

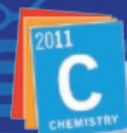


con CIENCIAS digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

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

Nº 7 MAYO 2011



International Year of
CHEMISTRY
2011

**Ciencia,
pensamiento y...
MUCHA QUÍMICA**

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
- M^º 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

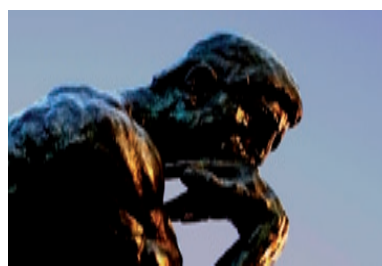
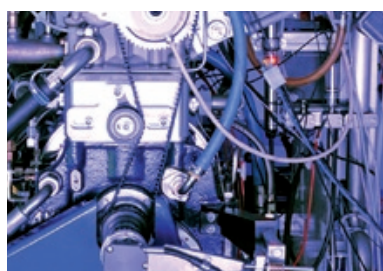
ISSN: 1888-7848 (Ed. impresa)

ISSN: 1989-0559 (Ed. digital)

Imágenes: fuentes citadas en pie de foto.

Portada: www.universetoday.com, www.3djuegos.com y _daniel13 (www.flickr.com).

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



Editorial	4
¿Cómo se puede explicar el altruismo humano? Manuel Soler	6
Nanoseguridad: confrontando los riesgos de la Nanotecnología Francisco Balas y Jesús Santamaría	16
Algunas reflexiones alrededor de nuestra Química José Elguero	26
El hidrógeno como combustible Víctor M. Orera	42
Una visión de la Química desde la empresa Jorge Villarroya	54
Maya o Shogun Felipe Pétriz	58
La ética profesional de los docentes y los sistemas de evaluación Ana Isabel Elduque	62
La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico Andrés Gil, Inmaculada Gil, Adolfo Maestro, Jesús Galindo y Jorge Rey	76
La profesión del químico Luis Comenge y Susana Palacián	88
Modelización y simulación. La asignación alfabética de apellidos Andrés Cruz	100
Conocer, tras ver, para actuar: la componente matemática Jesús Ildfonso Díaz	110
Noticias y actividades	122

LA ISLA DECEPCIÓN:

**UN VOLCÁN ACTIVO
BAJO EL HIELO ANTÁRTICO**

“Numerosos equipos de científicos de todas las ramas de las Ciencias Naturales centran su interés en esta parte de la Antártida movidos, sin duda, por las enormes posibilidades de estudiar procesos únicos del planeta Tierra.”

POR ANDRÉS GIL, INMACULADA GIL, JESÚS GALINDO, JORGE REY Y ADOLFO MAESTRO

La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico

La Isla Decepción se localiza entre los paralelos $62^{\circ}53'30''S/63^{\circ}01'20''S$ y los meridianos $60^{\circ}29'20''W/60^{\circ}45'10''W$. Está situada en el denominado Estrecho de Bransfield, a unos 25 km al Sur de la Isla Livingston (Archipiélago de las Islas Shetland del Sur) y a unos 100 km al Norte de la Península Antártica.

Esta isla es la parte superior de un volcán en "escudo", geológicamente muy joven y una actividad reciente en los años 1967, 1969 y 1970, la última. La Isla Decepción tiene un diámetro máximo de 15 km con una altura máxima de 593 m sobre el nivel del mar (Mount Pond), situado en la parte oriental de la isla. Morfológicamente se trata de una isla de contorno subcircular y forma anular. La isla encierra una gran bahía (Port Foster) con profundidades máximas de 185 m. El acceso a la bahía se realiza a través de una estrecha "puerta" de no más de 500 m (Los Fuelles de Neptuno). De la superficie to-

tal de la Isla, la mayor parte está constituida por depósitos procedentes de los numerosos focos eruptivos generados en el momento del colapso del edificio central, depósitos post-colapso.

La superficie libre de hielo no supera los 50 km², siendo solo superada por la Península Bayers (hasta 60 km²), en la Isla Livingston. El 57% de la Isla Decepción está cubierta por glaciares, depósitos morrénicos o áreas de hielo glaciar cubierto por piroclastos. El mayor espesor de los glaciares puede alcanzar los 100 m. Desde que, allá por 1956, fueron tomadas las primeras fotografías aéreas de la isla, algunos glaciares han reducido su espesor de hielo en más de 40 m desde ese momento (Smellie, López-Matínez *et al.*, 2002).

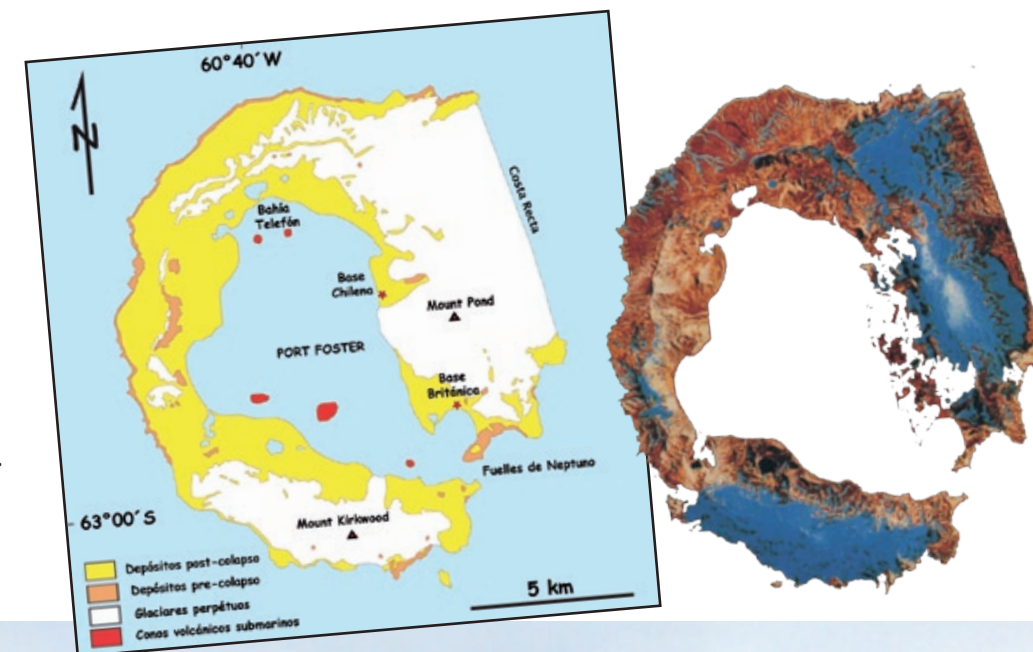
La presencia de numerosas emanaciones fumarólicas, recuerda el carácter "activo" del volcán, bajo los hielos antárticos. Desde la primera erupción registrada por el hombre a prin-



A) Marco tectónico regional de las regiones del Arco de Scotia y la parte NO de la Península Antártica.

B) Localización geográfica y estructural de la Isla Decepción dentro del eje de expansión del estrecho de Bransfield (modificado de Grad *et al.*, 1992). El Estrecho de Bransfield aparece marcado en el rectángulo.

Imagen de satélite (derecha) y mapa geológico (izquierda) de la Isla Decepción, modificado de Smellie y López Martínez (2002).



Extremo occidental del glaciar negro de la "Costa recta", sobre la playa de ceniza volcánica de la "Bahía Balleneros", borde SE de la Isla Decepción.



Fumarolas en la playa de la "Bahía Balleneros" entre los restos de la factoría ballenera abandonada en 1969 tras la última erupción.

La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico

cipios del siglo XIX, la posibilidad de observar una erupción en terreno antártico ha convertido a la Isla Decepción en objetivo prioritario para la comunidad científica. En el pasado reciente existen testimonios directos de su violenta historia volcánica. En la actualidad, los restos de las antiguas instalaciones balleneras Chilena y Británica rememoran el estruendo de las explosiones que, acompañadas de enormes chorros de vapor de agua y ceniza y la "lluvia" de grandes fragmentos de roca, oscurecieron el cielo allá por los años 1967 y 1969 (Baker, 1990).

En la actualidad, numerosos equipos de científicos, de todas las ramas de las Ciencias Naturales, centran su interés en esta parte de la Antártida movidos, sin duda, por las enormes posibilidades de estudiar procesos únicos del planeta Tierra, entre los que se enmarca la reciente Acción Complementaria del Ministerio de Ciencia e Innovación: "Estudios Paleomag-

néticos en la Isla Decepción y Testificaciones en Puerto Foster, Antártida", con participación de la Universidad de Zaragoza.

GEOLOGÍA DE LA ISLA DECEPCIÓN

Las características geológicas, las rocas que la forman y los procesos dinámicos que, a lo largo de su corta historia geológica, la han afectado y la afectan, guardan estrecha relación con su origen volcánico en una zona tectónicamente activa, el estrecho de Bransfield (Baker et al., 1975; Smellie, 2001). En este sentido, la actividad volcánica de la Isla Decepción puede atribuirse al régimen extensional que gobierna el extremo SW de la denominada Cuenca de Bransfield (ver figura de la página 78). Las características de la red de fracturas, observable en superficie y detectadas geofísicamente, y la naturaleza de los materiales emitidos a lo largo de las sucesivas erupciones permiten plan-

tear un modelo dinámico para el edificio volcánico de la Isla Decepción, asociado al hundimiento pasivo de la corteza oceánica bajo el estrecho de Bransfield y una extensión asociada y el ascenso de magmas basálticos (Lawer et al., 1995).

Desde los primeros trabajos sobre la estratigrafía de la Isla volcánica, los autores fijan las líneas maestras de la historia de la Isla en la que se combinan la historia del edificio volcánico y el desarrollo de los depósitos asociados. En estos trabajos de síntesis se establece la gran división de las rocas volcánicas, tanto litificadas como no litificadas, dentro de dos grandes grupos: 1) *Grupo Port Foster* y 2) *Grupo Mount Pound*. Las pri-

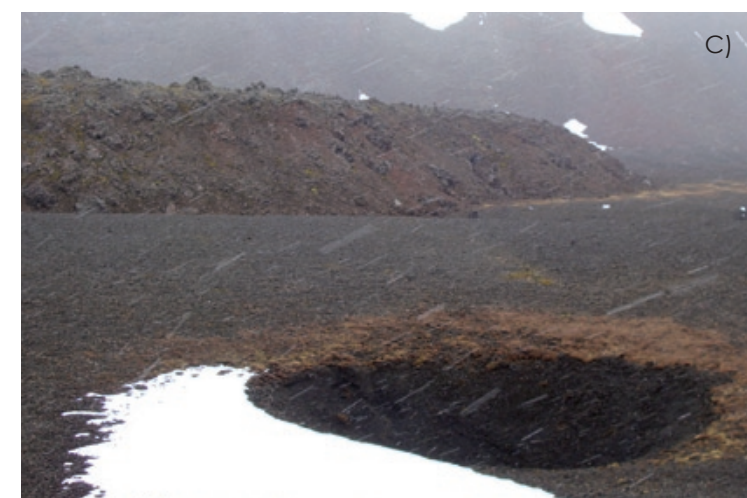
meras corresponden a los depósitos generados antes del hundimiento de la caldera del edificio volcánico original (Depósitos pre-caldera), con una edad máxima de 750 ka (Valencio et al., 1979). El segundo conjunto de depósitos, mayoritarios en la Isla, representan los materiales volcánicos y volcano-sedimentarios posteriores al proceso de hundimiento o colapso de la caldera (Depósitos post-caldera). La mayor parte de los depósitos post-caldera corresponden a erupciones históricas con una edad comprendida entre el año 1780 y la actualidad (Orheim, 1972; Roobol, 1973, 1980).

A pesar de los casi 2 km de espesor total de la sucesión de depósitos volcánicos estimada a partir de datos geofísicos (Grad et al., 1992), solo el 20% de la isla queda expuesta por encima de la superficie del mar. Este hecho condiciona, de forma decisiva, la estimación del volumen total de material que constituye la arquitectura del edificio volcánico.

A pesar de lo reducido de la sucesión estratigráfica total de la isla, sus características texturales, estructurales y composicionales permiten reconstruir su breve historia geológica. Desde un punto de vista litológico, básicamente se distinguen tres tipos de materiales: 1) rocas piroclásticas, resultado de la fragmentación del material ígneo durante o después de su erupción, ya en contacto con el suelo, 2) coladas y escorias de composición basáltica y 3) diques, cuerpos tabulares de espesores métricos y, en algunos casos, desarrollo lateral hectométrico.

Las rocas volcánicas de la Isla Decepción:

- A) Depósito de ceniza volcánica con bombas.
- B) Gran colada en la ladera de la playa de Colatinas (parte occidental del Puerto Foster).
- C) Colada escoriacea de 1965 (parte superior) y "dolina" (parte inferior) provocada por la fusión del hielo infrayacente.
- D) Dique basáltico en la playa Teléfono.



La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico

LA ISLA DECEPCIÓN: LOS ESTUDIOS GEOLÓGICOS RECIENTES

Desde hace más de dos décadas, los equipos de investigación nacionales e internacionales se afanan por encontrar soluciones a problemas relacionados con aspectos tan variados como el retroceso de los glaciares, los ecosistemas marinos en aguas polares y la diversidad microbiana, ecosistemas acuáticos no marinos, geofísica marina, estratosfera, ozono y compuestos asociados.

Sin embargo, los estudios geológicos han sido menos frecuentes y no, por eso, menos trascendentes a la hora de comprender la historia de la Isla. Es precisamente, en el marco de la Acción Complementaria "Estudios Paleomagnéticos en la Isla Decepción y Testificaciones en Puerto Foster" del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia aprobada en el año 2007, cuando se ha empezado una investigación sistemática de algunos aspectos relevantes, en lo concerniente a los procesos volcánicos de la Isla: "La fábrica magnética de las rocas volcánicas de la Isla Decepción".

"FABRIC" Y FÁBRICA MAGNÉTICA

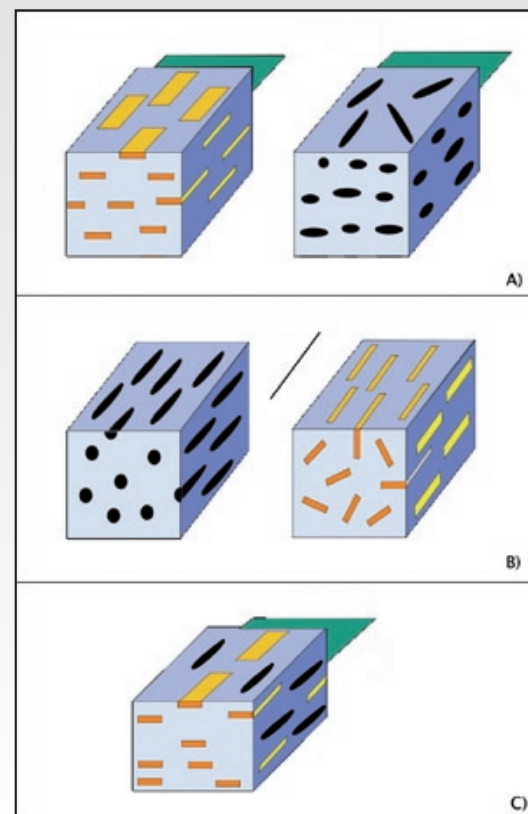
El término anglosajón "Fabric" (≈ petrofábrica) define la disposición espacial y geométrica de todos los elementos que definen las rocas (petrofábrica s.l.) (minerales, fósiles, microestructuras,...) y la variación direccional de sus propiedades físicas tales como la orientación de ejes cristalográficos de fases minerales concretas (calcita y cuarzo) o la susceptibilidad magnética. Esos elementos (o propiedades físicas) pueden ordenarse y definir o variar según planos concretos. Se habla entonces de "Fábrica planar". Otras veces, los elementos que forman parte de la roca (o sus propiedades físicas), se ordenan (o varían) según determinadas direcciones del

Tipos geométricos de "Fábricas" empleados en geología en función de la disposición y forma de los elementos que la constituyen:

A) "Fábrica planar": definida por la orientación constante de elementos de forma plana o lineal en un plano.

B) "Fábrica lineal": definida por la orientación constante de elementos de forma lineal o planar en una dirección del espacio determinada.

C) "Fábrica plano-lineal": definida por la orientación combinada de elementos de forma lineal o plana según planos y direcciones del espacio determinadas.



"A pesar de los casi 2 km de espesor total de depósitos volcánicos, solo el 20% de la isla queda expuesta por encima de la superficie del mar."

espacio, definiendo líneas. Entonces se habla de "Fábricas lineales". Por último, en algunas ocasiones los elementos (o las propiedades físicas) se ordenan (o varían) según planos y direcciones preferentes, definiendo líneas sobre ellos. En estos casos se habla de "Fábrica plano-lineal".

De manera similar, cuando nos referimos a la disposición espacial de los minerales magnéticos presentes en una roca (y la variación de las propiedades magnéticas) es posible definir, con el mismo sentido, "fábricas magnéticas" de carácter "lineal", "planar" o "plano-lineal".

Los tres tipos geométricos de fábricas anteriores se encuentran en la naturaleza materializados en distintos tipos de rocas y están asociadas a diversos procesos geológicos que, entre otros muchos, van desde:

- Procesos relacionados con la formación de la roca (decantación de partículas o corrientes tractivas, en el caso de rocas sedimentarias) y su posterior compactación.
- El efecto combinado del flujo ígneo y la deformación tectónica.
- Una combinación de procesos de deformación y crecimiento de minerales metamórficos.

