humanos están localizados en regiones cromosómicas específicas, que incluyen sitios frágiles y regiones que frecuentemente pueden ser amplificadas, delecionadas, reordenadas, o en las que se puede integrar DNA plasmídico o el de virus asociados a tumores. Todo ello conduce a una expresión aberrante de los miRNA en carcinogénesis. De hecho, la primera conexión entre los miRNA y el cáncer se describe en 2002 (Calin et al., 2002); se observó que los miR-15 y miR-16 están localizados en el cromosoma 13q14, región que se deleciona en la mitad de los casos de leucemia linfocítica crónica. A los miRNA que desempeñan un papel en cáncer (desarrollo, progresión, diagnóstico, prognosis) se les designa como miRNA oncogénicos u oncomiR.

La implicación de los miRNA en procesos carcinogénicos indica que pueden actuar como oncogenes o como genes supresores de tumores, según la acción del gen que estén regulando, lo que explicaría por qué un mismo miRNA puede funcionar como oncogén o como supresor tumoral en diferentes tejidos. La amplificación o sobreexpresión de un miRNA que actúa como un oncogén, reduce la expresión de un gen supresor de tumores o los implicados en diferenciación, contribuyendo a la formación del tumor, como por ejemplo en cáncer de páncreas los miR-125b, miR-103 y miR107. Por el contrario, otros miRNA pueden reducir la expresión de genes oncogénicos y se comportarían como supresores de tumores; un ejemplo sería el miR-34a, que está silenciado en varios tipos de cáncer. Otros miRNA se han relacionado con el proceso de metástasis. En este sentido, se ha descrito que un grupo de miRNA cuya expresión se pierde en cáncer de mama está relacionado con la capacidad metastásica de dichas células (Tavazoie et al., 2008). Al restaurar la expresión de los miR-126 y miR-335 mediante vectores retrovirales, se consigue disminuir la colonización del pulmón y del hueso, por lo que estos miRNA se definen como supresores de metástasis.

Además, la expresión de los miRNA se correlaciona con el desarrollo de determinados tipos de cáncer. Por ejemplo, a la familia miRNA let-7a se le ha asignado un papel en la patogénesis del cáncer de pulmón. Let-7 actúa como un gen supresor de tumores ya que inhibe la expresión del oncogén *ras* y su expresión se reduce en cáncer de pulmón de célula pequeña. Por otro

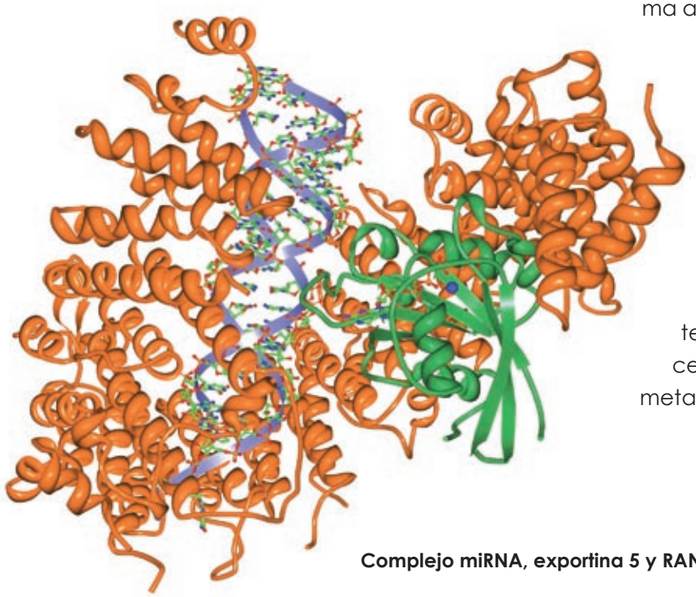
Los microRNA: pequeñas moléculas, grandes reguladores

lado, miR-21 se sobreexpresa en glioblastoma y cáncer de mama y pancreático ya que provoca una señal de supervivencia y las células son menos susceptibles a entrar en apoptosis. Además, el control de la traducción ejercido por los miRNA juega un papel importante en el mecanismo molecular de resistencia a quimioterapias basadas en el empleo de antifolatos y fluoropirimidinas, como se ha descrito para el miR-215 en células de osteosarcoma y de cáncer de colon.

Algunos ejemplos de los miRNA implicados en cáncer de colon cuya expresión disminuye (se consideran supresores de tumores) son let-7 (implicado en la inhibición del crecimiento celular y que tiene como RNA diana a H-, N- y K-ras, y c-Myc) y el miR-34a (controla la inducción de apoptosis mediada por p53 y tiene como genes diana *CDK4, E2F3* y *Bcl-2*). Alteraciones en los miRNA también se han asociado a una desregulación de la proteína p53, cuya actividad supresora de tumores se pierde durante la carcinogénesis colorrectal. También cabe destacar la regulación del proceso de apoptosis por los miRNA. En este sentido, la expresión de los miRNA esta inversamente correlacionada con la expresión de la proteína antiapoptótica Bcl-2 (regulan negativamente la expresión de Bcl-2 a nivel post-transcripcional) induciendo apoptosis.

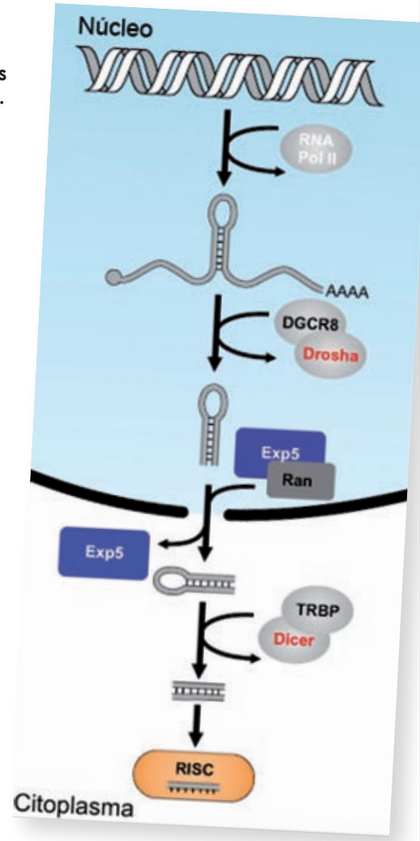
microRNA Y TERAPIA

El descubrimiento de los miRNA, y todo el conocimiento que ya hoy en día se tiene sobre estas pequeñas moléculas, apunta a su potencial utilización en terapia molecular. Las perspectivas son prometedoras en cuanto al desarrollo de nuevas terapias frente al cáncer, infecciones virales, enfermedades neurodegenerativas, desordenes oculares, etc. Así, si el defecto primario en una patología está en los miRNA, se podría corregir la expresión de los miRNA de tal forma que se recuperase el fenotipo celular normal o, por el contrario, que se induzca la muerte celular por apoptosis. Si hay una desregulación de miRNA, se podrían utilizar miRNA naturales o sintéticos para corregir dichos defectos. Es un reto para los investigadores y para las empresas farmacéuticas el tratar de elucidar la forma adecuada de administrar los miRNA exógenos restauradores de las actividades celulares. Además, los denominados perfiles genómicos de expresión de miRNA, o firmas genéticas, pueden ser de gran utilidad para la clasificación, el diagnóstico, el pronóstico y el análisis de la respuesta al tratamiento de diferentes tipos de tumores, o para establecer una correlación con el potencial metastásico de las células de un tumor



Complejo miRNA, exportina 5 y RAN-GTP.

La biosíntesis de miRNA.



y tratar de frenar dicho proceso. Aunque las posibilidades sean todavía fruto de una terapia experimental y pocos estudios estén en fase clínica, el descubrimiento de dianas, el desarrollo de nuevas tecnologías y el avance experimental en este campo apuntan a los miRNA como una herramienta terapéutica que, en último término, puede tener una gran relevancia clínica.

Mª Antonia Lizarbe

Dpto. Bioquímica y Biología Molecular I
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Complutense

BIBLIOGRAFÍA

- Calin G.A., Dumitru C.D., Shimizu M., Bichi R., Zupo S., Noch E., Aldler H., Rattan S., Keating M., Rai K., Rassenti L., Kipps T., Negrini M., Bullrich F., Croce C.M. (2002) Frequent deletions and down-regulation of micro- RNA genes miR15 and miR16 at 13q14 in chronic lymphocytic leukemia. Proc Natl Acad Sci U S A. 99:15524-15529.
- Fire A., Xu S., Montgomery M.K., Kostas S.A., Driver S.E., Mello C.C. (1998) Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in Caenorhabditis elegans. Nature 391:806-811.
- Lee R.C., Feinbaum R.L., Ambros V. (1993) The C. elegans heterochronic gene lin-4 encodes small RNAs with antisense complementarity to lin-14. Cell 75:843-854.
- Macfarlane L.A., Murphy P.R. (2010) MicroRNA: Biogenesis, Function and Role in Cancer. Curr Genomics 11:537-561.
- Melo S.A., Ropero S., Moutinho C., Aaltonen L.A., Yamamoto H., Calin G.A., Rossi S., Fernandez A.F., Carneiro F., Oliveira C., Ferreira B., Liu C.G., Villanueva A., Capella G., Schwartz S. Jr., Shiekhattar R., Esteller M. (2009) A TARBP2 mutation in human cancer impairs microRNA processing and DICER1 function. Nat Genet. 41:365-370
- Melo S.A., Moutinho C., Ropero S., Calin G.A., Rossi S., Spizzo R., Fernandez A.F., Davalos V., Villanueva A., Montoya G., Yamamoto H., Schwartz S. Jr., Esteller M. (2010) A genetic defect in exportin-5 traps precursor microRNAs in the nucleus of cancer cells. Cancer Cell 18:303-315
- Napoli C., Lemieux C., Jorgensen R. (1990) Introduction of a chimeric Chalcone Synthase gene into petunia results in reversible co-suppression of homologous genes in trans. Plant Cell 2:279-289
- Tavazoie S.F., Alarcón C., Oskarsson T., Padua D., Wang Q., Bos P.D., Gerald W.L., Massagué J. (2008) Endogenous human microRNAs that suppress breast cancer metastasis. Nature 451:147-152.
- Wang Z. (2010) MicroRNA: A matter of life or death. World J Biol Chem 1:41-54.

LA EDUCACIÓN...

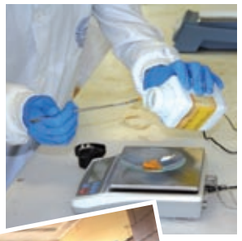
Con los estudiantes de Secundaria y Bachillerato.

Jornadas de Puertas Abiertas

Visita de Profesores a Centros de Secundaria

Semana de Inmersión

Campamentos Científicos (FECYT)



...UN PROYECTO GLOBAL DESDE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Con nuestros estudiantes.

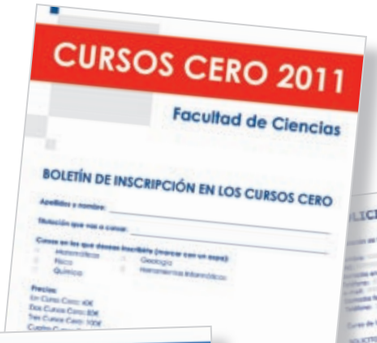
Jornadas de Acogida

Cursos Cero

Plan Tutor

Cursos de Formación

Ciclo de Salidas Profesionales



Con nuestros titulados.

Ciclo de Salidas Profesionales

Ciclos de Conferencias

Bolsa de Empleo

Puentes de Comunicación con nuestros Antiguos Alumnos

IMAGINARY,
UNA MIRADA MATEMÁTICA

POR ENRIQUE ARTAL,
JULIO BERNUÉS Y
MARÍA TERESA LOZANO-IMÍZCOZ

*Fotografía de la Real Sociedad Matemática Española.

IMAGINARY, una mirada matemática

La exposición presenta imágenes bellas, sugerentes, en ocasiones de modelos de objetos reales, que con frecuencia obedecen a fórmulas sencillas. Los textos que acompañan indican el origen y el significado de las mismas y sugieren algunos conceptos matemáticos. La versión virtual se encuentra en http://www.rsme-imaginary.es

El programa interactivo Surfer permite el contacto del público con la geometría. Los asistentes crean fórmulas por sí mismos o cambian las ya existentes, teniendo como estímulo la propia belleza de las imágenes producidas. Es sorprendente constatar como esta interacción lleva paulatinamente a comprender la conexión entre las fórmulas y las figuras, es decir, entre el álgebra y la geometría.

La muestra se completa con esculturas 3D y pizarras digitales para que el público experimente.