Ejemplos de rocas con distintos tipo de "Fábrica":

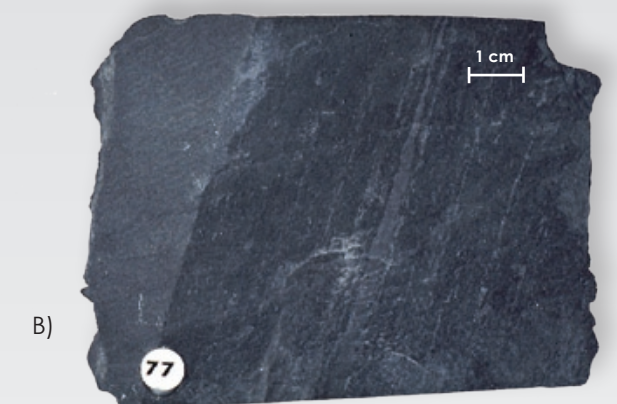
A) Esquisto con "Fábrica plano-lineal" asociada a un proceso de crecimiento de cristales durante un evento de deformación tectónica.

B) Pizarra con "Fábrica planar" como resultado del proceso de compactación posterior al depósito de las partículas.

C) Gneis con "Fábrica lineal" resultado de la deformación tectónica de un granito.



A)



B)



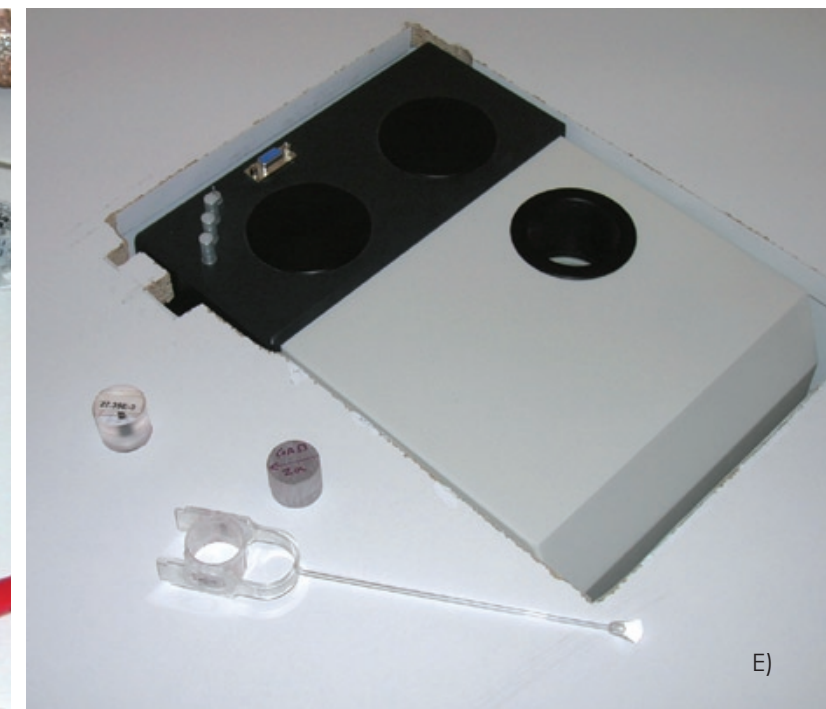
C)

La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico

Numerosos estudios han demostrado la correspondencia entre la "petrofábrica" y la "fábrica magnética" y de este modo se ha empleado la fábrica magnética como técnica rápida y no destructiva para la interpretación de los procesos geológicos asociados.

La técnica que permite estudiar la "Fábrica magnética" de las rocas, y establecer sus relaciones con procesos geológicos extrínsecos, requiere una metodología específica. Incluye un primer trabajo de campo encaminado a obtener muestras orientadas mediante una aguja imantada, con la ayuda de una perforadora portátil. En segundo lugar, un trabajo de laboratorio consistente en la medida de una propiedad magnética (la anisotropía de la susceptibilidad magnética) que depende de la disposición de los minerales magnéticos presentes en una muestra de volumen estándar (10 cm³), mediante un susceptómetro. El último paso consiste en la interpretación geológica de la disposición espacial de la mineralogía magnética mediante el uso de programas informáticos específicos.

El aspecto fundamental en esta técnica es que la disposición espacial de los minerales magnéticos en la roca está condicionada por factores extrínsecos tales como la deformación tectónica, el flujo magmático, las corrientes tractivas durante la sedimentación de las partículas, etc. De ahí su importancia ya que se trata de una técnica de rápida ejecución y no destructiva que permite la identificación de los procesos geológicos que determinan la historia de la roca.



Metodología empleada para el estudio de la "Fábrica magnética".

A) Obtención de muestras con una perforadora portátil de gasolina o eléctrica.

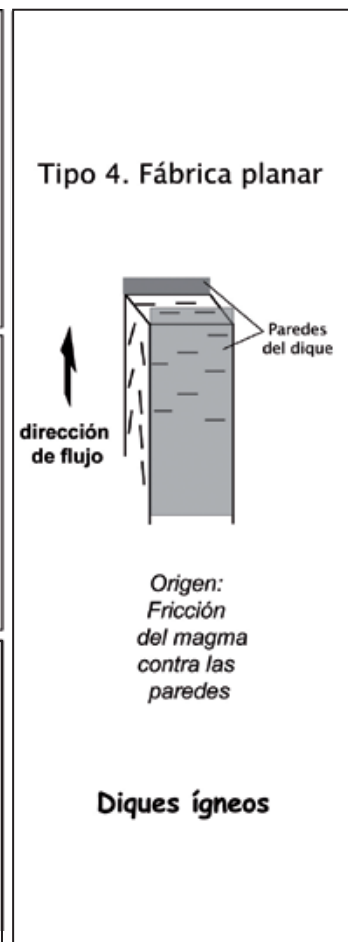
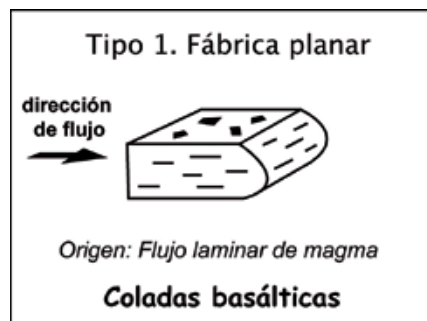
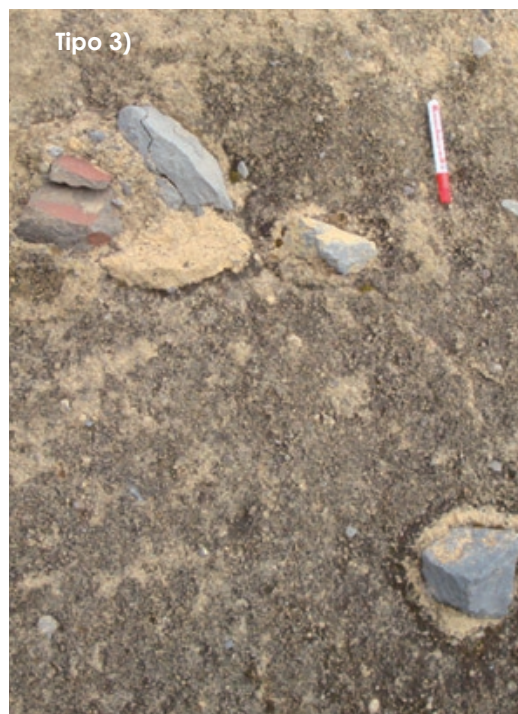
B) Estación de muestreo tras la perforación.

C) Orientación de las muestras con ayuda de brújula magnética.

D) Especímenes de volumen estandar (10 cm³).

E) Susceptómetro para la medida de la propiedad magnética.

La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico



Tipo 4)

Resultados de la técnica de la Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética (ASM) en las rocas volcánicas de la isla Decepción: reconstrucción de los procesos volcánicos

A partir de esta técnica, se han diferenciado un total de cuatro tipos de ordenamientos de los elementos que forman las rocas volcánicas de la Isla Decepción (fábricas magnéticas), que se relacionan con otros tantos procesos geológicos responsables de la adquisición de su petrofábrica (Gil Imaz et al., 2011).

Estos resultados evidencian las grandes posibilidades de la técnica de la Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética a la hora de reconstruir modelos petrogenéticos para el caso de rocas de composición muy diversa, aunque asociados a un mismo proceso dinámico: un vulcanismo estromboliano.

En la actualidad, la investigación geológica del vulcanismo cuaternario de la Isla Decepción se encamina hacia el gran reto del paleomagnetismo en latitudes tan australes, como base para la reconstrucción de una nueva escala paleomagnética de variaciones seculares antárticas.

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

Inmaculada Gil y Adolfo Maestro
Instituto Geológico y Minero de España

Jesús Galindo
Dpto. de Geodinámica
Facultad de Ciencias
Universidad de Granada

Jorge Rey
ESGEMAR
Málaga

Referencias bibliográficas

- Baker, P.E., McReath, I., Harvey, M.R., Roobol, M.J., Davies, T.G., 1975. The geology of the South Shetland Islands: V. The volcanic evolution of Deception Island. Br. Antarct. Surv. Sci. Repts. 78, 1.
- Baker, P.E., 1990. Deception Island. (In: LeMASURIER, W.E. and THOMSON, J.W., eds. Volcanoes of the Antarctic plate and southern oceans. Antarctic Research Series, 48. Washington, D.C., American Geophysical Union, 316).
- Gil Imaz, A., Gil Peña, I., Galindo Zaldivar, J., Rey, J., Maestro González, A., Pueyo Anchuela, O., Soto Marín, R., Oliva Urcia, B. Y López Martínez, J. Significado de fábricas magnéticas en rocas volcánicas de la Isla Decepción (Shetland del Sur, Antártica). Geogaceta 49, en prensa.
- Grad, M., Guterch, A. and Sroda, P. 1992. Upper crustal structure of Deception Island area, Bransfield Strait, West Antártica. Antarctic Science, 4, 469.
- Lawer, L.A., Keler, R.A., Fisk, M.R., Streling, J. 1995. Bransfield Strait, Antarctic Peninsula: Active extension behind a dead arc. In: Taylor, B. (Ed.), Back-arc Basins: Tectonics and Magmatism. Plenum Publishing Corporation, New York, 315pp.
- Orheim, O. 1972. Volcanic activity on Deception Island, South Shetland Islands. (In: Adie, R.J. ed. Antarctic geology and geophysics. Oslo, Universitetsforlaget, 117).
- Roobol, M.J. 1973. Historic volcanic activity at Deception Island. British Antarctic Survey Bulletin, 32, 3.
- Roobol, M.J. 1980. A model for the eruptive mechanism of Deception Island from 1820 to 1970. British Antarctic Survey Bulletin, 49, 137.
- Smellie, J.L., 2001. Lithostratigraphy and volcanic evolution of Deception Island, South Shetland Islands. Ant. Sci. 13 (2), 188.
- Smellie, J.L., López Martínez, J. and others, 2002. Geology and Geomorphology of Deception Island, 78 pp., with accompanying maps. BAS GEOMAP Series, Sheets 6-A and 6-B, 1:25.000. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Valencio, D.A., Mendi, J.E. and Vilas, J.F. 1979. Palaeomagnetism and K-Ar age of Mesozoic and Cenozoic igneous rocks from Antarctica. Earth and Planetary Science Letters, 45, 61.

LA PROFESIÓN DEL QUÍMICO

“La Química desempeña un papel fundamental en la protección de la salud y del medio ambiente, en la mejora de las condiciones higiénicas, en la producción de alimentos y nuevos materiales,.. Todo esto da unas posibilidades infinitas al químico.”

**POR LUIS COMENGE Y
SUSANA PALACIÁN**



La profesión del químico

El químico es un profesional versátil, con buena formación básica en ciencias experimentales y con la capacidad de dar respuestas a problemas científicos y técnicos muy diversos relacionados con las reacciones químicas y, en general, con la transformación que experimenta la materia.

El perfil profesional del químico se formula en base a las características que adquiere a través de su formación

MARCO LEGAL EN EL CUAL SE DESARROLLA LA PROFESIÓN QUÍMICA. ATRIBUCIONES PROFESIONALES.

La actividad de cualquier profesional está delimitada por unas normas que regulan sus atribuciones profesionales. En España, esta regulación está establecida por una serie de normas de diferente carácter.

En primer lugar, la norma académica, el título de formación ha sido título de habilitación profesional. En segundo lugar, la norma profesional, la que define los campos de actividad atribuidos a los correspondientes titulados; normativa inexistente en muchos casos y donde la definición jurídica de los actos propios de la profesión se efectúa a través de la distribución de facultades y competencias, concurrentes entre las distintas titulaciones pero sin acotar las actividades vinculadas a los saberes acreditados por el título. Finalmente, está la normativa reguladora emanada de los correspondientes colegios profesionales, a la que a menudo se incluyen otras que definen la profesión.

“El Consejo General de Colegios Oficiales de Químicos de España y los colegios que lo integran llevan tiempo trabajando en la defensa de las atribuciones de sus profesionales.”

Con respecto a los químicos, las atribuciones legalmente reconocidas se recogen en el Decreto de 2 de septiembre de 1955 (Decreto de profesionalidad) y establece que los licenciados en Ciencias, Sección Químicas, están facultados para ejercer actividades profesionales de carácter científico y técnico en la órbita de su especialidad. Estas actividades profesionales comprenden la actuación en tareas directivas, ejecutivas o de asesoramiento en entidades que requieran asistencia y colaboración de carácter científico en la especialidad química, sean sus fines de índole comercial o de otra naturaleza; y el libre ejercicio de la profesión de químico definida por la realización de investigaciones, estudios, montajes, análisis, ensayos, tasaciones y actividades relacionadas por la emisión de dictámenes, certificaciones y documentos análogos en asuntos de carácter químico.

El artículo segundo reconoce que serán admitidos a trámite por las administraciones del Estado y las corporaciones públicas, o de cualquier otro organismo oficial o privado, los dictámenes, estudios, análisis, tasaciones y demás documentos que vayan firmados por un *Químico Colegiado*, siempre que se refieran a industrias, procedimientos o actividades de carácter químico y las aplicaciones técnicas correspondientes.

Otras dos importantes normas, que regulan las atribuciones profesionales del químico, se tratan en el artículo tercero de este mismo Decreto que faculta a los Doctores en Química Industrial para redactar y firmar proyectos de realización de instalaciones y actividades industriales de carácter químico,...

... y, por último, en el Decreto 2281/1963, de 10 de agosto, en el que se otorga a los licenciados en Ciencias, sección de Químicas, las mismas facultades profesionales que a los Doctores en Química Industrial, es decir, habilita a los químicos para firmar proyectos.

Los licenciados en Química son herederos de estas atribuciones.

El químico puede presentar proyectos en los ámbitos que corresponden (proyectos de realización de instalaciones y actividades industriales de carácter químico) y lo mismo ocurre con la verificación externa de las cada vez más exigidas normas ISO 9001, ISO 14001 u OHSAS 18001.

El Consejo General de Colegios Oficiales de Químicos de España y los colegios que lo integran llevan tiempo trabajando en la defensa de las atribuciones de sus profesionales. En el momento actual, y con la puesta en marcha de los nuevos Títulos de Grado, se trabajó para que las distintas universidades que imparten el título de Graduado en Química garantizaran que sus asignaturas dotaban de las competen-

cias suficientes para poder ejercer la profesión de químico con todas las atribuciones legalmente reconocidas. Desde el Consejo General de Colegios de Químicos de España, y desde sus colegios integrantes, se puede defender las competencias legalmente reconocidas y, a ser posible, complementarlas con otras nuevas.

Con la entrada en vigor del Real Decreto 3428/2000, por el que se aprobaron los Estatutos Generales y regulaba el Consejo General de los Colegios Profesionales de Licenciados y Doctores en Ciencias Químicas, la colegiación es obligatoria. En concreto, el artículo 38 de dicha norma dice literalmente: *“Es requisito indispensable para el ejercicio de la profesión de Químico hallarse incorporado en el Colegio correspondiente y cumplir los requisitos legales y estatutarios a tal fin.”* La colegiación tiene en sí diversas ventajas.



*Foto por jorgeip (www.flickr.com)

La profesión del químico

Existen muchos preceptos legales, por ejemplo la reglamentación del almacenamiento de productos químicos, que exigen la presentación de un Proyecto por un "técnico cualificado y sellado por el Colegio correspondiente". Esta firma puede ser la del Licenciado en Ciencias Químicas, que gestiona los temas de seguridad de la empresa, siempre que esté colegiado y reciba el visado correspondiente por parte del Colegio Oficial.

El Licenciado en Química es un graduado universitario con un profundo conocimiento de la Química en general: Inorgánica, Orgánica, Analítica y Química Física, con conocimientos suficientes en sus distintas aplicaciones, tales como Control de

"En realidad, el universo entero, desde el big bang hasta la vida que hoy contiene, es Química."

Calidad, Química Industrial, Química Ambiental, Química de Alimentos, Toxicología... Cuenta con los conocimientos matemáticos, físicos e informáticos que le permiten operar con los instrumentos necesarios para su trabajo.

Hay que tener en cuenta que la Química es una ciencia de gran amplitud que abarca desde el mundo submicroscópico de los átomos y las moléculas hasta el ámbito de los materiales que utilizamos en la vida ordinaria y las superestructuras.

Se entrelaza con la Biología, la Física, la Tecnología de la Información, la Agricultura, la Medicina o la Ingeniería, desarrollando productos y tecnologías

que inciden en todos los campos de la actividad de los seres humanos. En realidad, el universo entero, desde el big bang hasta la vida que hoy contiene, es Química.

La Química desempeña un papel fundamental en la protección de la salud y del medio ambiente, en la mejora de las condiciones higiénicas, en la producción de alimentos y nuevos materiales... todo esto da unas posibilidades infinitas al químico.

La buena aceptación del químico en el campo laboral se debe a su buena formación y a su capacidad de adaptación a múltiples y diferentes actividades profesionales y a cumplir con las exigencias del mercado de trabajo, tales como flexibilidad, movilidad, adaptabilidad, polivalencia y formación.

EL QUÍMICO Y LA INDUSTRIA QUÍMICA

De la situación de la industria química depende el panorama laboral de los químicos. Cuando España inició el reto de la industrialización, su apuesta por el sector químico fue uno de los platos fuertes. La industria química está dentro de un ciclo alcista que se inició en 1994 y de una forma muy manifiesta hasta 2007. El mercado español de productos químicos se contrajo un 5,1% en 2009, como consecuencia de la crisis económica y financiera mundial.