IMAGINARY, UNA MIRADA MATEMÁTICA EN ZARAGOZA

Imaginary, una mirada matemática pudo visitarse en el centro Joaquín Roncal de la CAI del 15 de septiembre al 11 de octubre. 4000 personas entre público en general y estudiantes de unos 60 centros de secundaria han visitado la exposición guiados por monitores-alumnos de la Facultad de Ciencias. Como complemento de la exposición, se han llevado a cabo **encuentros,** en forma de tres conferencias de divulgación de las matemáticas, **talleres** geométricos para público en general, un **concurso** de imágenes creadas con Surfer, la **web** http://iuma.unizar.es/imaginary y finalmente, una **exposición** de modelos geométricos históricos de la Facultad de Ciencias de Zaragoza.

La organización contó con el apoyo de varios organismos: IUMA, CAI, DGA y la Universidad de Zaragoza.

EXPOSICIÓN DE MODELOS GEOMÉTRICOS HISTÓRICOS

En los años 1870's los matemáticos Alexander von Brill y Felix Klein comenzaron a construir modelos de objetos geométricos para su uso en docencia e investigación, que fueron posteriormente comercializados por toda Europa y Estados Unidos.

Un buen número de esos modelos llegaron a España de la mano del matemático y profesor de la Facultad de Ciencias de Zaragoza Zoel García de Galdeano que donó a la Facultad las piezas de su colección personal y han permanecido en el Centro desde entonces.

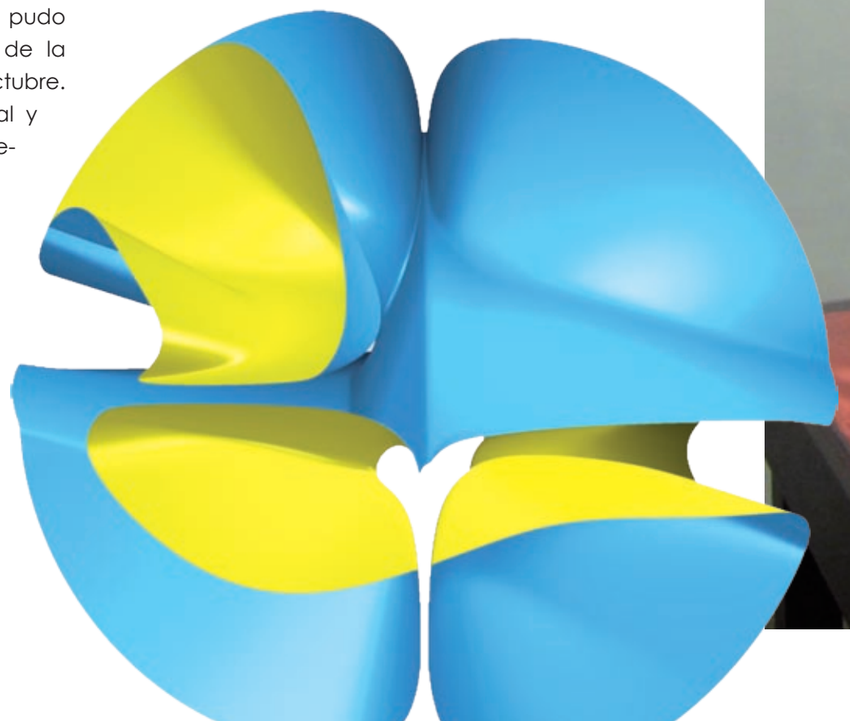


Figura realizada con el programa Surfer.

Imagen del montaje y aspecto final de una de las vitrinas.

*Fotografías de la Real Sociedad Matemática Española.

IMAGINARY, una mirada matemática

Inauguración de la exposición IMAGINARY.

Preparación de los monitores de la exposición.

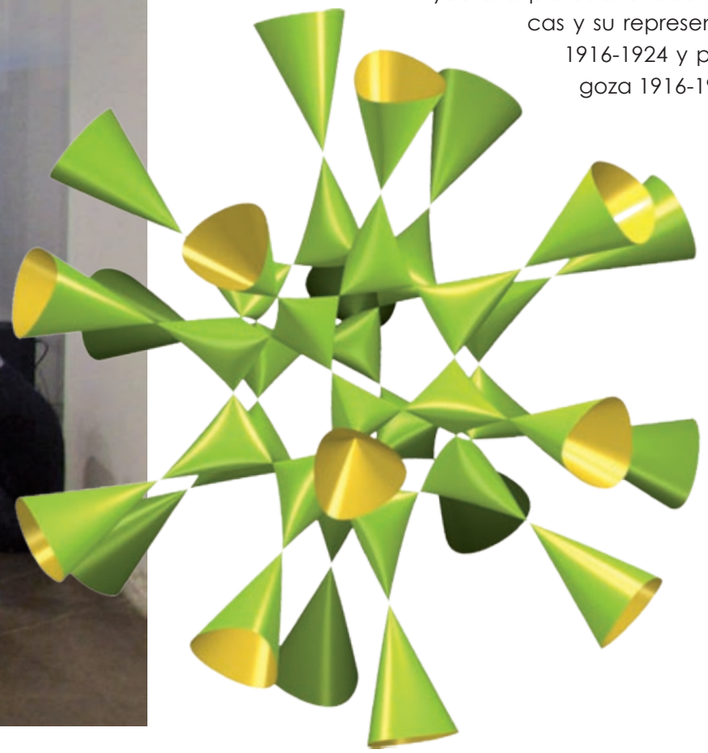
*Fotografías de la Real Sociedad Matemática Española.

El paso de los años se ha dejado notar en las piezas y, con ocasión de **Imaginary, una mirada matemática**, la Universidad de Zaragoza encargó su limpieza a la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Huesca.

Durante la estancia de **Imaginary, una mirada matemática** en Zaragoza, se pudieron ver dos versiones de las mismas figuras geométricas pero realizadas con 100 años de diferencia: en la escayola del siglo XIX y en la pizarra digital del programa Surfer del siglo XXI.

ZOEL GARCÍA DE GALDEANO Y YANGUAS (PAMPLONA, 1846; ZARAGOZA, 1924)

Zoel García de Galdeano fue profesor de la Facultad de Ciencias durante 30 años. Escribió más de 190 trabajos entre libros, artículos, conferencias y reseñas. Durante las dos últimas décadas del siglo XIX y primera del XX, la intensa actividad de García de Galdeano se centró en dar a conocer a la comunidad matemática española las principales teorías de la matemática de la época en álgebra, geometría y análisis matemático. Fundó y financió de su bolsillo la primera revista matemática española, *El progreso matemático*. También fue el *primer* matemático español contemporáneo que participó asiduamente en congresos internacionales. En la última etapa de su trayectoria profesional acentuó sus contribuciones sobre enseñanza de las matemáticas y su representación en sociedades científicas (fue presidente de RSME 1916-1924 y presidente fundador de la Academia de Ciencias de Zaragoza 1916-1922).



Escribió de él un colega de Facultad que *"sus únicos amores fueron la Matemática, la Música y su querida Facultad de Ciencias"*. Esa dedicación quedó reflejada en su testamento en el que legó a la Facultad su magnífica biblioteca matemática, el dinero necesario para financiar premios "para alumnos brillantes" en matemáticas y física y siete cuadros de su propiedad. Todos los aspectos de su legado siguen con nosotros y continúan llevando en justo reconocimiento el nombre de García de Galdeano.

Enrique Artal, Julio Bernués y María Teresa Lozano-Imízcoz

Comité local organizador
Dpto. de Matemáticas
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

EL TÚNEL SUBTERRÁNEO DE CANFRANC: 25 AÑOS APASIONANTES

POR JOSÉ ÁNGEL VILLAR

El laboratorio subterráneo de Canfranc: 25 años apasionantes

'El túnel de Canfranc albergará una experiencia que podría ofrecer datos sobre el origen del Universo'.

'El túnel de Canfranc no alberga experimentos nucleares peligrosos'.

'*El túnel y la materia oscura. Se busca en Canfranc un ente que confirme la teoría de unificación de la fuerzas universales*'.

Estos son algunos de los curiosos titulares que aparecieron en periódicos locales y nacionales en la segunda década de los 80 del pasado siglo, y éstos fueron los comienzos de lo que ahora conocemos como Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC).

Ha pasado ya mucho tiempo desde aquel 19 de enero de 1985 en el que el Catedrático de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Universidad de Zaragoza, Angel Morales, y su grupo de investigación -por aquel entonces, escasamente media docena de personas- entramos, por primera vez, en el túnel ferroviario de Canfranc, fuera de uso desde hacía diez años, buscando un lugar adecuado para ubicar un experimento de desintegración nuclear doble beta.

A nadie se le pasaba por la cabeza, aquel frío día de enero cuando andábamos por la nieve -con una altura que superaba con creces la rodilla- camino de la oscura boca del túnel, que unos años más tarde la Universidad de Zaragoza iba a disponer bajo la cima del monte Tobazo, es decir, bajo aproximadamente unos 850 metros de roca, de una instalación subterránea conocida internacionalmente que se convertiría en el segundo laboratorio subterráneo más grande de Europa y que sería catalogado como Instalación Científico-Tecnológica Singular española.

Desde aquel primer día, han sido muchos los cambios, las novedades y las anécdotas que podrían contarse sobre lo acontecido en el Laboratorio, como también muchos han sido los investigadores nacionales y extranjeros que han pasado por las instalaciones subterráneas de Canfranc y muchos, en proporción a sus reducidas dimensiones durante bastantes años, los experimentos que allí se han realizado.

Desde sus inicios, las investigaciones en Canfranc se han centrado fundamentalmente en dos tópicos: conocer mejor esa partícula elemental llamada 'neutrino', que ya suena incluso a los profanos en la materia y que tiene un claro afán de notoriedad porque, por una u otra razón, está de permanente actualidad, y otro tema, igualmente llamativo y de actualidad, como es la búsqueda de un nuevo tipo de materia esquiva y desconocida que llena el universo, la 'materia oscura'.

Sin embargo, al hablar del Laboratorio Subterráneo de Canfranc hay que citar dos hitos fundamentales en su historia. El primero, lógicamente, es la puesta en marcha del primer laboratorio para la física subterránea en España en 1986, es decir, hace ahora precisamente 25 años. Constaba de un par de modestas galerías de escasamente 6 m^2 cada una que, a pesar de sus reducidas dimensiones, permitieron al grupo de investigación de la Universidad de Zaragoza llevar a cabo diversos experimentos, algunos pioneros en su campo, con excelentes resultados. De hecho, en algunos casos, se obtuvieron en Canfranc, en su momento, los mejores resultados a nivel internacional para determinados procesos nucleares.

La prolongada actividad científica realizada, sus buenos resultados y, sobre todo, las muchas horas dedicadas por el grupo de la Universidad de Zaragoza creando primero y haciendo luego funcionar y 'crecer' el Laboratorio, fueron elementos decisivos para que se produjera el segundo de los hitos trascendentales en su historia: el Ministerio de Educación y Ciencia concede a la Universidad de Zaragoza la financiación necesaria para ampliar sustancialmente las instalaciones subterráneas de Canfranc, cuyas obras de excavación comenzarían el año 2003. Se pasaba así de disponer de algo menos de unos 200 m^2, conseguidos tras pequeñas ampliaciones, a disponer de más de 1600 m^2 de infraestructuras subterráneas para experimentos.

Una pregunta surge de manera inmediata: ¿Por qué un laboratorio subterráneo? La respuesta es muy simple: necesitamos 'proteger' los experimentos de la radiación cósmica o, como alguien dijo más poéticamente: '*Se trata de buscar el silencio cósmico*'. Miles de millones de partículas nos atraviesan continuamente aunque no seamos conscientes de ello porque nosotros no notamos sus efectos. Sin embargo, los detectores utilizados en este tipo de experimentos son

Arriba: uno de los dos pequeños laboratorios iniciales de 6 m^2. Abajo: sala experimental principal (hall A) de 600 m^2.