La industria química española es un sector compuesto por más de 3.300 empresas, con una facturación de 50.000 millones de Euros al año, y genera más de 500.000 puestos de trabajo, tiene un peso específico destacado y una gran importancia dentro de la economía española, ya que aporta el 10% del PIB industrial. Este dato consolida la importancia estructural del sector químico en el conjunto de la economía española, así

como su carácter estratégico. España se sitúa como el quinto fabricante europeo y el octavo productor mundial.

El sector químico es el segundo mayor exportador dentro del ámbito estatal y el primer inversor en I+D+i y protección del medio ambiente. La competitividad de esta industria está mejorando y se espera que continúe haciéndolo.

Atendiendo a las ventas por subsectores, las especialidades farmacéuticas representan el 25% del total, seguidos por las materias primas de plástico y caucho que suponen el 15% de la cifra de negocio. Destacan, asimismo, las producciones de química orgánica, detergentes y productos de limpieza (ambas superiores al 9%) y pinturas, tintes, materias primas farmacéuticas, perfumería y cosmética (todas ellas superiores al 5%).

Está demostrado el peso de la industria química en la economía de nuestro país y, en consecuencia, en los puestos de trabajo que genera.

La versatilidad del químico es inmensa y su capacidad de adaptación está respaldada por una formación académica inicial que le capacita para aplicar sus conocimientos en diferentes áreas de la industria donde hay transformación de la materia, reacciones químicas, desde una simple combustión hasta la más compleja síntesis orgánica.

Entre las diferentes definiciones de industria, una bastante sencilla dice: "conjunto de actividades dedicadas a la transformación de las

"La industria química está dentro de un ciclo alcista que se inició en 1994 y de una forma muy manifiesta hasta 2007."



*<http://es.wikipedia.org>

La profesión del químico

materias primas para obtener unos bienes manufacturados". En una gran mayoría de industrias, esta transformación conlleva reacciones químicas; por tanto está más que justificada la presencia del químico en la industria.

FUNCIONES DEL QUÍMICO EN LA INDUSTRIA

Situado el químico en la industria, una industria con procesos, con unas instalaciones, con unos proyectos, con unas estrategias, con unos mercados... ¿Qué hace el químico en todo este entramado?... De todo.



La concepción del químico con bata blanca encerrado en su laboratorio es un poco arcaica. Esto no quita que sí que hay químicos que han dedicado su actividad al laboratorio. Como se ha comentado anteriormente, la formación universitaria recibida y una formación continua, del todo necesaria para cualquier profesional, hacen del químico una persona muy apta para ocupar diferentes cargos y abarcar diferentes tareas: diseño y control de procesos, control de calidad de materias primas y de productos terminados y técnico comercial en industrias químicas, farmacéuticas, agroquímicas, papeleras, petroquímicas, siderometalúrgicas, en enología, alimentación, ce-

mentos, pinturas, detergentes, fibras, plásticos y cauchos. Gestión de residuos, tratamiento de aguas (potabilización y depuración de residuales), energías renovables.

Tareas del químico en los diferentes departamentos.

Dirección: una formación humanística y económico-financiera completada con algún máster o curso de postgrado capacitan plenamente al químico para dirigir una sección, un departamento, una empresa o un grupo.

En Calidad: se ha pasado al Control de Calidad Total que alcanza a todo el personal de la empresa y todas sus actividades. En este campo, hay grandes posibilidades para el ejercicio de la profesión. La obligatoriedad de adaptarse a unas normas

internacionales, cada vez más específicas y detalladas para certificar productos y procesos, obliga una presencia mayor de técnicos cualificados, y entre ellos, está claro, han de ser los químicos.

Marketing: la incidencia del químico en esta área de actividad empresarial es grande. La necesidad de comprar y vender con conocimiento los productos y/o procesos y la aportación de una asistencia técnica para la aplicación de estos productos/procesos es lo que justifica la presencia de técnicos superiores en estas áreas.

Gestión Ambiental: el medio ambiente es un campo de actividad con una entidad enorme y sobre todo con una capacidad de crecimiento y expansión extraordinarios.

Prevención de Riesgos Laborales: la ley de Prevención de Riesgos laborales, promulgada el 8 de noviembre de 1995, es el motor que está impulsando a los empresarios a recorrer un camino en el que se asumen la prevención de riesgos laborales como una función empresarial más en la gestión de la empresa, y eso comporta contar con una organización específica o contratarla externamente. Con la formación complementaria, un químico puede realizar su carrera profesional en Prevención de Riesgos Laborales, fundamentalmente en las especialidades de Seguridad e Higiene Industrial.

EL QUÍMICO MÁS ALLÁ DE LA INDUSTRIA QUÍMICA

Profesion Liberal

Las oportunidades del químico en la profesión liberal son cada día más grandes. El cambio de mentalidad empresarial, que subcontrata muchos servicios para aligerar la plantilla, y, por otra parte, la regulación formal de las atribuciones profesionales del químico, según el Decreto de profesionalidad, ha dado al químico nuevas posibilidades y, de hecho, el número de químicos que ejercen como autónomos es cada día mayor.

El químico en la Enseñanza

La enseñanza es una buena salida profesional para el químico tanto en el ámbito de secundaria como en el universitario. Su formación académica le capacita, en el ámbito de la primera, para enseñar no solo Química sino todas las materias de ciencias; es un profesional polivalente.

El químico en la Sanidad

La sanidad constituye una salida profesional para el químico. Con una formación complementaria recibida vía QIR le capacita para llevar a término su trabajo en ciertas áreas (análisis clínicos, radiofarmacia, bioquímica clínica, microbiología,..)

El Real Decreto 1.163/2002, de 8 de noviembre, por el que se crean y regulan las especialidades sanitarias para químicos, biólogos y bio-

“El sector químico es el segundo mayor exportador dentro del ámbito estatal y el primer inversor en I+D+i y protección del medio ambiente.”



La profesión del químico

químicos conseguido después de dificultosas gestiones realizadas por el Consejo General de Colegios de Químicos, permite a los químicos, tras la realización de las especialidades sanitarias citadas anteriormente, vía QIR, tener el mismo título de especialistas que médicos o farmacéuticos y el mismo reconocimiento oficial para ejercer estas funciones.

En la Investigación pura y aplicada

El mundo actual no existiría sin la Química. Para mejorar el rendimiento y la productividad precisamos nuevos catalizadores, nuevas rutas... y ahora la investigación está en el momento clave.

Tanto en centros oficiales como privados, el químico está allí, en las nuevas tecnologías, en la investigación y desarrollo y el control de procesos químicos y biológicos industriales, en el diseño de nuevos materiales, medicamentos, fuentes alternativas de energía (generadores solares, fuentes de energía no fosilizada).

De un lado el Reach introduce un procedimiento de autorización o de restricción para las aproximadamente 3000 sustancias que se consideran de elevado riesgo (carcinógenas, mutágenas...). Se exige su previa autorización y la obligatoriedad de presentar un plan de sustitución cuando existan alternativas.

El químico también está presente en la lucha contra el efecto invernadero. Hay que diseñar nuevos procesos alternativos o mejorados con menores emisiones de gases de efecto invernadero.

En el ámbito militar

Nuestros ejércitos están llenos de pólvoras y explosivos que hay que analizar, de carros de combate cuyo blindaje hay que verificar mediante las oportunas metalografías, para mejorar las aleaciones o para mejorar los rendimientos del armamento o incluso el rendimiento de gasolinas, fueles y querosenos para los distintos elementos de combate.

En el ámbito agrícola

Gracias a la Química se está erradicando el hambre en el mundo. Nuevas variedades de plantas, más resistentes, con mejores rendimientos que incluso permiten triplicar cosechas.

El químico en las Administraciones Públicas

Los químicos están cada vez más presentes en las Administraciones públicas, aunque de forma dispersa todavía debido a la escasa tradición en comparación con otros profesionales como abogados, médicos, arquitectos. Las Administraciones públicas pueden conseguir, y de hecho lo están haciendo, un refuerzo en su capacidad técnica y científica que comporta un aumento de profesionales en sus estructuras.

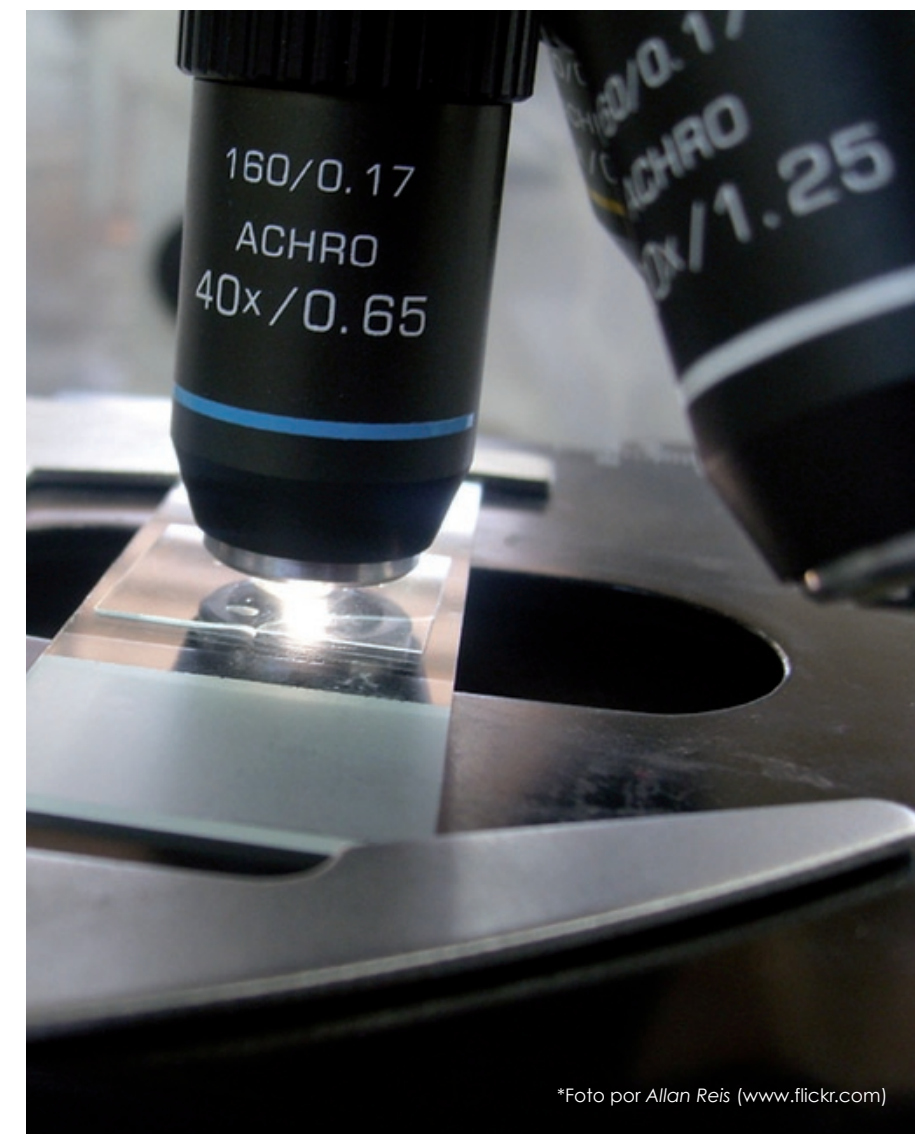
El estado democrático, el compromiso europeo, el compromiso del progreso requieren unas administraciones ágiles y más eficaces. Los Ministerios de Medioambiente, Sanidad, Trabajo, Enseñanza, Justicia, en los que la presencia de la Química es un hecho, están incorporando entre otros profesionales, químicos, consiguiendo unas administraciones más capacitadas y eficientes. De la misma forma que en su día el químico salió del laboratorio a las fábricas para acceder a puestos ejecutivos de las empresas, también ha de acceder en la Administración con más fuerza y aspirar a los cargos más altos y desde ellos hacer ver la aportación que los químicos han hecho en los diferentes campos y reconocer su competencia profesional.

APUNTES FINALES

Ante todas las amplias posibilidades profesionales que existen para el químico puede parecer que su panorama laboral es el edén, pero es así. La Química es la base de nuestra calidad de vida y fuente de recursos y soluciones para afrontar los retos de la Humanidad en el futuro y, como tal, las posibilidades son infinitas y el químico está preparado para estar en el lugar que le corresponde.

Luis Comenge y Susana Palacián

Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra



*Foto por Allan Reis (www.flickr.com)

LA EDUCACIÓN...

...UN PROYECTO GLOBAL DESDE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Con los estudiantes de Secundaria y Bachillerato.

Jornadas de Puertas Abiertas

Visita de Profesores a Centros de Secundaria

Semana de Inmersión

Campamentos Científicos (FECYT)



Con nuestros estudiantes.

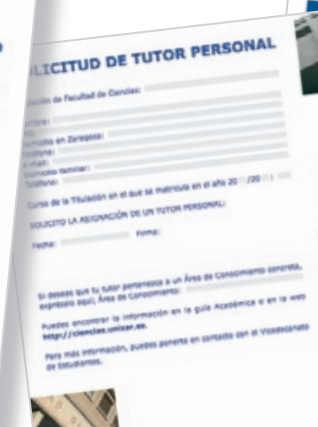
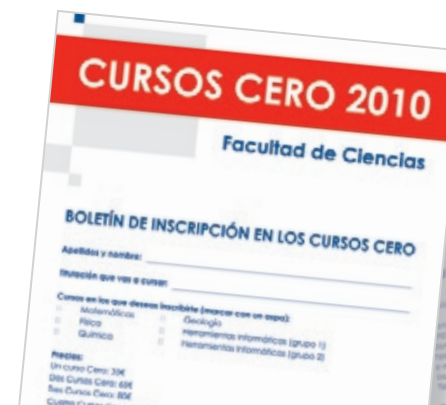
Jornadas de Acogida

Cursos Cero

Plan Tutor

Cursos de Formación

Ciclo de Salidas Profesionales



Con nuestros titulados.



Ciclo de Salidas Profesionales

Ciclos de Conferencias

Bolsa de Empleo

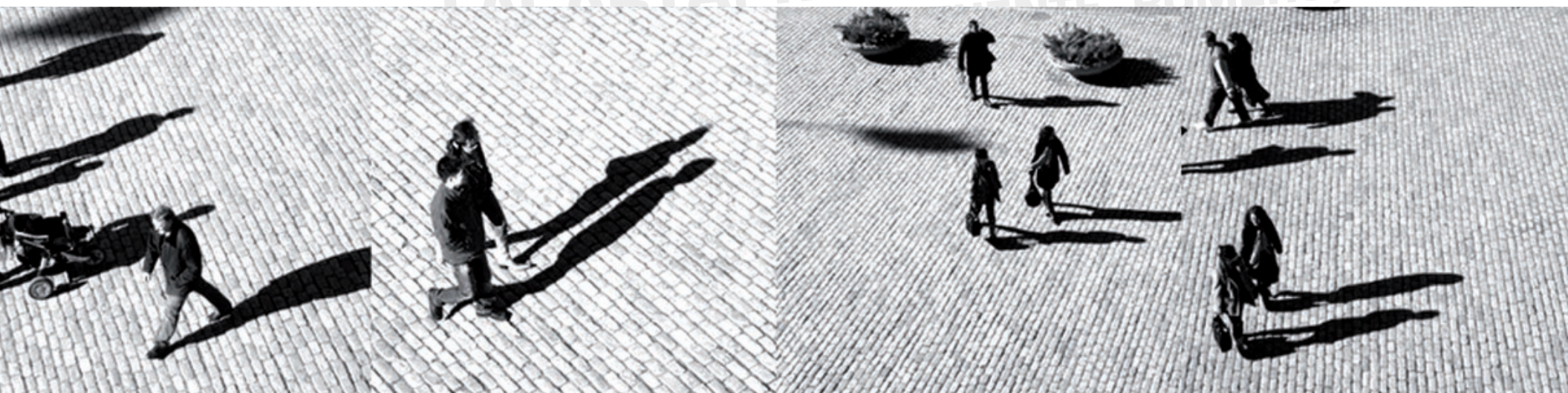
Puentes de Comunicación con nuestros Antiguos Alumnos



*Foto por Visserigen (www.flickr.com)

MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN.

LA ASIGNACIÓN ALFABÉTICA DE APELLIDOS



POR ANDRÉS CRUZ

Modelización y simulación. La asignación alfabética de apellidos

Como ejemplo del uso de la modelización y posterior simulación de una hipótesis, presento el caso de la reciente propuesta, por parte del Gobierno Español, de dilucidar las discrepancias entre los cónyuges sobre el orden de los apellidos de su prole imponiendo el primer apellido por orden alfabético. El resultado sobre la diversidad de apellidos de una población es que, a población constante, en unas pocas generaciones (del orden de tres decenas si todas las parejas optan por el orden alfabético), solo queda un único apellido. Se estudia también la disminución en porcentaje de los apellidos al cabo de cuatro generaciones en función del porcentaje de parejas que eligen el orden alfabético, así como la dependencia del número de generaciones al cabo de las que solo queda un apellido con el tamaño de la población y la influencia de los crecimientos demográficos de diversa índole en el comportamiento del modelo.