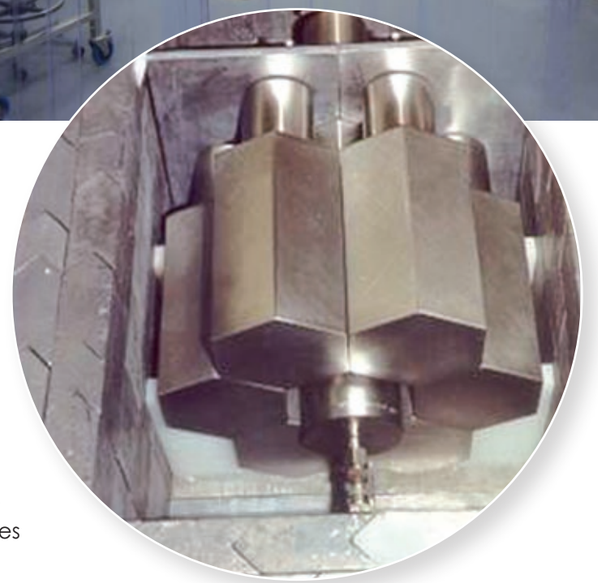
El laboratorio subterráneo de Canfranc: 25 años apasionantes

extraordinariamente sensibles a esta radiación y de no eliminarla, o al menos de no reducirla, no sería posible alcanzar la sensibilidad suficiente como para poder detectar las señales buscadas y alcanzar los objetivos previstos con los experimentos.

En este contexto, los laboratorios subterráneos juegan hoy en día un papel fundamental en el campo de la 'física de astropartículas'. Surge esta nueva disciplina como confluencia de conocimientos teóricos y de datos experimentales provenientes de la Física nuclear, la Física de partículas y la Cosmología y tiene como objetivo el estudio del cosmos y de la Física de las interacciones fundamentales a través de las partículas provenientes de fuentes astrofísicas y cosmológicas. En este terreno, las investigaciones que se llevan a cabo en instalaciones subterráneas como las de Canfranc permiten sondear el Universo de una manera distinta a la que hasta hace poco era habitual y contribuyen, notablemente, al estudio de temas científicamente relevantes y actuales como:

- La Física de neutrinos, abriendo nuevas formas de vislumbrar más allá del modelo estándar de las partículas e interacciones para analizar la naturaleza y las propiedades del neutrino y dilucidar así si coincide o no con su antipartícula.
- La existencia de constituyentes últimos de la materia que llena el Universo y que deben ser distintos a los ordinarios, abriendo así nuevas posibilidades para la búsqueda de la materia y de la energía oscura.
- La necesidad de nuevos experimentos en la región de bajas energías ante el problema de los neutrinos solares resuelto en términos de oscilaciones de neutrinos.
- El estudio de las ondas gravitacionales tras la aparición de nuevos detectores resonantes de sensibilidad tan alta como para requerir el apantallamiento de la radiación cósmica.
- Incluso, la propia evolución del Universo primordial que requiere de escalas de energía que no son accesibles directamente a partir de los aceleradores actuales.

Estructura metálica en hall A para albergar el experimento ArDM.



Arriba: vista parcial de la sala blanca del LSC.
Abajo: vista de los detectores de uno de los primeros experimentos del LSC.

Además, esta nueva forma de hacer física está probablemente en el umbral de producir importantes descubrimientos en los próximos años y es posible que muchos de estos descubrimientos tengan lugar en laboratorios subterráneos. Lógicamente, el Laboratorio Subterráneo de Canfranc aspira a estar en la primera fila de este escenario, y es evidente que a todos nos gustaría que alguno de esos descubrimientos tuviera lugar, por qué no, en alguno de los experimentos realizados en el Laboratorio de Canfranc.

En la actualidad, el Comité Científico del LSC, compuesto por científicos de relevancia internacional en este campo, ya ha informado positivamente -y posteriormente han sido aprobados por los órganos del gobierno de Laboratorio- siete experimentos, la mayor parte llevados a cabo por colaboraciones internacionales. Tres de ellos persiguen la búsqueda de candidatos a la materia oscura del Universo (ANAIS, Rosebud, ArDM), otros tres se enmarcan en el campo de la Física de neutrinos (BiPo, NEXT, SuperK-Gd) y otro tiene por objeto la instalación en Canfranc de una estación permanente de geodinámica avanzada (GEODIN).

Tras la apertura definitiva del LSC, en el verano de 2010, a la instalación de experimentos, la mayor parte de los experimentos citados se encuentran en la actualidad en diferentes fases de montaje de sus infraestructuras o inclu-

El laboratorio subterráneo de Canfranc: 25 años apasionantes

so llevando ya a cabo medidas con prototipos en los espacios asignados por el Laboratorio a cada experimento. Es previsible que durante el año 2013 todos los experimentos aprobados estén ya instalados, parcial o totalmente, y tomando datos.

Además, en febrero de 2011 se inauguró el edificio sede del LSC, obra del arquitecto Basilio Tobías, que se encuentra en el centro de la población de Canfranc-Estación. Este edificio, de 1800 m^2, se estructura en cinco plantas y alberga, además del espacio dedicado a la administración y dirección del Laboratorio, despachos para investigadores y técnicos, laboratorios especializados, salas de reuniones, taller mecánico, un auditorio para cien personas y una sala de exhibición permanente de las actividades del LSC.

Auditorio del edificio sede y sala de exhibición permanente de las actividades del LSC.

Por otro lado, desde el punto de vista estructural, el coste económico que supone el mantenimiento de sus infraestructuras y el coste del personal técnico y administrativo necesario para su adecuado funcionamiento tras la última gran ampliación, excede la capacidad económica y organizativa del grupo de investigación de la Universidad de Zaragoza, que hasta ese momento gestionaba, mantenía y operaba el Laboratorio. Por este motivo, desde el año 2006, el Laboratorio Subterráneo de Canfranc tiene estructura jurídica propia e independiente de la Universidad de Zaragoza y para su gestión y explotación se creó un Consorcio del que forman parte el actual Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza. Asimismo, en paralelo a la creación del Consorcio, las tres instituciones firmaron un convenio de colaboración por el que se garantizaba la financiación del LSC durante diez años -hasta el 31 de diciembre de 2015- así como su previsible extensión a años posteriores.

Retomando, no obstante, la historia de estos 25 años de vida del LSC, son muchas las personas e instituciones a las que hay que agradecer que hoy dispongamos de un laboratorio de talla internacional. Algunas de estas personas continúan en el grupo de investigación y siguen con la misma ilusión, si no más, del primer día. Otras muchas (investigadores, técnicos y becarios) se han incorporado al grupo de investigación durante estos años y otros, particularmente relevantes en esta historia, como son Angel y Julio Morales, por desgracia ya no están con nosotros. Sin embargo, su trabajo y su esfuerzo fueron decisivos para conseguir la instalación subterránea actual y, por eso, su recuerdo estará siempre vivo y permanentemente asociado a la figura del LSC. En particular, Angel Morales, al que se dedicó la sala principal de medida como primer promotor del Laboratorio, estaría hoy feliz y orgulloso de ver finalmente cumplido, incluso con creces, su sueño.