INTRODUCCIÓN

Uno de los métodos de investigación científica es la invención de modelos para ciertos fenómenos, y su estudio y simulación numérica para intentar entender dichos fenómenos. Quizá el ejemplo más famoso sea el modelo de Ising.¹ El modelo fue propuesto por W. Lenz a Ising, como parte de su Tesis Doctoral, y es un ejemplo de la esencia de un modelo. El fenómeno a estudiar es el ferromagnetismo de los materiales que, en detalle, es un fenómeno complejísimo que exige, para su formulación, el estudio cuántico de la interacción de átomos en un retículo cristalino. El genio de Lenz fue simplificar dicha interacción al acoplamiento de dos variables, s_x, s_y , capaces de tomar dos valores, +1, -1, representativas de los momentos magnéticos de los átomos situados en los puntos del retículo cristalino \mathbf{x} e \mathbf{y} , mediante un acoplamiento J que puede tomar los valo-

res +1 o -1, para dar cuenta de la interacción ferro o antiferromagnética, respectivamente. La energía magnética del sistema viene dada por la expresión:

$$H = -\sum_{\langle xy \rangle} J s_x s_y$$

donde $\langle \rangle$ significa primeros vecinos. Este aparentemente sencillo modelo fue resuelto por Ising en una dimensión, no encontrando transición de fase a temperatura diferente del cero absoluto, y asumiendo, erróneamente, que el resultado era extensible a otras dimensiones. No fue hasta 1944 cuando L. Onsager² consiguió demostrar analíticamente que el modelo, en dos dimensiones, presenta una transición de fase a una temperatura T_c , por debajo de la cual el sistema está ordenado con magnetización no nula, estando desordenado por encima, con magnetización nula. Los esfuerzos por extender la demostración analítica a dimensiones finitas superiores han sido baldíos hasta la fecha, así que todo el progreso cuantitativo se ha hecho mediante simulaciones numéricas.

Pero este artículo no es sobre el Modelo de Ising, al que solo he nombrado como ejemplo paradigmático de la dualidad modelación/simulación. El asunto de que se trata es más bien sociológico, y es un estudio numérico de un modelo del funcionamiento de la reciente propuesta de imposición del primer apellido de la prole por orden alfabético de los primeros apellidos de los cónyuges, en caso de desavenencia de la pareja con el sistema patriarcal imperante.

EL MODELO

En este caso, el modelo se establece mediante un algoritmo que describe la atribución de apellidos de una pareja a la prole. Se considera una población de N_{hab} parejas fértiles, que

tienen en su vida una pareja de hijos. Cuando todas las parejas han tenido la parejita, y hasta que los hijos tengan a su vez prole, ha transcurrido una generación.

Cada miembro de la lista de N_{hab} padres parte con un apellido $pd[i]$ que se le da al azar, con distribución de probabilidad en forma de tejado (ver fig. 1), para tener en cuenta groseramente la no uniformidad de la distribución de apellidos, de una lista de N_{apel} apellidos, y análogamente para la lista de N_{hab} madres, con $md[i]$. Se puede pensar que las listas están dispuestas en dos ruedas dentadas engranadas de N_{hab} dientes, con un apellido paterno en cada diente de la rueda de la izquierda, y uno materno en el hueco de la rueda de la derecha. Los apellidos enfrentados, $pd[i]$ y $md[i]$,

están dispuestos al azar. Una generación transcurre cuando ambas ruedas engranadas han girado una vuelta completa. Antes de iniciar cada vuelta, se desengranan las ruedas, y una de ellas recibe un giro al azar, $eros$, entre 0 y $N_{hab}-1$, que es la flecha lanzada por Cupido, de manera que el apellido paterno $pd[i]$ se enfrenta con el materno $md[i+eros]$ al girar las ruedas nuevamente engranadas. En este encuentro se produce el nacimiento de la nueva pareja, cuyos apellidos sustituyen en el futuro a los de los progenitores. Esta sustitución procede con el siguiente protocolo: en el doble nacimiento, los padres deciden si adoptan para su progenie el orden alfabético con probabilidad $pal f$, o el ordenamiento patriarcal, es decir, hijo e hija heredan el apellido del padre $pd[i]$ con probabilidad $pptr = 1-pal f$.

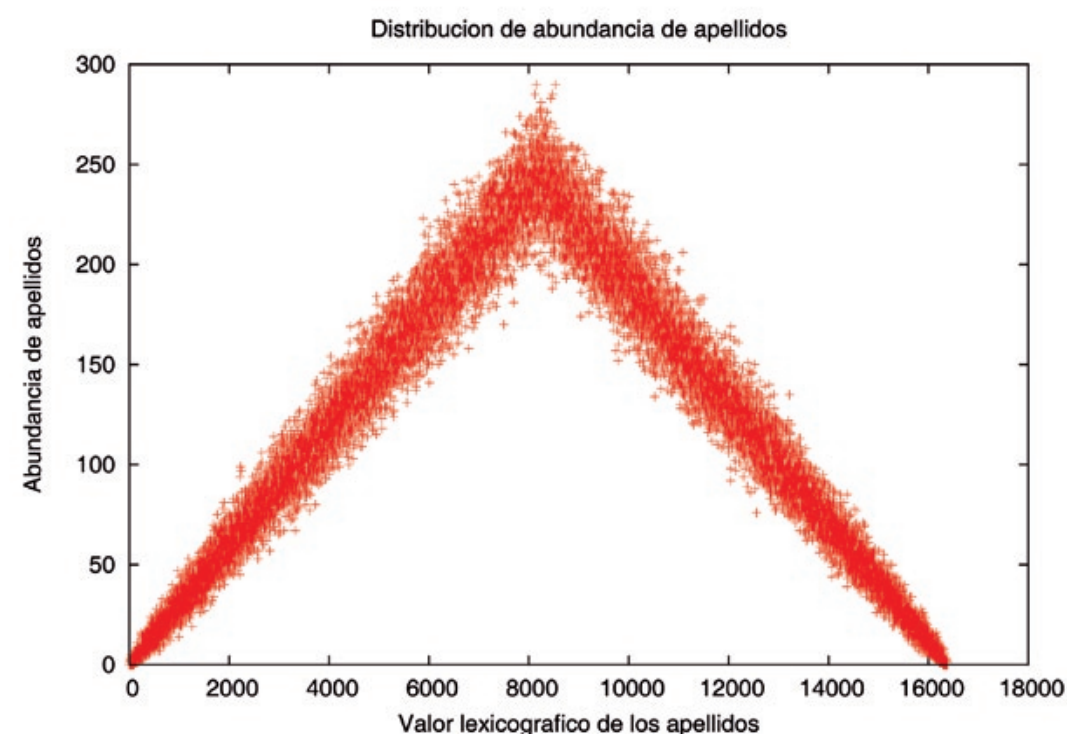


Figura 1: distribución de probabilidad de los apellidos.

1. Ising, E., Beitrag zur Theorie des Ferromagnetismus, Z. Phys., 31, 253 (1925).
2. Onsager, L., Crystal statistics I. A two-dimensional model with an order-disorder transition, Phys. Rev. (2) 65, 117, (1944).

Modelización y simulación. La asignación alfabética de apellidos

El modelo describe, pues, una población con número constante N_{hab} de habitantes masculinos y N_{hab} femeninos, cada uno de cuyas parejas tienen una prole de exactamente un hijo y una hija, que eventualmente los sustituyen como miembros de diferentes parejas fértiles, dispuestas por eros.

Es obvio que el sistema patriarcal de transmisión de los apellidos (el segundo apellido no desempeña ningún papel en el modelo) conserva la distribución inicial de apellidos de los padres, y la transmite a las madres, pues el mecanismo de las ruedas engranadas se limita a producir en la rueda de las madres una copia de la distribución de los padres desfasada en eros.

En la implementación informática de este algoritmo, no hay apellidos, sino los números (enteros sin signo) entre 0 y $N_{apel}-1$ que dan el orden alfabético, o masa lexicográfica, de los mismos.

Las ruedas no son tales, sino listas, y el papel de eros es el de un desfase de la lista de madres, respecto a la de padres, mientras que el funcionamiento cíclico de las ruedas se implementa tomando como índice de la lista de madres el $i+eros$, módulo N_{hab} ($md[(i+eros) \% N_{hab}]$ en C).

En cada generación se va comprobando si todos los apellidos de los padres son iguales, y cuando esto sucede se interrumpe la iteración de generaciones.

LA SIMULACIÓN

La simulación se inicia con $N_{hab} = 1,000,000$, con $16384 = 2^{14}$ apellidos. Esto corresponde aproximadamente a

una población de unos 4 millones de habitantes. Se ha barrido la probabilidad de elección alfabética p_{alf} desde 1, 0 a 0, 1 en pasos de 0, 1, deteniendo la iteración como se ha descrito arriba cuando todos los apellidos paternos son iguales. El valor $p_{alf} = 0,0$ no se simula, pues como se ha indicado arriba, es una asíntota vertical del número de generaciones necesario para reducir los apellidos a uno único. Con todos los demás valores de p_{alf} se alcanza el único apellido eventualmente.

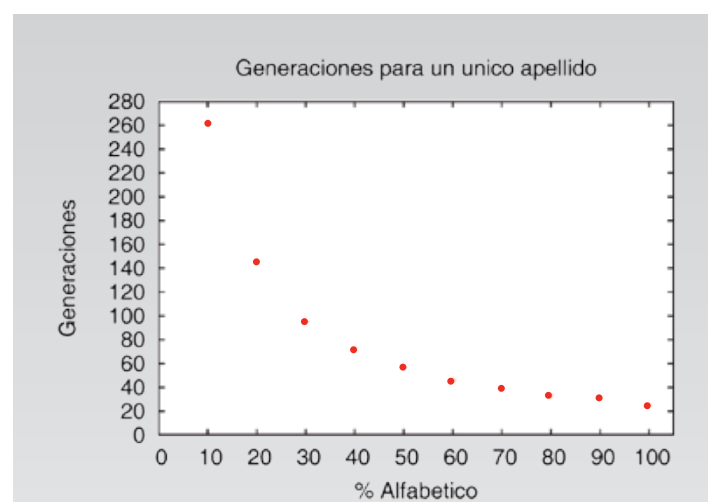


Figura 2: generaciones necesarias para reducir la variedad a un único apellido en función del porcentaje de elección alfabética.

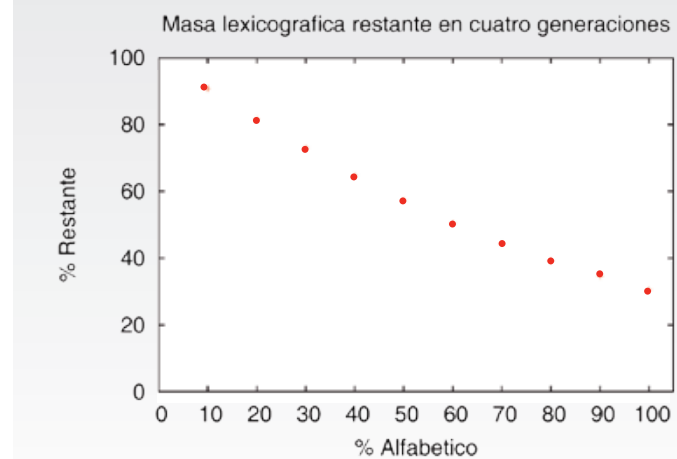


Figura 3: porcentaje de masa lexicográfica restante tras cuatro generaciones en función del porcentaje de elección alfabética.

En fig. 2 se representa el número de generaciones al cabo del cual no queda más que un único apellido, en función del tanto por ciento de parejas que eligen el orden alfabético. Para el 100% de elección alfabética, el número de generaciones es 25. En fig. 3 se representa el porcentaje de masa lexicográfica restante al cabo de 4 generaciones, que se toman como la duración de una vida. En esta gráfica, a $p_{alf} = 100\%$ queda el 30% de la masa lexicográfica, y a $p_{alf} = 80\%$ el 39%. Esto da una idea de lo rápidamente que van desapareciendo los apellidos. Otro punto a señalar de esta gráfica es el $p_{alf} = 0\%$. Corresponde al sistema de transmisión patriarcal imperante en el momento, que, como se ha mencionado más arriba, preserva la distribución de apellidos, como denuncia el valor 100% para la masa lexicográfica restante, que indica que se conserva toda la masa inicial, es decir, que los apellidos se mueven, sin desaparecer. Otra figura interesante es la fig. 4, que es una imagen tridimensional de la distribución de apellidos al principio de cada generación, normalizada al de máxima apari-

ción, para el caso de 100% de elección alfabética. En ella puede verse cómo el máximo de la distribución se va acercando a los primeros apellidos, de manera que a partir de la décima generación toda la población está concentrada en los pocos primeros apellidos, hasta que en la generación 25 toda la población tiene un único apellido, el primero.

OTROS RESULTADOS

Población infinita

Para superar la limitación de población, se ha hecho una extrapolación, que podríamos llamar *límite termodinámico*, a población infinita, manteniendo la razón N_{apel}/N_{hab} fija. Para ello, se ha repetido la simulación para $p_{alf} = 1, 0$ diez veces con cada valor de N_{hab} en la sucesión 2,000.000, 1,000.000, 500.000, 250.000, lo que permite estimar N_{gun} , el número de generaciones para un único apellido, con un error para cada valor de N_{hab} .

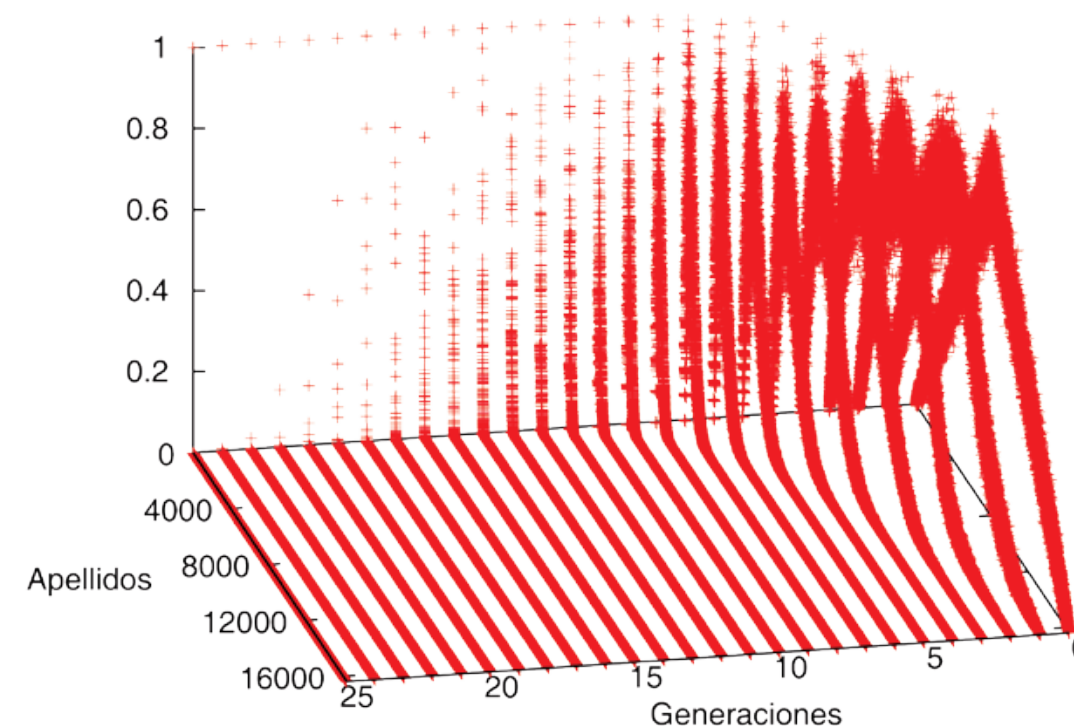


Figura 4: evolución con el número de generaciones de la distribución de apellidos.

Modelización y simulación. La asignación alfabética de apellidos



La fig. 5 muestra los valores N_{gun} con su error en función de $1/N_{hab}$, y el resultado de su ajuste a la función $y(x) = y_0 + a/(x-x_0)$, sugerida por la forma de los datos. Es interesante señalar que en esta gráfica, $x = 0$ corresponde a $N_{hab} = \infty$, y el hecho de que el ajuste arroje $x_0 = -2,53(10^{-6}) \pm 1,26(10^{-8})$ implica que la curva corta el eje de ordenadas, y el valor límite $N_{gun}_{\infty} = 27,15 \pm 0,25$ es finito.

También cabe comentar que la curva ajustada da una idea de la dependencia estática del número de generaciones con la variación de la población.

Crecimiento demográfico vegetativo

El crecimiento vegetativo puede tenerse en cuenta de una forma más dinámica del siguiente modo. Para una tasa fija de crecimen-

to demográfico, tcd , al final de cada iteración (generación), se añade la fracción de población $tcdxN_{hab}$ con la distribución de apellidos imperante en el momento, puesto que es población que procede de la actual. Esto se hace rellenando los apellidos de la nueva población eligiéndolos al azar entre los de la población existente. Esto equivale a que alguna pareja hubiese tenido más prole, no necesariamente por parejas, aunque el equilibrio global entre padres y madres se conserva. Se ha simulado este proceso de crecimiento para una población inicial de $n_{hab} = 250.000$ habitantes, con 4098 apellidos. La razón de elegir esta pequeña población, la más baja contemplada en la fig. 5, es que el crecimiento hace desbordar enseguida las posibilidades del ordenador, como se comentará más adelante incluso para este caso tan contenido. La fig. 6 muestra los resultados de las simulaciones con tasas porcentuales

de $tcd = 0, 01\%, 0,1\%$ y 1% . Se ha incluido, para comparación, la simulación a la misma población usada en fig. 5, que corresponde a $tcd = 0\%$. Como puede observarse, hasta $palf \leq 20\%$ apenas hay diferencia entre los cuatro casos, manteniéndose el resultado de llegar a un único apellido en un número finito de generaciones. No obstante, en este punto hay que advertir que el resultado a estos valores es meramente académico, pues el número de generaciones necesario es del orden de 120, que, a 20 años por generación, corresponde a 2400 años, un

periodo durante el que no es pensable que ninguna ley (¡excepto la de transmisión patriarcal!) se mantenga.

A valores menores de la tasa alfabética, 10% y 5%, a la academicidad del resultado sobre el número de generaciones, que llega hasta las 513, se une el del aumento demográfico, que alcanza factores de 164.

Crecimiento demográfico externo

La influencia del crecimiento demográfico de origen externo, debido a la inmigración, puede simularse añadiendo la población $tcdxN_{hab}$ con la distribución original, la del tejado o la uniforme. A valores altos de la tasa de crecimiento, $tcd \geq 0,1\%$, solo cuando la asignación es puramente alfabética, es decir, la tasa de asignación patriarcal es $pptr = 0$, se llega eventualmente

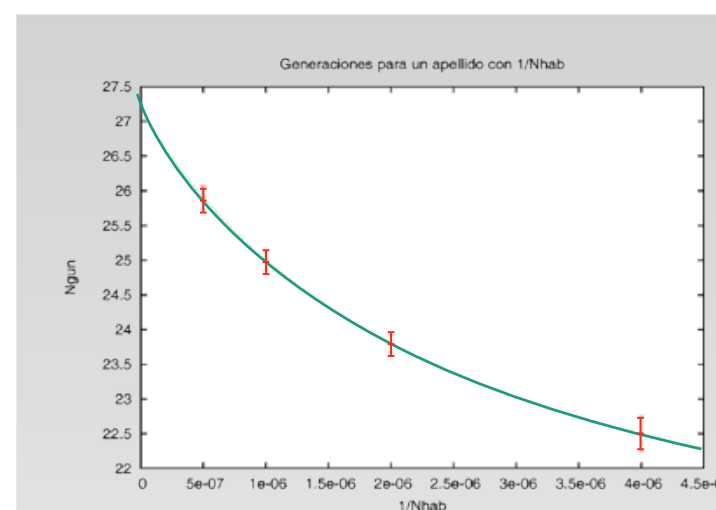


Figura 5: número de generaciones para un apellido con la inversa de la población.

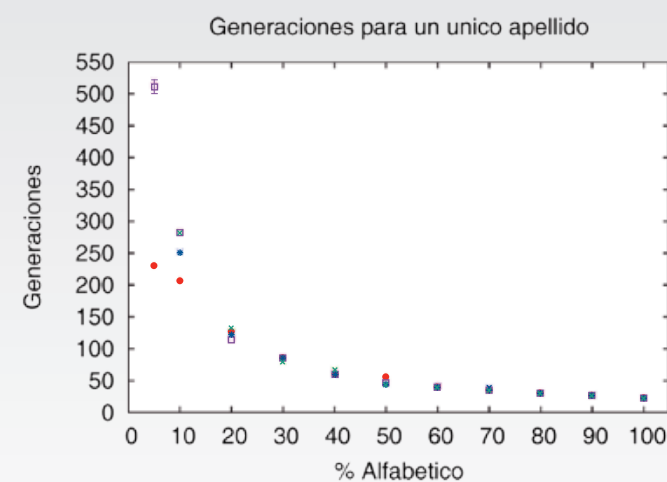


Figura 6: generaciones necesarias para reducir la variedad a un único apellido en función del porcentaje de elección alfabética, a diversos valores de la tasa de crecimiento demográfico.



*<http://www.deviantart.com>

Modelización y simulación. La asignación alfabética de apellidos

a un único apellido. A $pptr > 10\%$ se mantiene la diversidad de apellidos. Al disminuir la tasa de crecimiento tcd , se produce una especie de transición de fase, y se llega a un único apellido a tasas de asignación patriarcal crecientes con tasas de crecimiento decrecientes. La fig. 7 muestra el valor más alto de la tasa patriarcal al que se llega a un apellido, frente al logaritmo de la inversa de la tasa de crecimiento, o posición del 1 en la expresión $tcd = 0,00001$.

Este comportamiento es el reflejo de la dificultad que la asignación alfabética encuentra para eliminar los nuevos apellidos que van entrando con la inmigración. Si ésta es muy alta, solo puede eliminarlos si la asignación es puramente alfabética. A medida que la inmigración va siendo menor, la asignación alfabética en competición con la patriarcal va imponiendo el apellido único.

CONCLUSIONES

El presente ha resultado ser un buen ejemplo de las propiedades ideales de un modelo. Es simple, pero esconde una riqueza inusitada, pues ligeras modificaciones permiten explorar escenarios ajenos a las hipótesis iniciales del modelo.

Así, el modelo y su simulación han conducido a los siguientes resultados:

- A población constante finita, la variedad de apellidos va disminuyendo generación tras generación hasta quedar reducida a un único apellido, en un número

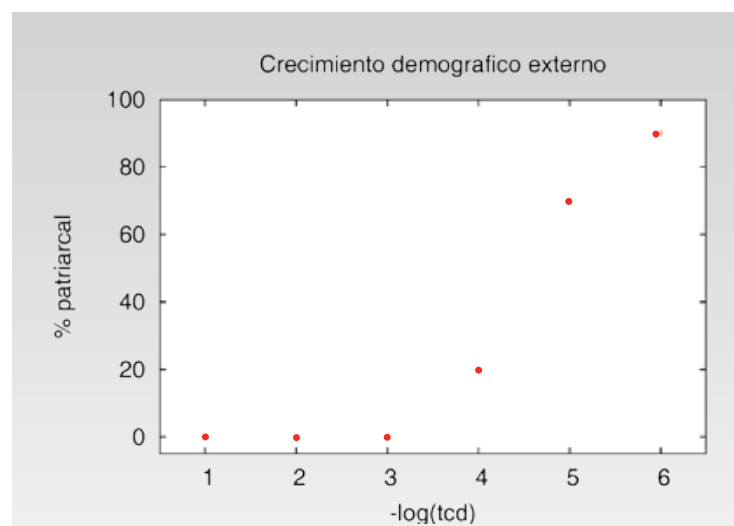


Figura 7: tasa de la máxima asignación patriarcal a la que se llega a un solo apellido con el logaritmo de la inversa de la tasa de inmigración.

ro de generaciones que oscila, para una población de 1,000.000 de parejas fértiles, entre 25, para 100% de asignación alfabética, y 260 para el 10% (fig. 2).

- En las mismas condiciones, manteniendo la razón $Napel/Nhab$ fija, la extrapolación a población infinita muestra que el resultado se mantiene, con un único apellido al cabo de 27 generaciones al 100% de asignación alfabética (fig. 5).
- El crecimiento demográfico vegetativo puede incluirse fácilmente en el modelo, lo que lo hace mucho más realista, al equivaler a levantar las restricciones del modelo original en cuanto a la exigencia de prole fija, restringida a una sola pareja de hijo-hija por pareja de progenitores. A tasas de asignación alfabética superiores al 10%, el resultado de un solo apellido se mantiene para tasas de crecimiento entre el 0% y el 1 por 10.000 (fig. 6). A tasas alfabéticas menores, el resultado, que se mantiene formalmente, deja de ser significativo, pues va acompañado de un crecimiento de población insostenible, lo que denuncia limitaciones del modelo.

- El crecimiento demográfico exterior (inmigración) también puede simularse, y presenta un comportamiento muy diferente al vegetativo. A valores grandes de la tasa de crecimiento, $tcd \geq 0,1\%$, cualquier proporción de elección patriarcal mantiene la diversidad, es decir, no conduce a un único apellido. Al disminuir tcd se recupera el apellido único a tasas patriarcales $pptr$ crecientes, como se observa en la fig. 7.
- En todo caso hay que advertir que el número de generaciones necesario para la total reducción a un único apellido es, para tasas de asignación alfabética menores del 20%, del orden de 120, que es un número de años comparable a la duración de la Era Cristiana.
- Esto dicho, la reducción de apellidos se mantiene en general, y quizá la gráfica más significativa, si bien no la más espectacular, es la fig. 3, que muestra la disminución de la masa lexicográfica al cabo de una vida humana.

RECONOCIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud al Dr. Yamir Moreno, por su interés en este trabajo y sus comentarios, comunicaciones y sugerencias.

Andrés Cruz

Miembro del Senatus Científico
Dpto. de Física Teórica
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

Instituto de Biocomputación y Física de
Sistemas Complejos
Universidad de Zaragoza

andres@unizar.es



*<http://www.eldiario24.com>

CONOCER, TRAS VER, PARA ACTUAR: LA COMPONENTE MATEMÁTICA

“La Matemática permite ver tramas casi invisibles, conocer a qué obedecen y por qué adoptan estructuras concretas y, finalmente, permite diseñar y actuar hacia el progreso.”



POR JESÚS ILDEFONSO DÍAZ



Conocer, tras ver, para actuar: la componente matemática

Más de dos mil años de constante fecundidad, en el seno de todas las civilizaciones, no han podido evitar la opinión generalizada sobre la Matemática como terreno inaccesible a los no científicos. Incluso personas con estudios superiores están convencidas de que no son capaces de entender casi ningún razonamiento matemático. Ya desde la Antigüedad los avances matemáticos eran ininteligibles para un auditorio de cultura general. La literatura nos ofrece numerosos testimonios de ello. Por señalar uno solo baste citar la irónica descripción del país de los matemáticos, la isla de Laputa, en el tercero de *Los viajes de Gulliver* del irlandés Jonathan Swift, de 1726.

Para muchos, la Matemática se reduce al cálculo con números aunque, con frecuencia, cuando conversan con un matemático, se asombran al comprobar con placer que ellos mismos son más diestros en las cuentas. No es extraño. El cálculo con números forma parte de la Aritmética, una parte insignificante de la Teoría de Números y que a su vez, pese a su belleza y relevancia, no es más que uno de los muchos campos de la Matemática. En la Clasificación Temática Matemática de 2010, la Teoría de Números aparece como una sección (la 11-XX) entre las muchas otras que la configuran y que llegan hasta la número 97-XX.

Por otra parte, por muy extraños que parezcan los símbolos matemáticos, no hay que olvidar que son solo eso, símbolos y que, al igual que no es necesario saber leer una partitura para recibir las emociones que pueden llegar a pro-

“La Matemática es mucho más que números: se refiere a orden, modelos y estructuras, relaciones lógicas y, en suma, ideas.”

vocar con su música, tampoco es imprescindible saber reconocer la grafía matemática para adentrarse en su apasionante mundo.

La Matemática es mucho más que números: se refiere a orden, modelos y estructuras, relaciones lógicas y, en suma, ideas. A mi juicio, la Matemática permite ver tramas casi invisibles, conocer a qué obedecen y por qué adoptan estructuras concretas y, finalmente, permite diseñar y actuar hacia el progreso. Todo ello valorando la economía de pensamiento, deshaciéndose de lo irrelevante de cada caso. Es esto lo que la hace profunda y bella a la vez.

Bajo ese punto de vista, no es de extrañar que cuando se asocia la Matemática a algunos objetos materiales estos se limitan a aparatos de observación y medición de la astronomía, las variadas e ingeniosas máquinas pioneras de calcular mediante sofisticados artificios analógicos y, a lo sumo, generosas colecciones de superficies y poliedros moldeados sobre yeso. Cada una de esas piezas, de manera individualizada, posee una innegable belleza. Man Ray (1890 - 1976) (e.d. Emmanuel Rudzitsky) quedó tan impresionado por esa materialización de las ecuaciones matemáticas, tras una visita al Institut Henri Poincaré de París, que le llevó a recoger en *Shakespearean Equation* (1935-1948) una colección de fotos de *Objets mathématiques*.

Pese a esa belleza individualizada, la exhaustividad de las típicas muestras de esos objetos las asemejan a esas colecciones interminables de insectos, y por ello temibles, de los museos de Ciencias Naturales tradicionales. Son presentaciones de carácter contemplativo, de gran valor para quienes ya poseen la formación adecuada, pero de escaso o ningún interés para el gran público. Los que cultivamos la Matemática tenemos el privilegio de

experimentar ese tipo de emociones, sensaciones y percepciones en el desarrollo de nuestra profesión. Pensar que ese privilegio sea compartido por el gran público, por el visitante de un museo, es algo que nos motiva en la apasionante tarea de la divulgación de la Ciencia.

Escalar tan alto hasta indagar sobre la creación en Matemáticas podría verse como desproporcionado para nuestros fines. Nada más erróneo. La mejor manera de que un visitante del museo adquiera el conocimiento científico, matemático en nuestro caso, es hacer que viva el mismo proceso, tal y como lo vivieron los que lo produjeron.

Dos de los primeros matemáticos que se interesaron por los mecanismos que intervienen en la investigación en Matemáticas fueron los franceses Henri Poincaré (1854-1912) y Jacques Hadamard (1865-1963). Autores ambos de contribuciones fundamentales en ecuaciones diferenciales, y otros muchos campos de la Matemática, indagaron sobre su propia experiencia. Hadamard llevó a cabo un cuestionario que distribuyó entre numerosos matemáticos cuyas respuestas aparecieron en *L'Enseignement Mathématique* entre 1902 y 1905. Más tarde publicaría su famoso libro sobre Psicología Matemática (*The Psychology of Invention in the Mathematical Field*, Princeton, 1945).

Las reflexiones de Hadamard se han revelado de gran importancia en educación matemática. A diferencia de lo que caracteriza a la



Shakespearean Equation: Twelfth Night (1948), por Man Ray.

Inteligencia Artificial, no le preocupaba producir generadores de demostraciones de teoremas sino indagar sobre la creatividad inconsciente y la variedad de modos mentales involucrados en la creación matemática, las posibles diferencias entre el pensamiento en Álgebra frente a Geometría y otras cuestiones afines. Se hizo eco de la teoría del psicólogo G.E. Müller, en el pasado siglo, de que el pensamiento sin el lenguaje es imposible. Resaltó también la enorme importancia de lo visual y lo estético en el pensamiento matemático.

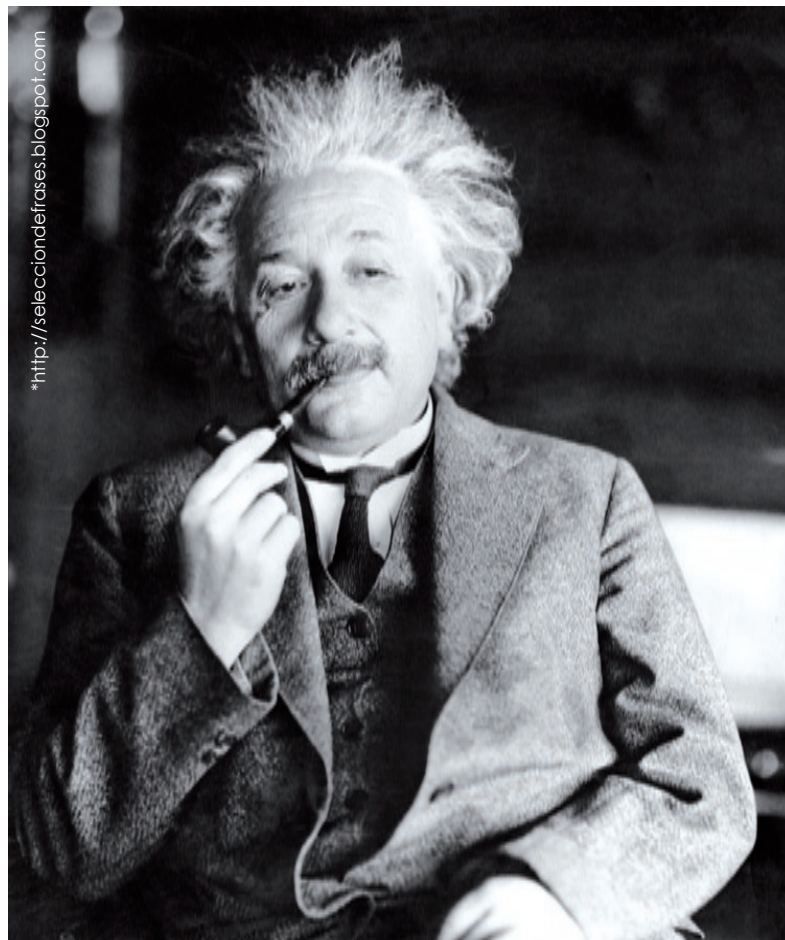
Conocer, tras ver, para actuar: la componente matemática

La existencia de distintos mecanismos propios de cada una de las grandes ramas de la Matemática fue desde entonces objeto de una rica polémica que pervive en nuestros días. Desde los puntos de vista pedagógico y divulgativo es importante clarificar el tema, pues los métodos de enseñanza y de estimular la experiencia matemática podrían ser de muy distinta naturaleza.

La respuesta de Einstein al cuestionario de Hadamard se mostraba ya en disonancia con la teoría de Müller. Según Einstein:

“Las palabras o el lenguaje, escritas o habladas, no parecen jugar ningún papel en el mecanismo de mi parte de mi pensamiento. Las entidades psíquicas que parecen servir como elementos en mi pensamiento son ciertos signos e imágenes, más o menos claros, que pueden ser voluntariamente reproducidas y combinadas. Las palabras u otros signos convencionales han de ser buscados con trabajo solamente en una segunda fase, cuando el juego asociativo mencionado está suficientemente establecido y puede ser reproducido a voluntad.”

Hasta hace tan solo unos años, la única fuente de información sobre las representaciones mentales usadas en Matemáticas eran las introspecciones de los propios matemáticos. Una excelente muestra es el libro *Para pensar mejor* de M. de Guzmán (Pirámide, Madrid, 1994). No hace mucho que un equipo franco-americano de neurocientíficos liderado por S. Dehaene ha llevado a cabo un estudio, con ayuda de las nuevas tecnologías, mostrando la incidencia cerebral de experiencias matemáticas en partes bien diferenciadas del cerebro (S. Dehaene et al.: *Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence*, Science, 1999). Si bien el cálculo aritmético exacto moviliza el lóbulo frontal izquierdo, zona relacionada con la asociación verbal, el cálculo aproximado (en el que solo se manejan ór-



Albert Einstein (1879-1955).

denes de magnitud, relación de orden, etc..) afecta a áreas bilaterales de los lóbulos parietales características de representaciones visuales y espaciales.

“La Matemática permite ver lo invisible al mirar la naturaleza.”

No cabe duda de que estos estudios, el conocimiento de las bases neurobiológicas de las emociones, el desarrollo de la noción de “inteligencia emocional”, introducida por D. Goleman, y las experiencias acumuladas en la década de los noventa (para algunos la década del cerebro) facilitarán el diseño de entretenidas e imaginativas experiencias matemáti-

cas, en los museos que activen la curiosidad, evitando el largo camino del adiestramiento previo, probablemente más característico de las experiencias matemáticas ligadas a la asociación verbal.