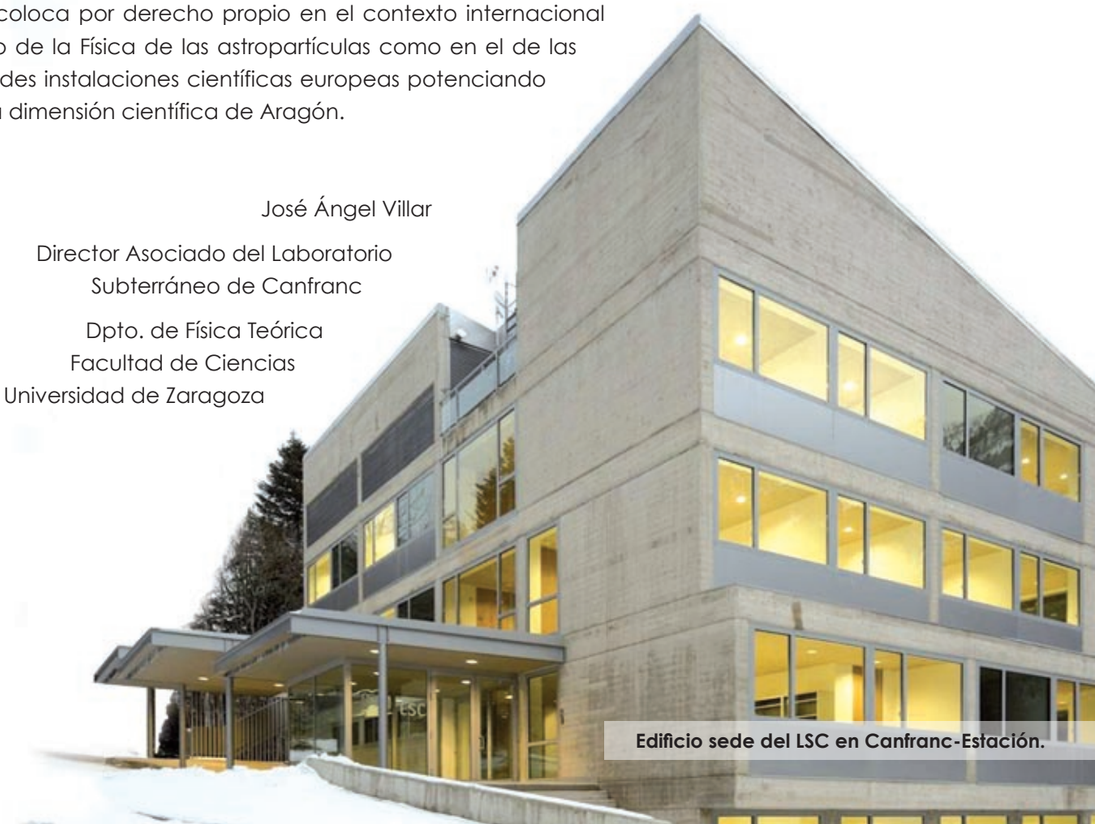
En este mismo sentido, la iniciativa de la Universidad de Zaragoza de ampliar sustancialmente el Laboratorio de Canfranc se vio apoyada, desde sus inicios, por los sucesivos gobiernos de Aragón y por los ministerios de Educación y Ciencia y de Ciencia y Tecnología, a los que también es de justicia reconocer y agradecer su apoyo. También, como no, hay que agradecer el decidido apoyo al LSC de los diferentes alcaldes del Ayuntamiento de Canfranc durante este periodo. La conjunción de todo ello ha permitido que el Laboratorio alcance, a lo largo de estos 25 años, un elevado reconocimiento nacional e internacional pero también, y no por ello menos importante para Aragón, ha hecho que el nombre de Canfranc, de Jaca, de Huesca y de los Pirineos sean en la actualidad todavía más conocidos en todo el mundo.

En definitiva, la existencia en Canfranc de más de 1600 m^2 de instalaciones subterráneas experimentales y de 1800 m^2 en superficie augura no solo la instalación futura de experimentos de gran interés científico sino que va a potenciar también, en nuestra Comunidad, la celebración de reuniones de alto nivel científico, la organización de escuelas de verano, seminarios, conferencias y talleres y, además, va a permitir a muchas gentes de nuestro país y del extranjero conocer mejor nuestra tierra y nuestra cultura. Es evidente, por tanto, que la existencia del Laboratorio Subterráneo de Canfranc, con sus infraestructuras, nos coloca por derecho propio en el contexto internacional tanto de la Física de las astropartículas como en el de las grandes instalaciones científicas europeas potenciando así la dimensión científica de Aragón.

José Ángel Villar

Director Asociado del Laboratorio
Subterráneo de Canfranc

Dpto. de Física Teórica
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza



Edificio sede del LSC en Canfranc-Estación.

Puentes de comunicación con nuestros

ANTIGUOS ALUMNOS

Si eres Antiguo Alumno
INSCRÍBETE EN NUESTRA WEB

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

¡Te estamos esperando!