No es éste lugar de referirse a las múltiples experiencias matemáticas concretas que se podrían proponer. Muchos de los juegos matemáticos y una buena parte de las experiencias de lo que podríamos denominar “Matemática recreativa tradicional” podrían ser de gran utilidad configurados con las técnicas avanzadas de animación y entretenimiento de nuestros días. En su lugar, me referiré, en el resto del artículo, a ilustrar algunos ejemplos de experiencias matemáticas en relación con un campo menos tradicional que el que ya viene encauzado por las leyes de la física y que, por otra parte, está muy unido a la tradición de los museos de ciencias: las Ciencias de la Naturaleza. Me limitaré a unos pocos ejemplos que ilustren esos tres grandes tipos de experiencias matemáticas que, a mi juicio, constituyen la esencia del quehacer matemático: ver, conocer y actuar.

Mirar no es ver. La Matemática permite ver lo invisible al mirar la naturaleza. Fijémonos en uno cualquiera de esos girasoles que nos llaman la atención como elemento armoniosamente repetido, en esas grandes extensiones de cultivo que bordean nuestras carreteras. Al mirarlo podemos apreciar la armonía de sus semillas o pipas. El perfecto contraste entre su vivo amarillo y el verde de su tallo nos puede sugerir bellos temas pictóricos que no le fueron ajenos a Van Gogh. Incluso, su

avidez por buscar al Sol hasta nos puede llevar a preguntarnos si los paneles solares que divisamos en nuestras ciudades reposan sobre principios que imiten su comportamiento.

Sin embargo, si analizamos con más detenimiento la disposición de sus semillas, podemos apreciar que no están anárquicamente distribuidas sino que configuran unas curvas que han cautivado siempre a los artistas y artesanos: las espirales. Unas van en el sentido de giro de las agujas del reloj y otras en sentido contrario. Si todavía intentamos ser más precisos y, armándonos de paciencia, contamos el número de estos pares de espirales encontraremos que no son parejas de números cualesquiera: las más frecuentes son 21 y 34, 34 y 55, 55 y 89, según sea su tamaño. ¿Existirá alguna relación oculta entre esos pares de números o, por el contrario, obedecerán a un código aleatorio o indescifrable?

La respuesta comienza a tener un carácter sorprendente cuando constatamos que esos números aparecían en uno de los libros más antiguos de la Matemática



*Foto por Linda Strickland (www.flickr.com)

Conocer, tras ver, para actuar: la componente matemática

occidental: el *Liber Abaci* de 1202 de Leonardo de Pisa (1175-1240) apodado, en el siglo XIX, como Fibonacci (hijo de la bondad). La importancia capital del libro reside en ser el primero en introducir la Aritmética indo-arábica en Europa. En el margen de una de sus páginas, ilustrando un problema relacionado con la cría de conejos, aparecían los números 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ... en donde podemos apreciar los números que encontramos al contar las espirales del girasol. Pero además, otras selecciones de esos números aparecen en la naturaleza cuando contamos las espirales, en uno y otro sentido, que forman las semillas de las margaritas (21 y 33) o las que forman los piñones de una piña (5 y 8).

Esa sucesión de números obedece a una ley fácilmente detectable: cada número es la suma de los dos anteriores ($a_n = a_{n-1} + a_{n-2}$). Entre las muchas propiedades, que se pueden encontrar al estudiar esa sucesión de números, solo

destacaremos aquí una de ellas, señalada por el astrónomo Johannes Kepler (1571-1630): a medida que vamos dividiendo un término de la sucesión a_n por su anterior a_{n-1} , encontramos unos valores que se van acercando cada vez más hacia el número 1,618033... Con la ayuda del concepto de límite veríamos que, si repitiésemos infinitamente esa división, los valores convergerían hacia la razón áurea $\phi = (1 + \sqrt{5}) / 2$ utilizada ya por el escultor griego Fidias (490-430 a.C.), en los estudios de la figura humana de Leonardo da Vinci y en numerosos contextos artísticos, incluida la música.

Encontramos así lo que el físico, premio Nobel, Eugene Wigner (1902-1995) denominaría, hace cuarenta años, *la irrazonable efectividad de las Matemáticas en las Ciencias Naturales* al preguntarse las razones de la gran aplicabilidad de las Matemáticas. Encontrar números característicos de la Matemática como ϕ , π y e en los más extraños y dispares contextos es una experiencia que puede invitar a la reflexión, también al visitante de un museo.

Ver no es conocer. Advertir esa posible trama oculta que permite la Matemática no colma los deseos de conocer las razones de su existencia. Uno de los matemáticos pioneros en esa difícil tarea de ver en la naturaleza allí donde se mira, D'Arcy Thompson (1860-1948), decía que su voluminoso ensayo (*On growth and form*, Cambridge University Press, 1917) no era más que un prefacio de principio a fin. De la misma manera, la presencia de los fractales en la naturaleza (B. Mandelbrot, *La geometría fractal en la naturaleza*, Clotet-Tusquets, Barcelona, 1997) nos describe también un mundo complejo y rico pero rara vez nos desvela las razones fenomenológicas de su formación.

Esa voluntad de conocer yendo más allá de la mera contemplación es un paso aún más arduo que el primero, pero ha estado en el ánimo de los hombres desde los albores de los tiempos. En realidad, es justo recordar que, hasta mediados de nuestro siglo, los grandes constructores de la Matemática no se dedicaban de manera exclusiva a ella. La inmensa mayoría cultivaba otras muchas ciencias y empleaban la Matemática para fundamentar experiencias particulares. Pese a los numerosos interrogantes aún planteados, se puede decir que la Física ha sido la Ciencia en la que la Matemática ha aportado una fundamentación imprescindible.

“Esa voluntad de conocer yendo más allá de la mera contemplación es un paso arduo, pero ha estado en el ánimo de los hombres desde los albores de los tiempos.”

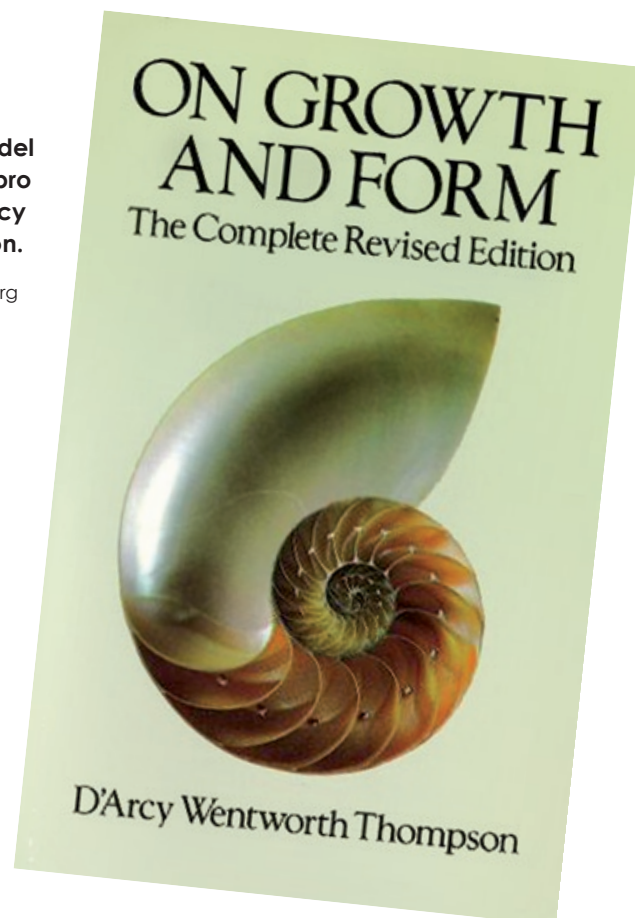
En el caso de las Ciencias de la Naturaleza las aportaciones de la Matemática han tenido un carácter menos fundamental pasando a ser herramientas de gran utilidad para consolidar teorías. Como ejemplo reciente y cercano podríamos referirnos a los argumentos matemáticos expuestos por Juan Luis Arsuaga en su libro *El collar del Neandertal* (Ediciones Temas de Hoy, Madrid, 1999) para intentar reconstruir las características humanas del portador de la pelvis *Elvis* encontrada en La Sima de los Huesos de Atapuerca.

Una Matemática mucho más compleja y minuciosa ha servido para progresar en la comprensión de algo tan misterioso como la justificación de las manchas de ciertos animales, caparazones y conchas marinas que, simultaneando lo regular e irregular, atraen nuestra fascinación. Sofisticados modelos matemáticos han permitido simular la reacción y difusión de sustancias químicas produciendo modificaciones locales de la pigmentación en forma de manchas como las de los leopardos, cebras y peces tropicales (J.D. Murray, *Mathematical Biology*, Springer, Berlin, 1993 ; 3ª edición en dos volúmenes, 2004 y 2005 respectivamente) o las de conchas tropicales de gran belleza y diversidad

(H. Meinhardt, *The algorithmic Beauty of Sea Shells*, Springer-Verlag, Berlin, 1995). Las simulaciones obtenidas, vía modelos matemáticos, son difícilmente distinguibles de fotografías originales, pero lo más importante es que han sido obtenidas a través de la sistematización de unas leyes de comportamiento de gran generalidad, ocultas

Portada del famoso libro de D'Arcy Thompson.

*<http://es.wikipedia.org>



*<http://www.corazonblanco.com>

Conocer, tras ver, para actuar: la componente matemática

hasta hace muy poco tiempo. Se está aún lejos de poder responder a todas las preguntas sobre este aspecto tan concreto, pero el avance logrado gracias a la Matemática habría sido insospechado hace menos de diez años.

Conocer no es actuar. El conocimiento científico de las razones por las que un fenómeno tiene lugar es una condición imprescindible para avanzar en el diseño de fenómenos de similar naturaleza que respondan a un fin concreto. Pese a ello, en muchos casos es altamente insuficiente. A modo de ejemplo podríamos referirnos a que el hombre no se posó en la Luna hasta la segunda mitad de nuestro siglo, pese a que los movimientos de los planetas y sus satélites nos presentaban, cada vez, menos secretos desde la obra de Newton a finales del siglo XVII. El control de un sistema nos permite alcanzar lo mejor y bordear lo imposible. Desde las más rudimentales herramientas del Paleolítico hasta la

reciente construcción de las gigantescas “Tres gargantas” en China, el hombre no ha cesado de actuar sobre su medio ambiente con el fin de mejorar sus condiciones de vida. Se podría decir que lo que caracteriza al hombre, frente a otros animales, es su capacidad para decidir e inventar acciones que transformen la realidad. Su libertad de decisión y de acción configura el fundamento de su dignidad racional. El quehacer científico se ha caracterizado siempre por la convivencia del deseo de comprensión racional del mundo natural e intelectual, que nos rodea, con la intención de actuar o controlar esa realidad para conseguir fines difícilmente accesibles. Así, al lado del monumental tratado de Euclides sentando las bases de la Geometría, la Ciencia griega no puede ser bien ilustrada sin hacer mención a la actitud representada por Arquímedes con sus legendarias invenciones para transportar líquidos o sus espejos parabólicos contra las naves invasoras.



Presa de las Tres Gargantas en China.

*<http://reallyrightsystems.com>

Lanzamiento del Deep Impact.

*<http://www.nasaimages.org>

“El reto de transformar la energía, la elaboración de las más dispares máquinas, el diseño de los más veloces coches y aviones recurre a ideas de control que no son ajenas a la Matemática.”



Con la introducción de los infinitésimos en la segunda mitad del siglo XVII por Leibniz y Newton, esa actitud adicional a la de la mera comprensión toma cuerpo matemático, y no ha cesado de marcar el rumbo del progreso de la Ciencia y de la Tecnología hasta nuestros días. Si debemos a Newton la justificación racional de las leyes de Kepler, que ponían orden a la constante observación de la bóveda celeste desde los albores de la existencia humana, a Newton debemos también el estudio de la forma óptima de un proyectil y cuyas consecuencias han llegado hasta el diseño de las naves espaciales de nuestra era.

Al “mejor de los mundos” de Leibniz le seguía la representación matemática de “acción” por Euler y muchos otros. Se logró entender cómo la naturaleza ofrecía, muchas veces, la mejor de las posibilidades. El progreso que significó tal formulación condujo de manera natural a la optimización de costes económicos, como una de las posibles maneras que pueden guiar la libertad de actuar.

El reto de transformar la energía, la elaboración de las más dispares máquinas, el diseño de los más veloces coches y aviones recurre a ideas de control que no son ajenas a la Matemática,

que no por eso son menos bellas que las idealizadas como ajenas al mundo real. La contemplación de la bóveda celeste ahora coexiste con los viajes interplanetarios o acciones jamás imaginadas, como la misión “Deep Impact” contra el cometa Tempel 1 el pasado 4 de julio de 2005 y que, desde 2010, se dirige al encuentro de Hartley 2.

Un adecuado control puede permitir alcanzar metas cercanas a lo imposible. La aplicación a la Medicina y al bienestar son retos que no cesarán de ser cultivados a lo largo de los tiempos futuros. Nunca ha sido tan necesario conocer los límites de la Ciencia para guiar los avances de la Tecnología.

Jesús Ildefonso Díaz

Dpto. Matemática Aplicada
Facultad de Matemáticas
Universidad Complutense de Madrid
Real Academia de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales

Y PRÓXIMAMENTE...

SEMANA DE
INMERSIÓN EN CIENCIAS

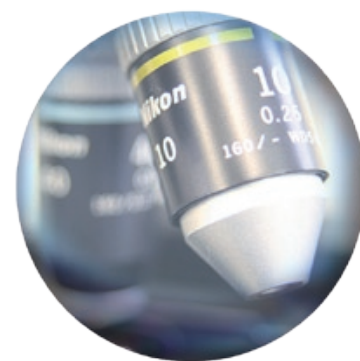
2 0 1 1



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

*¡Apíntate a la Semana de
Inmersión en Ciencias 2011!*

¡Descubrirás un mundo apasionante!



Del 13 al 17 de junio
Para alumnos de
Bachillerato

Más información en:

[http://ciencias.unizar.es/web/
inmersionCiencia.do](http://ciencias.unizar.es/web/inmersionCiencia.do)

**FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

C/ Pedro Cerbuna, 12
50009 Zaragoza
976 761295

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



El Año Internacional de la Química se inaugura en Aragón

Varias entidades desarrollarán un ciclo de conferencias en Zaragoza cuyo objetivo es acercar la Química a los ciudadanos

El Año Internacional de la Química llegó de manera definitiva a Zaragoza. El 28 de febrero se celebró la inauguración del ciclo de conferencias que van a tener lugar en la capital aragonesa. En él, se apuesta por tratar temas que tienen que ver con la Química para acercarlos al ciudadano medio y mostrar la labor de los científicos y el valor que tiene para la Sociedad.

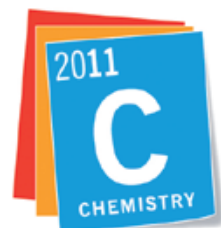
Los encargados de inaugurar el ciclo de conferencias se mostraron optimistas hacia la labor de los científicos que se dedican a la Química. Ana Isabel Elduque, decana de la Facultad de Ciencias de Zaragoza, presentó la inauguración. Elduque recalcó que el objetivo principal del ciclo es "aproximar la Química a la Sociedad en sus múltiples facetas mostrando los grandes beneficios que aporta a la calidad de vida". Para ello se ha querido abordar, en las distintas conferencias, la complejidad de la Química desde aspectos muy diversos. Indicó también que se ha querido

hacer un ciclo realmente variado para "así comprender un poco más la globalidad de la Química como rama del conocimiento, de la Ciencia y de la economía del siglo XXI". Teresa Fernández, presidenta de la Obra Social de Ibercaja, destacó la importancia de la divulgación científica. Jorge Villarroya, presidente de la Federación de Empresas Químicas y de Plásticos de Aragón aseguró que la Ciencia es el presente y el futuro de la Sociedad y que las empresas se esfuerzan por crear productos químicos que sirvan para mejorar la calidad de vida. Villarroya añadió que el papel de la Química tiene un valor determinante en el futuro, no solo por sus aportaciones sino por el número de empleos que se van a crear en este ámbito. Mariano Laguna, coordinador institucional del CSIC en Aragón, destacó la elevada calidad de los estudios en Química de la Facultad de Ciencias de Zaragoza, reconocida a nivel mundial. Ricardo Cavero, director de Ciencia y Tecnología del Ayuntamiento de Zaragoza, subrayó la necesidad de que la Sociedad conozca la importancia de la actividad investigadora. Cavero explicó que la única manera para conseguirlo es la divulgación. "Hasta hace poco, los químicos se avergonzaban de ser químicos", comentó José Luis Serrano, director general de Investigación del Gobierno de Aragón. Serrano añadió que ya era hora de poner la Química en su sitio. Manuel López, rector de la Universidad de Zaragoza recalcó también la importancia de la Química en la vida.

El ciclo de conferencias, que consta de diez, desarrolladas desde febrero hasta noviembre, se inauguró con la impartición de la Charla titulada "Materiales para la energía" por Miguel Ángel Alario, presidente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.



*Fotografía por Margarita Montañés.



International Year of
CHEMISTRY
2011

PERO, ¿POR QUÉ SE CELEBRA EN 2011 EL AÑO INTERNACIONAL DE LA QUÍMICA?

El motivo de la elección de 2011 como Año Internacional de la Química es la celebración del centenario de la concesión del

Premio Nobel de Química a Marie Curie. En 1903, Marie Curie y su marido, Pierre Curie, recibieron el Premio Nobel de Física por haber descubierto la radiactividad natural. Poco después, su marido murió. En 1911, Marie Curie consigue su segundo Premio Nobel, esta vez de Química y en solitario. Marie Curie ha

“El objetivo principal del ciclo es aproximar la Química a la Sociedad en sus múltiples facetas mostrando los grandes beneficios que aporta a la calidad de vida.”

sido una de las científicas más importantes de la Historia.

Con la celebración del Año Internacional de la Química, se quieren difundir las aportaciones de la Química y lo que suponen para el progreso de la Humanidad.

El Año Internacional de la Química se inaugura en Aragón

MIGUEL ÁNGEL ALARIO: "UN PAÍS SIN CIENCIA ES UN PAÍS SIN INFLUENCIA"

La Química intenta comprender la naturaleza en sus aspectos químicos. Parece que nuestro país le da mucha importancia a este tema: el sector químico constituye el 10% del producto interior bruto español según Miguel Ángel Alario.

En su exposición, titulada "Materiales para la energía", Alario hizo especial hincapié en que los combustibles fósiles se van a acabar. El futuro de la energía va a depender de la capacidad de los países de aprovechar la energía solar y los materiales superconductores.

El almacenamiento de la energía solar se conseguirá mediante materiales semiconductores, con los que se podrá atrapar la energía solar para después convertirla en energía eléctrica. El silicio, que es el elemento que más se utiliza para esta finalidad, abunda en la corteza terrestre aunque apenas diez países en

el mundo son capaces de conseguir células fotovoltaicas a partir de él.

Por su parte, los materiales superconductores mitigarán las pérdidas de energía que se producen al transportar la energía eléctrica con los materiales conductores o semiconductores. Esto se debe a que los materiales superconductores casi no tienen resistencia eléctrica. Los materiales superconductores traerán un aumento del aprovechamiento de la energía eléctrica y una disminución de las pérdidas de energía durante su transporte con otros materiales.

Alario hizo disfrutar al público con la exposición de sus conocimientos sobre el tema de la energía y su buen humor.

Margarita Montañés

Estudiante de Periodismo
Universidad de Zaragoza



*Fotografía proporcionada por Ibercaja Zentrum.

FEBRERO

Día 28: Inauguración.

"Materiales para la energía" - Miguel Ángel Alario
Presidente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
Sala Ibercaja-Zentrum. 19h.

MARZO

Día 14: *"Gastronomía interfacial y coloidal"* - Claudi Mans
Dpto. Ingeniería Química. Universidad Barcelona.
Sala Ibercaja-Zentrum. 19h.

Día 28: *"La Química y los fármacos: una historia interminable"* - Pilar Goya
Directora del IQM. CSIC.
Sala Ibercaja-Zentrum. 19h 30m.

ABRIL

Día 4: *"Química: una ciencia para un mundo sostenible"* - Luis Oro
Director del IUCH. Universidad Zaragoza.
Sala Ibercaja-Zentrum. 19h 30m.

Día 28: *"El congreso de Karlsruhe: 150 años después (1860-2010)"* - Pascual Román
Dpto. Química Inorgánica. Universidad País Vasco.
Facultad de Ciencias - Campus San Francisco.
Sala de Grados. 12h.

MAYO

Día 17: *"La Química y las claves de la Vida"*
Carlos López Otín
Dpto. Bioquímica. Universidad Oviedo.
Sala CAI - Independencia. 19h 30m.

Día 24: *"Moléculas que contribuyen a nuestra calidad de vida"* - Mariano Laguna
Delegado del CSIC en Aragón.
Sala CAI - Independencia. 19h 30m.

SEPTIEMBRE

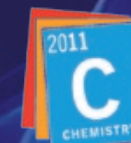
Día 27: *"Sociedad e industria química: 250 años de historia en común"*
Juan José Ortega
MBA por el IESE.
Sala CAI - Independencia. 19h 30m.

OCTUBRE

Día 20: *"Química y música: la extraña pareja"* - Santiago Álvarez
Dpto. Química Inorgánica. Universidad Barcelona.
Facultad de Ciencias - Campus San Francisco. Sala de Grados. 12h.

NOVIEMBRE

Día 21: Clausura.
"Conversaciones en la Aljafería" - José Elguero
IQM. CSIC.
Palacio de la Aljafería. Salón Goya. 19h 30m.



International Year of
CHEMISTRY
2011

2011

AÑO
INTERNACIONAL
DE LA
QUÍMICA

CICLO DE CONFERENCIAS

El Año Internacional de la Química se inaugura en Aragón

ENTREVISTA A LUIS ORO

El pasado 4 de abril, Luis Oro impartió la conferencia titulada "Química: una ciencia para un mundo sostenible".

Después de haber mostrado los beneficios que aporta la Química, ¿cuáles son las dificultades a superar para que sea percibida como una ciencia más amigable?

L. ORO: "Esencialmente, comunicación. Deberíamos ser capaces de trasladar a la sociedad las bondades de la Química, y tenemos que comunicarlo de modo sencillo y comprensible. Necesitamos una sociedad mejor informada que valore no solo la contribución pasada de la Química, sino también su capacidad para encontrar soluciones. Lamentablemente no hemos sabido dar el mensaje a la sociedad de la importancia de la Química. Sin ella estaríamos en la prehistoria. El ciudadano tiene buena percepción de la química de los medicamentos, pero lo cierto es que es una discipli-

na central que interacciona con todo nuestro alrededor. Parte de nuestra ropa, detergentes, materiales... son Química y no hemos sabido trasladar ese mensaje. La Humanidad no podría sobrevivir sin la Química. Es la ciencia que más ha cambiado nuestras vidas. Necesitamos realizar un esfuerzo a todos los niveles educativos, incluyendo la enseñanza primaria."

¿Qué cambiaría en la Educación Secundaria y Bachillerato para que aquellos que no tengan vocación de químicos perciban la Química como necesaria?

L. ORO: "La Química es una ciencia central y, en mi opinión, los contenidos docentes de Química en enseñanza secundaria son insuficientes. Nuestros estudiantes dedican a ella menos de la mitad del tiempo que dedican los estudiantes centroeuropeos, y apenas realizan las actividades de laboratorio que requeriría su enseñanza. Creo necesario incrementar las horas dedicadas a ella y muy especialmente practicar en el laboratorio. No hay que olvidar que la Química es una ciencia experimental y creativa, los químicos no solo tratamos de entender la Naturaleza como hacen otras áreas de la ciencia, los químicos además creamos nuevas moléculas y materiales con propiedades y aplicaciones insospechadas. Las percepciones se modifican con información apropiada."

Vamos a "soñar" un poco, descríbame una visión de Química-ficción (un futuro descubrimiento).

L. ORO: "Un bonito sueño sería crear catalizadores de metales de transición que transformen eficientemente el dióxido de carbono en compuestos orgánicos útiles. Es un gran reto para la Química."

Otro posible sueño, a corto plazo, sería el desarrollo de celdas solares orgánicas más eficientes que contribuyan a complementar nuestras necesidades energéticas."

Qué podemos hacer los diferentes agentes (gobierno, industriales, investigadores, docentes) para que la transferencia de conocimiento se traduzca en soluciones a necesidades antes (más inmediatas) y con menores costes.

L. ORO: "No hay una receta milagrosa, los esfuerzos actuales van en la buena dirección, pero todos los agentes mencionados necesitamos incrementar la cultura del riesgo. Ser más ambiciosos en los objetivos y generosos en la interacción."

Un resultado de la Química (descubrimiento o invención) que le haya impresionado y por qué.

L. ORO: "La síntesis de amoníaco, a partir de nitrógeno e hidrógeno. Se acaba de celebrar el centenario de este proceso, que permite la producción de más de 100 millones de toneladas de fertilizante al año, y que es responsable del sustento de más de un tercio de la población mundial."

Qué no le he preguntado y le gustaría que lo hiciera. Cuénteme algo que no haya respondido en entrevistas anteriores.

L. ORO: "¿Cuál es el nivel de la investigación química española en el contexto internacional?"

Muy elevado. La competitividad de la investigación científica española ha mejorado notablemente, y la investigación química lo ha hecho de un modo muy destacado. Así, en los últimos veinticinco años, nuestra visibilidad científica ha pasado de representar un 1,2% de la contribución mundial a superar actualmente el 3%, situando a España en la posición novena en el concierto internacional en cuanto a número de publicaciones pero en la undécima en citas recibidas. Pues bien, la Química es la única área científica española que alcanza el séptimo lugar en número de citas recibidas, mientras que se encuentra en el noveno lugar en número de publicaciones.

En el último ranking mundial de Universidades, elaborado por el Institute of Higher Education of Shanghai Jiao Tong University, la Química de la Universidad Zaragoza, aparece clasificada en el grupo situado entre las posiciones 50-75, y es la primera de España. Globalmente, nuestra Universidad está en el grupo situado entre las posiciones 400-500. Por ello me ha sorprendido la escasa importancia que nuestra Universidad, y en cierto modo, nuestra Facultad, ha dado a esta noticia, de la que debíamos sentirnos muy orgullosos. Creo sinceramente que Químicas es merecedora de un mayor apoyo, tanto en la Facultad de Ciencias, como en nuestra Universidad."

Luis Oro es catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza y Director del Instituto Universitario de Catálisis Homogénea. Es autor de 500 publicaciones científicas, y coautor o coeditor de 7 libros. Ha recibido prestigiosas distinciones y premios y es miembro de varias academias científicas, entre ellas las Academias Nacionales de Ciencias de Alemania y Francia. Actualmente es Presidente de la Asociación Europea de Ciencias Químicas y Moleculares (EuCheMS).

Entre las distinciones y premios recibidos destacan el Premio SOLVAY (1989), el Premio de Investigación Humboldt (1995), el Premio Rey Jaime I (1999), el Premio Aragón (2001), la Medalla Sacconi (2003), Doctor Honoris Causa de la Universidad de Rennes I (2005), la Medalla de Oro de Zaragoza (2007), el Premio a la Investigación y Medalla de la Real Sociedad Española de Química de 2007 y el Premio Nacional de Investigación en Química de 2007.



La Facultad de Ciencias por la mejora del Medio Ambiente

El 8 de febrero de 2010 se firmó un convenio entre las Consejerías de Medioambiente y de Industria, Comercio y Turismo, del Gobierno de Aragón, por una parte, y la Universidad de Zaragoza, por otra. Su objetivo general es el desarrollo de actividades en la Facultad de Ciencias sobre mejora ambiental, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y aquellas otras relacionadas con la promoción y divulgación científica de temas relacionados con el Medio Ambiente.

En el marco de este ambicioso proyecto de colaboración se han desarrollado recientemente diferentes actividades en la Facultad de Ciencias.

Dentro del 6º ciclo de salidas profesionales de Ciencias, y organizada con la colaboración del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, María Pilar Gómez, Directora de la Asesoría Ambiental de CEPY-ME Aragón, impartió el 5 de mayo de 2011 en el Aula Magna de la Facultad de Ciencias la conferencia titulada **"Medio Ambiente y Empleo. Nuevas necesidades profesionales"**.

En dicha conferencia, María Pilar Gómez, licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad de Zaragoza y con una sólida trayectoria profesional en el ámbito de la asesoría medioambiental, gestión de residuos, gestión de calidad y formación para la pequeña y mediana empresa, presentó la numerosa, y en continua actualización, normativa medioambiental vigente. Durante la charla indicó la necesidad imperiosa de disponer de profesionales en el ámbito científico y con formación complementaria en estos aspectos, para su incorporación al mercado laboral dentro de un perfil profesional en expansión. Se puede acceder a la presentación en la web de la Facultad de Ciencias: <https://ciencias.unizar.es/web/salidasprofesionalesLargo.do>

También, como acción enmarcada en este convenio, durante todo el mes de mayo se podrá visitar en el Hall del Edificio D (Químicas) de la Facultad de Ciencias la exposición itinerante **"Cambiamos nosotros para no cambiar el clima"**, del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Esta exposición recoge en ocho módulos las causas, consecuencias y posibles acciones de cara a frenar el cambio climático. El principal objetivo de la exposición es sensibilizar a los ciudadanos sobre la importancia del tema y sobre el papel que todos podemos desempeñar en la búsqueda de soluciones y su puesta en práctica desde diversos ámbitos, en particular desde las acciones de nuestra vida cotidiana.

Esta muestra ayuda a comprender el fenómeno del cambio climático, sus causas y efectos sobre las sociedades humanas, para tomar conciencia de nuestra responsabilidad individual y colectiva como generadores de gases de efecto invernadero en distintas actividades y, sobre todo, para poder afrontar las soluciones, motivando y animando al cambio de actitudes y a la adopción de hábitos y compor-

tamientos positivos. Por ello se incide, especialmente, en la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas en el ámbito del ahorro y la eficiencia energética. Así, los módulos 1 a 4 plantean al visitante las causas, el fenómeno y los efectos actuales y futuros del cambio climático. Los módulos 5 a 8 muestran las soluciones y alternativas en diferentes campos para luchar contra el cambio climático. La exposición se complementa con otros elementos relacionados con los temas tratados en los módulos: maquetas, objetos evocadores, pequeños elementos interactivos, calculadoras manuales de emisiones de gases de efecto invernadero, etc...

Esta acción está contemplada en la operación 49 del fondo FEDER 2007-2013 para Aragón, Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Construyendo Europa desde Aragón.

Próximamente se llevarán a cabo otras actividades en el marco del referido convenio. Entre ellas podemos mencionar: un curso de compras verdes que impartirá personal experto del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón y visitas al aula de educación medioambiental "La calle indiscreta" dentro del programa de los campamentos científicos que organiza, durante el mes de julio para estudiantes de ESO y bachillerato de toda España, la Facultad de Ciencias junto al Vicerrectorado de Estudiantes de la Universidad de Zaragoza.

María Luisa Sarsa
Vicedecana de Relaciones con Empresas
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza



Cita con la Ciencia

El pasado 17 de febrero tuvo lugar la inauguración del ciclo de conferencias de divulgación científica Cita con la Ciencia, que organiza la Facultad de Ciencias en colaboración con la Academia de Ciencias de Madrid.

La conferencia titulada “**El apasionante mundo de las células madre**”, impartida por Luis Franco (Universidad de Valencia), fue la elegida para arrancar la edición 2011. Los asistentes pudieron conocer los últimos avances de la investigación sobre células madres, tanto embrionarias como procedentes de tejidos adultos, y las implicaciones éticas que se derivan de su utilización. Pero también, se abordó la necesidad de extender a

toda la sociedad el debate sobre cuestiones relacionadas con la vida diaria.

A esta primera conferencia le han seguido otras de diferentes disciplinas, pero todas ellas con un denominador común: máxima actualidad y lenguaje divulgativo.

De la mano de Manuel Aguilar (CIEMAT) conocimos los detalles de la última misión del transbordador espacial, que desarrollará el experimento AMS (Espectrómetro Magnético Alfa), en “**Cien años de rayos cósmicos**”.

Gabriela Barenboim (Fermilab, Chicago) nos mostró los aspectos más fascinantes de la cosmología moderna con “**El lado oscuro del Universo**”.



Luis Franco



Manuel Aguilar

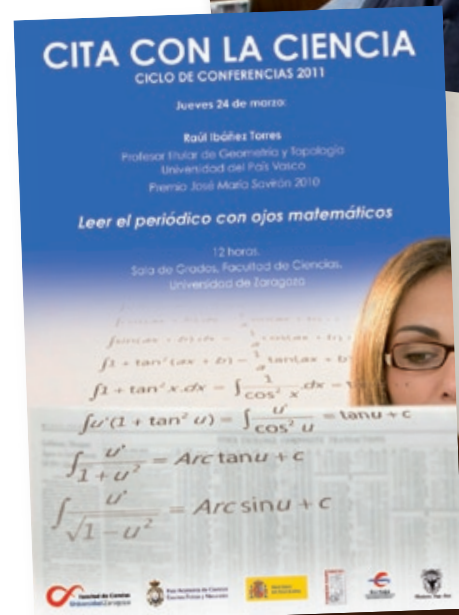


Gabriela Barenboim



*Fotografías de la Facultad de Ciencias.

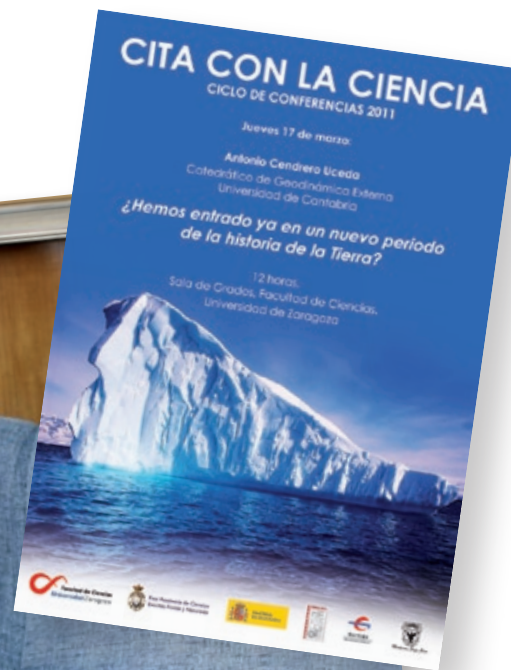
Cita con la Ciencia



Raúl Ibáñez



Mª Antonia Lizarbe



Antonio Cendrero



*Fotografías de la Facultad de Ciencias.

En la conferencia “**¿Hemos entrado ya en un nuevo periodo de la historia de la Tierra?**”, Antonio Cendrero (Universidad de Cantabria) debatió el nuevo concepto de Cambio Geomorfológico Global y el nuevo periodo en el que ha entrado la Tierra.

Mostrar qué es el anumerismo y cómo los medios de comunicación juegan a veces con la información, si no se comprenden adecuadamente los conceptos matemáticos involucrados, fue tarea de Raúl Ibáñez, (Universidad del País Vasco y Premio Divulgación Científica José María Savirón 2010) en “**Leer el periódico con ojos matemáticos**”.

“**La versatilidad funcional de los ácidos ribonucleicos**” permitió a los asistentes conocer de la mano de Mª Antonia Lizarbe (Universidad Complutense de Madrid) los nuevos retos y desarrollos en la investigación en ribonucleicos como base de nuevas terapias.