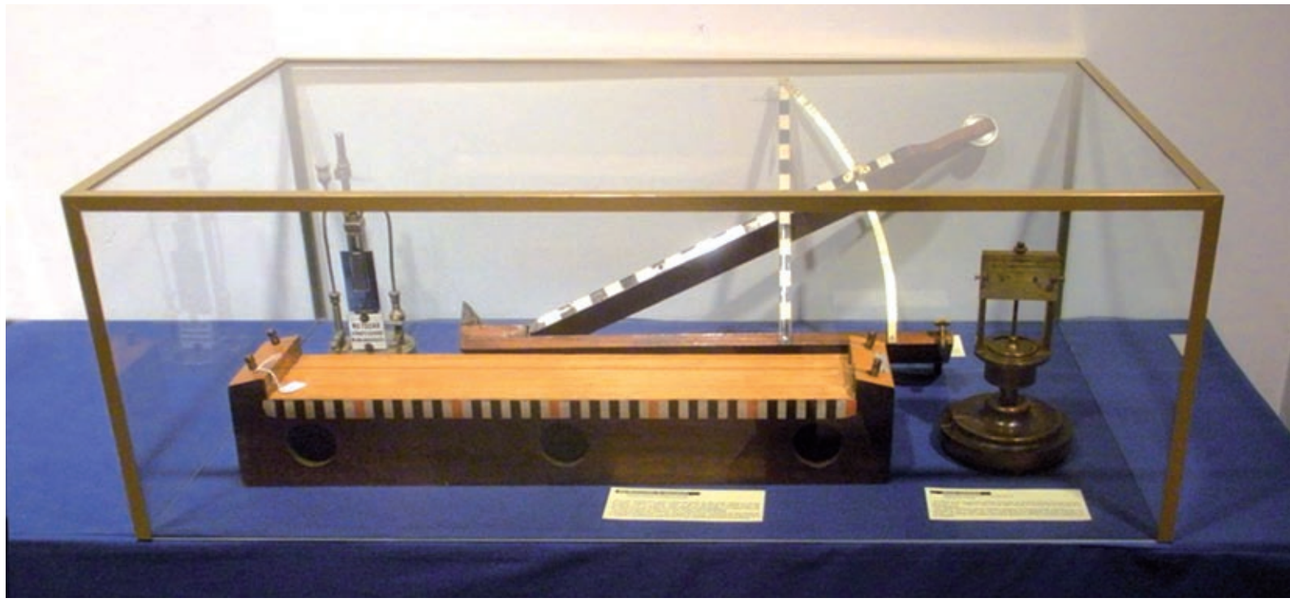
INSTRUMENTA viaja a Jaca

Medio centenar de aparatos antiguos de la colección Instrumenta así como hologramas del Departamento de Física Aplicada, Esculturas de luz, viajaron a Jaca para ser expuestos en el Palacio de Congresos de Jaca, durante los días 30 de junio a 12 de julio, de 2011.

La exposición se realizó gracias a la colaboración de la Cátedra José María Savirón de Divulgación Científica con el Campus de Profundización Científica que, por tercer año consecutivo, se celebró en Jaca, y al que asistieron 76 estudiantes sobresalientes de Educación Secundaria, de todas las Comunidades Autónomas. Las tres ediciones de este Campus han sido promovidas y financiadas por el Ministerio de Educación, y organizadas por la Real Sociedad Española de Física, siendo la Sección Aragonesa de esta Sociedad la responsable de su planificación y puesta en marcha.

El Campus de Profundización de Jaca ha sido el germen de los Campus de Excelencia que el Ministerio y la FECYT han organizado en las diferentes Universidades de Excelencia españolas, entre las que ha figurado este año la de Zaragoza. Aunque ambos Campus están dirigidos a estudiantes de secundaria, su enfoque es diferente. El de Jaca engloba y trata aspectos prácticos de las Ciencias Básicas: Biología, Física, Geología, Matemáticas y Química. Todo ello a través de talleres que se imparten en el IES "Domingo Miral" de esa ciudad. Durante el Campus se organizan también conferencias científicas, abiertas al público, así como visitas a lugares destacados de Jaca y la Jacetania, incluyendo, como es lógico, el Laboratorio Subterráneo de Canfranc.

Diferentes imágenes de la exposición de INSTRUMENTA en Jaca.



Como complemento de las actividades antes citadas, la exposición de hologramas e instrumentos antiguos ha constituido un magnífico aporte científico para los estudiantes y, cómo no, una excelente muestra de divulgación cultural en el verano jaqués.

J. Alberto Carrión

Dpto. de Física Aplicada
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

Noticias y actividades

El futuro está con nosotros

Durante un mes hemos tenido en nuestras aulas a 60 estudiantes de 4º de ESO y 1º de bachiller, dentro de una iniciativa enmarcada en el Campus de Excelencia Internacional del Valle del Ebro "Iberus", y resultando ser la primera de sus acciones que ha tenido una presencia viva de estudiantes en su desarrollo.

La iniciativa ha tenido como objetivo potenciar las vocaciones científicas de los jóvenes que dentro de pocos años solicitarán su acceso a la universidad. Iniciativa loable y necesaria en un momento en el que la sociedad necesita cada vez más de jóvenes que apuesten por el esfuerzo y la dedicación en áreas científico-técnicas y que se planteen transformar, desde su dedicación al estudio de estas ramas de conocimiento, nuestra realidad cotidiana.

La Universidad de Zaragoza ha sabido dar respuesta a este reto contando para ello con el trabajo conjunto de las facultades de Ciencias, Veterinaria, y Medicina, así como el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (CSIC) e Institutos Universitarios de Investigación, y de las universidades de la Rioja y Lleida. Un trabajo coral que ha contado con el empuje fundamental de la Facultad de Ciencias, centro que cuenta con un excelente equipo profesional y directivo, y que ha coordinado la decana Ana Elduque, nombrada por el rector, a propuesta de los cuatro campus Iberus, como responsable académica de las actividades que han ocupado a los futuros universitarios.

Desde el momento en que la Universidad de Zaragoza asumió la preparación de este primer campus científico en nombre de las cuatro universidades que forman Iberus, tuvimos muy claro, además de los elementos académicos, que han sido un éxito total a la luz de las encuestas realizadas por los propios alumnos, que era importante el crear espacios comunes dentro del campus de excelencia y dar identidad al campus Iberus programando, con este fin, actividades en otras universidades.

La Universidad ha compartido con este grupo de estudiantes días de trabajo (muchos), pero también de ocio (los menos). Hemos recogido sus preguntas, sus curiosidades, sus inquietudes, sus incertidumbres, sus interrogantes ante todo lo que se les plantea ahora y en el futuro venidero, en definitiva, hemos formado con ellos un grupo de trabajo que nos ha permitido ver que el futuro está con nosotros, que el futuro esta asegurado con esta generación de jóvenes generosos tanto en su esfuerzo y en su trabajo, como en su alegría vital, demostrada en la diaria convivencia.

Son muchas más cosas las que se deberían apuntar en estas breves líneas, pero creo que se pueden resumir en un gracias a todos. A los profesores y personal de apoyo por su trabajo y dedicación impagable en este proyecto, y a los estudiantes participantes por la ilusión que han puesto en su estancia en las aulas y en las largas noches en el Cerbuna.

Fernando Zulaica Palacios

Vicerrector de Estudiantes y Empleo
Universidad de Zaragoza

Proyectos desarrollados:

BIOTECNOLOGÍA Y LAS CIENCIAS DE LA VIDA: INVESTIGANDO MÁS ALLÁ DEL CSI.
Coordinadores: Carlos Gómez-Moreno y Javier Naval.

GEOLOGÍA EN ACCIÓN: DEL CAMPO AL LABORATORIO.
Coordinadores: Enrique Arranz y José Ignacio Canudo.

MATERIALES PARA EL FUTURO.
Coordinadores: Concepción Aldea y Agustín Camón.

LA QUÍMICA QUE NOS RODEA.
Coordinadores: Jesús Anzano y Luis Oriol.

Diferentes momentos del Campus.
*Fotografías de la Facultad de Ciencias.

Unas bodas de plata que merecieron un oro

El pasado 1 de octubre, la promoción 1981-86 de Químicas celebró el XXV aniversario de su graduación. Dicho así, la celebración que tuvo lugar mayoritariamente en la Facultad de Ciencias no parecería digna de especial mención. Pero la realidad distó mucho de ser una simple reunión de viejos compañeros.

Poco antes del mediodía ya estábamos todos allí. El primer reencuentro ya fue bastante conmovedor. Todos los que allí nos juntamos nos mirábamos para ver si éramos capaces de reconocernos. Incluso muchos habíamos sentido un cierto cosquilleo en el estómago cuando nos aproximábamos a la Facultad. Alguien llegó a equipararlo al sentimiento que notaba los días de examen al acercarse la hora fatídica. Abrazos, saludos. Los típicos "¿Cómo estás? ¿Qué tal te va?". Rápidamente empezó a surgir una atmósfera de compañerismo que hizo de lubricante para que el resto de la jornada transcurriera exitosamente. Estaba claro desde el primer momento, la voluntad de estar y participar se impondría a cualquier percance que pudiera ocurrir.

Y así fue. Nos juntamos en la Sala de Grados. Palabras de bienvenida y de agradecimiento por la asistencia, especialmente a aquellos que se habían trasladado a Zaragoza con motivo del acto. Nos hicimos fotos, escuchamos varios parlamentos todos cargados de una emotividad que nos caló a todos. ¡Hasta llegó para contar un chiste! Más de hora y media encerrados en la Sala de Grados y allí no protestaba nadie, a pesar de que la hora de comer se acercaba peligrosamente. Fotos de familia, visita al Edificio D. Muchos de los asistentes ni sabían de la existencia de un nuevo edificio dedicado a Químicas. Las aulas donde disfrutamos y sufrimos nuestra formación.

Llegada la comida, nueva sorpresa para muchos, ¡vaya cafetería! Y además íbamos a comer allí. Durante nuestros años en el campus ni tan siquiera había un simple comedor universitario donde comer barato, y ahora estábamos a punto de comer con mantel y varios cubiertos en nuestra vieja Facultad. Un miembro de la promoción nos comentó los vinos que había recomendado para el evento. Otro éxito más a los que se estaban cosechando, aunque en este caso deberíamos decir vendimiando.

En cumplimiento de la normativa vigente que los cargos universitarios presentes nos recordaron a todos, los licores nos los tomamos en la Plaza de San Francisco. Imaginaos una mesa de ¡60 personas! Pero creo que los únicos que no nos fijamos en este hecho éramos nosotros mismos. Parecíamos una boda y no nos dábamos ni cuenta. Tal era el ambiente emotivo que se creó y mantuvo, para algunos, hasta bien entrada la madrugada.

Fue realmente emocionante. Y divertido. Definitivamente, estas bodas de plata se merecieron un oro.

Alberto Anel, Luis de Miguel, Ana Elduque,
Toño Manero, Luis Oriol, Juanjo Ortega,
Marina Peleato, Emilio Vallés y 52 firmas más

*Fotografías de la Facultad de Ciencias.

ALBA

Dentro de las asignaturas de "Física en Laboratorios Subterráneos" y "Física de materiales en grandes instalaciones" del Máster en Física y Tecnologías Físicas que ofrece nuestra Facultad, los estudiantes tenemos la posibilidad de conocer el funcionamiento de grandes instalaciones para la realización de experimentos en física, como aceleradores de partículas, reactores nucleares y laboratorios de detección de partículas de ultrabajo fondo. El pasado 23 de junio de 2011 pudimos disfrutar de una visita al sincrotrón ALBA, en Cerdanyola del Vallés, Barcelona, gracias a la invitación de nuestros profesores de dichas asignaturas.

Este sincrotrón consiste en una máquina de forma toroidal donde partículas cargadas y aceleradas se hacen circular en un anillo, emitiendo radiación tangencialmente a su trayectoria circular. La luz que se genera en este tipo de instrumentos, que se conoce como radiación sincrotrón, tiene características especiales de alta intensidad, brillo y alto flujo de fotones, lo que permite utilizarla en muchas técnicas experimentales basadas en la interacción radiación – materia.

Fue una visita francamente interesante. Visitamos las siete "líneas de luz" (laboratorios que usan la radiación sincrotrón) que se encuentran en proceso de puesta a punto para que usuarios de toda España y Europa puedan acceder y realizar experimentos en Ciencia de Materiales, Biología, Geología y Magnetismo, entre muchos otros temas. Gracias a que el sincrotrón estaba parado, pudimos visitar zonas a las que no se podría acceder si se encontrara en funcionamiento, como las partes ópticas de las líneas en las que el haz de luz se prepara (focalización, energía, polarización…) para el uso concreto que se le da en cada línea.

Imágenes de la visita.
*Fotografías cedidas por Fernando Bartolomé.

La visita fue financiada con fondos de un Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza. En el futuro, si el proyecto se renueva, esperamos poder realizar prácticas de las asignaturas del Máster tanto en líneas de ALBA como en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc.

Laura Badía y Adriana Figueroa*

Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

* Laura Badía y Adriana Figueroa, alumnas del Máster en Física y Tecnologías Físicas de la Facultad, están realizando su tesis doctoral en el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (CSIC – Universidad de Zaragoza) en la Facultad de Ciencias.

¡Tu conCIENCIAS.digital con un “clic”!

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

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

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

http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero4.do

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

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

http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero7.do

¡Descárgala gratis!

http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero8.do

conCIENCIAS.digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

Patrocinan:

fibercom CÁTEDRA

SUDISMIN CÁTEDRA

GRUPO IQE CÁTEDRA

Cátedra J.M.S. Divulgación Científica

Zaragoza AYUNTAMIENTO

Facultad de Ciencias Universidad Zaragoza

GOBIERNO DE ARAGON Departamento de Innovación y Nuevas Tecnologías