La clausura del ciclo se dedicará al agua y su impacto. Andrés Sahuquillo mostrará una visión de las consecuencias socioeconómicas de la gestión de los recursos hídricos en su conferencia “**El impacto del calentamiento global en los recursos del agua**”.

Queremos destacar desde la editorial de la revista la gran acogida que este ciclo ha tenido entre los alumnos de la Facultad, y desde aquí les animamos a seguir participando en actividades futuras.

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

Premio San Alberto Magno de Fotografía 2010

El concurso de fotografía San Alberto Magno continúa, año a año, consolidándose como una cita inexcusable para todos aquellos amantes de la fotografía que con sus obras reflejan la actividad científica o bien aportan una visión artística sobre la Ciencia.

Este pasado noviembre, se convocó una nueva edición del premio de fotografía gracias a un acuerdo de colaboración con la concejala del distrito universidad del Ayuntamiento de Zaragoza. La calidad de las obras presentadas fue excelente, haciendo la elección de los premiados una tarea difícil para el jurado. En este jurado, además de miembros de la comunidad científica, formaban parte destacados nombres del mundo artístico de la ciudad del ámbito de la fotografía, representado por Julio Álvarez Sotos, director de la Galería SPECTRUM, y Mariela García Vives, Presidenta de la Asociación de Artistas Goya. Analizadas las obras pre-

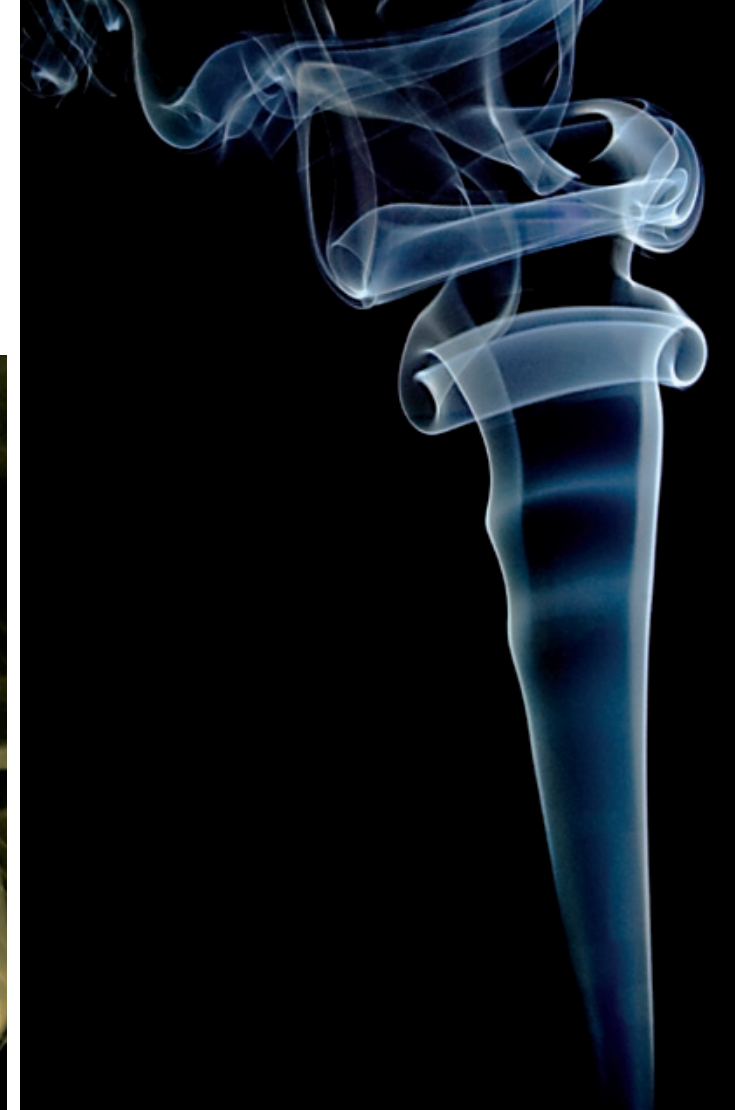
sentadas, el jurado valoró fundamentalmente los conceptos, así como su resolución plástica, tanto técnica como compositiva, imprescindible para obtener una fotografía artística.

El primer premio recayó en la serie de fotografías **"Turbulencias con incienso"** presentada por Borja Pérez Oñate y que hacen visible la dinámica de fluidos.

Según el autor, "captar la transición del flujo laminar al flujo turbulento de un fluido" era su objetivo.

El espectáculo que nos ofrece la naturaleza a diario y que no suele requerir nuestra atención, no pasó inadvertido a los ojos de Luis García Garcés, ganador del segundo premio. La imagen que recogió con su cámara la encontró en los montes de Santa Fe y según explica "pretendía transmitir la belleza que nos rodea". El título: **"Olas de yeso"**.

*Primer Premio:
"Turbulencias con incienso"
Por Borja Pérez Oñate*



*Segundo Premio:
"Olas de yeso"*

Por Luis García Garcés



Premio San Alberto Magno de Fotografía 2010

Dos instantáneas muy diferentes en concepto y colorido, "**Delaminación/Foto-grafía**", se llevaron el tercer premio. En la primera de ellas, Carlo D'Alessio, mostraba el proceso de delaminación de un vidrio y utilizaba la técnica de blanco y negro. El contrapunto lo ponía la otra imagen de un color intenso y que captó en los alrededores del recinto de la Expo, utilizando técnicas de apertura largas que le permitieron captar el movimiento de las luces de la calle.

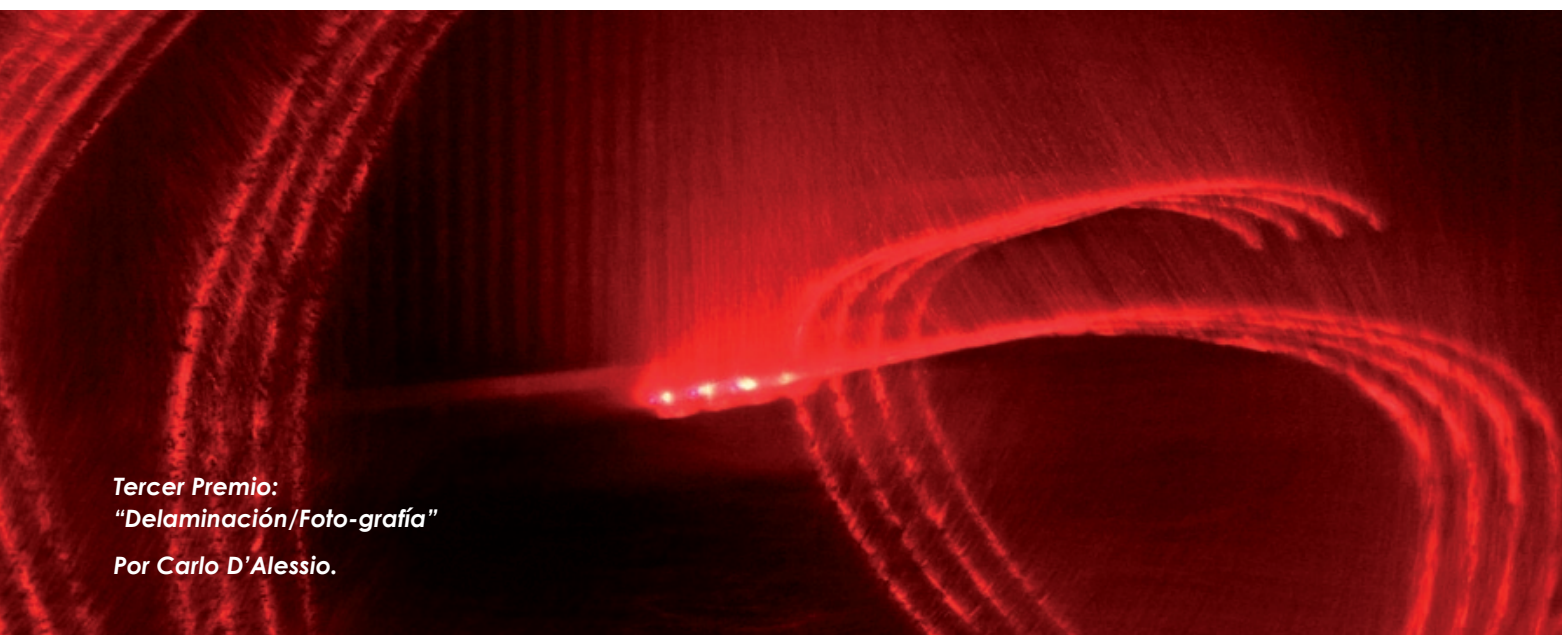
"**Sulphates**" fue el título elegido por María Egido Lasala, para plasmar "la fisión de los cuatro elementos" que se desarrolla en la cocción de

una pieza de cerámica y que imprimía a la imagen una fuerza arrolladora a través del contrastes de colores.

Los premios fueron entregados el pasado 15 de noviembre en el acto en honor de San Alberto Magno por Manuel Medrano Marqués, concejal-presidente de la Junta municipal Universidad.

Concepción Aldea

Vicedecana de Proyección Social
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza



Tercer Premio:
"Delaminación/Foto-grafía"
Por Carlo D'Alessio.



Mención de Honor:
"Sulphates"
Por María Egido Lasala

El pasado 20 de Noviembre, 32 ex-alumnos de la promoción de Ciencias Químicas 80-85 celebraron el 25 aniversario de su licenciatura.

La Facultad de Ciencias organizó un acto de recepción que tuvo lugar en la Sala de Grados a las 12 de la mañana. El acto fue presidido por la Decana de la Facultad Ana Isabel Elduque, que animó a los ex-alumnos a continuar manteniendo relación con la Facultad y, en la medida de lo posible, a colaborar en actividades que puedan ser interesantes para los nuevos alumnos. También informó de la posibilidad de acceder desde la página web de la Facultad a las actividades relacionadas con antiguos alumnos, tanto a nivel lúdico (encuentros, reuniones, etc.) como a nivel profesional, destacando la información relativa a la formación continua para egresados y a la posibilidad de ofertas de trabajo. Además presentó un resumen de todas las novedades que se han producido en la Facultad de Ciencias en estos años incluyendo, por supuesto, la construcción del nuevo edificio de la sección de Química que, aunque se inauguró ya en el año 1998, para muchos de los antiguos alumnos era la primera vez que tenían la oportunidad de visitarlo.

Los ex-alumnos Irene Ara, M^a Concepción Gimeno y Jesús Pérez, profesores de la Facultad y Mari Luz Castilla, como representante de los compañeros que trabajan en la industria, hablaron en representación de los asistentes, comentando sus sensaciones en este reencuentro después de muchos años y agradeciendo a la Decana el haber querido acompañarles en una celebración tan entrañable como emotiva.

Tras el acto, el grupo visitó algunas de las aulas en las que estudiaron, destacando el Aula Magna, en la que todos "sufrieron" la mayor parte de los exámenes de las distintas asignaturas, así como distintos laboratorios de investigación en los que pudieron apreciar el gran cambio producido a lo largo de todos estos años en cuanto a instalaciones y equipamiento.

El resto del programa consistió en una comida en un céntrico restaurante de la ciudad, durante la cual el grupo se puso al corriente de cómo habían ido las cosas en el tiempo transcurrido y se habló de celebrar futuros encuentros, aunque sin esperar a que transcurran otros 25 años.

Concepción Gimeno

Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Puentes de comunicación con nuestros ANTIGUOS ALUMNOS

¡Te estamos esperando!

The image displays two overlapping screenshots of the 'Cienzas Zaragoza' website. The top screenshot shows the main navigation menu with 'Antiguos Alumnos' highlighted. The 'Antiguos Alumnos' section is expanded, showing various links and news items. The bottom screenshot shows a registration form titled 'Inscribirse' with fields for personal data (Apellidos, Dirección, País, Teléfono, e-mail, Lugar de nacimiento, Nacionalidad), academic data (Universidad de Zaragoza, Título, Año de finalización de estudios), and professional data (Sector empresa, Empresa, Cargo, Dirección, Población). A 'Pulsar para confirmar' button is visible at the bottom of the form.

**Si eres Antiguo Alumno
INSCRÍBETE EN NUESTRA WEB**

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



Premio Aragoneses del Año 2011

El pasado 4 de mayo, la sección de Químicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza fue galardonada con el premio "Aragoneses del Año" en la categoría de Ciencia y Tecnología, que organiza El Periódico de Aragón y que se otorga por votación popular.

Los motivos de la candidatura fueron el liderazgo que entre las universidades españolas ocupa Químicas de Zaragoza en los rankings internacionales, así como el impulso y organización que, desde la Facultad de Ciencias, se está realizando con motivo de la conmemoración del Año Internacional de la Química.

Este hecho es un motivo para felicitarnos todos colectivamente, incluyendo a las otras secciones de la Facultad, ya que nosotros bien sabemos que nuestro trabajo se apoya en todas las áreas.

También queremos hacer extensiva nuestra enhorabuena a todos los candidatos y premiados en esta decimoctava edición del premio.

Gracias de todo corazón a los organizadores por haberse acordado de la sección de Químicas y, sobre todo, gracias a los que han considerado que éramos merecedores del galardón y nos votaron. Es altamente reconfortante que, en la propia tierra donde se vive y trabaja, se produzca este tipo de reconocimiento. Gracias al Periódico de Aragón y al resto de patrocinadores por esta iniciativa. Es necesaria y debemos seguir apoyándola.

¡Enhorabuena a todos!

Nuestro agradecimiento a El Periódico de Aragón por habernos proporcionado todas las fotografías que aparecen en este artículo.



A) La Decana de la Facultad de Ciencias acompañada por los Directores de los Departamentos de Química de la Universidad de Zaragoza.
 B) Momento de la gala.
 C) Juanjo Espligares, gerente de "El Periódico de Aragón" entrega el galardón a la Decana de la Facultad de Ciencias, Ana Isabel Elduque.
 D) Todos los premiados en la gala celebrada en el Palacio de Congresos de Zaragoza.

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



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



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



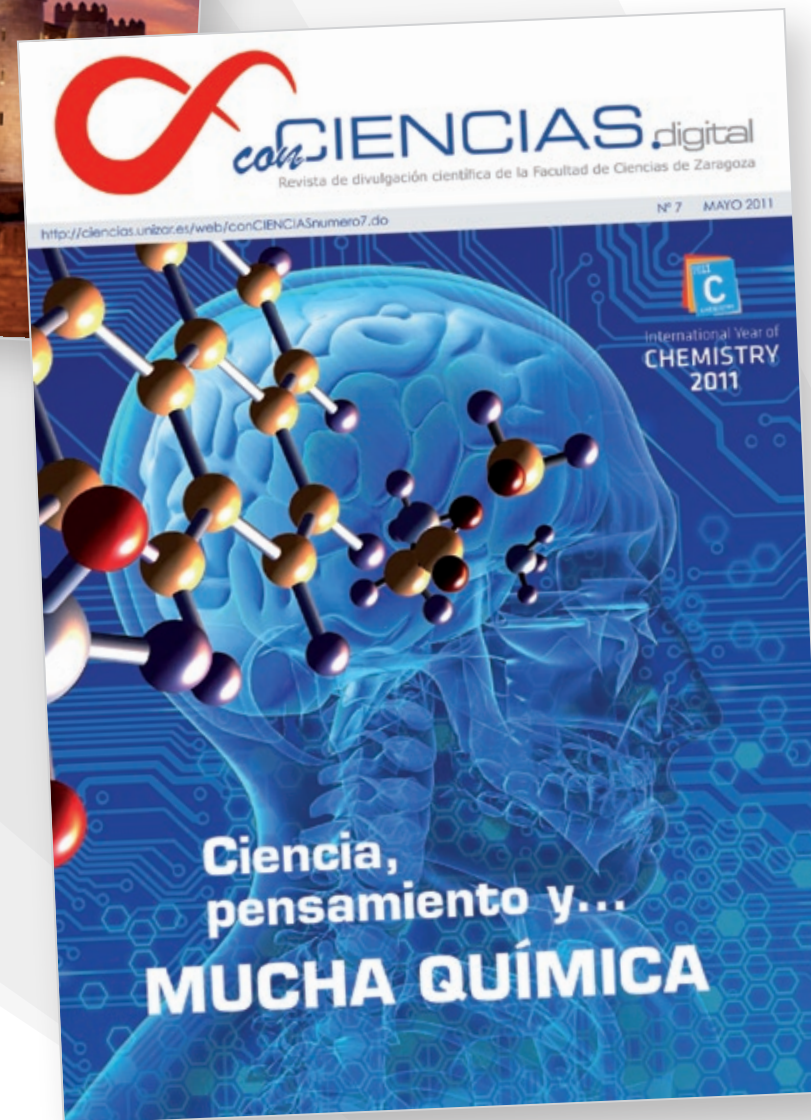
<http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero4.do>



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



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



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

**¡Tu
conCIENCIAS.digital
con un "clic"!**

¡Descárgala gratis!

ENCIASCIENCIASCIENCIASCIENC
ASCIENCIASCIENCIASCIENCIASC
NCIASCIENCIASCIENCIASCIENCI
SCIENCIASCIENCIASCIENCIASCI
RIENCIASCIENCIASCIENCIASCIEN
IASCIENCIASCIENCIASCIENCIAS
ENCIASCIENCIASCIENCIASCIEN
ASCIENCIASCIENCIASCIENCIASC
CIENCIASCIENCIASCIENCIASCIEN
IASCIENCIASCIENCIASCIENCIAS
ENCIASCIENCIASCIENCIASCIENC
ASCIENCIASCIENCIASCIENCIASC
CIENCIASCIENCIASCIENCIASSCIE
CIASCIENCIASCIENCIASCIENCIA
IENCIASCIENCIASCIENCIASCIEN
ASCIENCIASCIENCIASCIENCIAS
ASCIENCIASCIENCIASCIENCIAS

conSCIENCIAS.digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

PATROCINAN:

