



conCIENCIAS.digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/16

Nº 16 NOVIEMBRE 2015

UNA VISIÓN EMOTIVA DE LA CIENCIA

conCIENCIAS:
PREMIO
ESPECIAL
DEL JURADO
2 0 1 5
★★★★★



Redacción

DIRECCIÓN:

- Ana Isabel Elduque Palomo

SUBDIRECCIÓN:

- Concepción Aldea Chagoyen

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN:

- Víctor Sola Martínez

COMISIÓN DE PUBLICACIÓN:

- Blanca Bauluz Lázaro
- Ángel Francés Román
- Cristina García Yebra
- Luis Teodoro Oriol Langa
- 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: GAMBÓN Gráfico, Zaragoza.

DEPÓSITO LEGAL: Z-1942-08

ISSN: 1888-7848 (Ed. impresa)

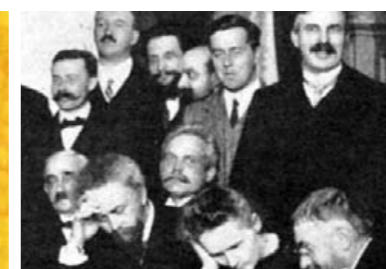
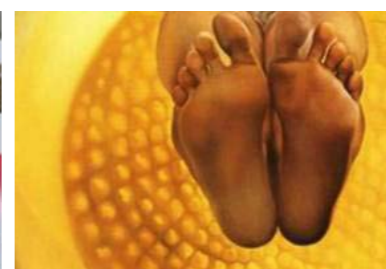
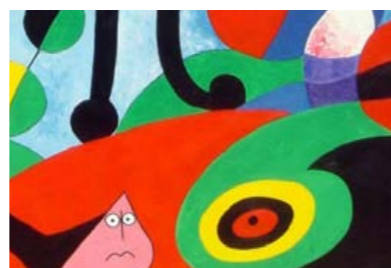
ISSN: 1989-0559 (Ed. digital)

Imágenes: fuentes citadas en pie de foto.

Portada: Fotografía participante del Premio San Alberto Magno, edición 2010
(Leyre Villar - *Analogía del Esqueleto Humano*).

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

Editorial	2
El poder de las emociones. Aprender a convivir con ellas Javier Aceña	4
Cooperación en Salud Visual en África Almudena Bea	18
Óptica y Arte: Salvador Dalí creador de imágenes Juan A. Vallés	26
Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I) Gabriel Pinto, Manuela Martín y María Teresa Martín	46
El poder de los cristales Blanca Bauluz	66
Una experiencia docente con Ibercivis Maite Pelacho	74
Los elementos químicos Luis Joaquín Boya	88
Noticias y actividades	104





EL PODER DE LOS CRISTALES

POR BLANCA BAULUZ

“La Cristalografía permitió la resolución de la estructura del colesterol, penicilina, vitamina B12 y del ADN, entre otros compuestos.”

Cristales presentados al II Concurso de Cristalización en la Escuela.

Imagen cedida por la autora.

El poder de los cristales

Setenta y cinco estudiantes de Educación Secundaria, junto con sus profesores, vienen cargados con cajas a la Universidad de Zaragoza. En ellas traen "sus cristales", los han crecido en los laboratorios de sus centros. Los cristales forman geodas, agregados cristalinos e, incluso, algunos son monocristales. Los colocan en mesas haciendo diferentes composiciones temáticas. Según su imaginación, emulan el espacio estelar, una cueva, *cup cakes*, un bosque... y, una vez dispuestos según el diseño elegido, colocan al lado de los cristales un cuaderno, el cuaderno de laboratorio, que recoge el trabajo que han realizado, detallando los fracasos y los éxitos en el proceso de cristalización así como la metodología que han ido diseñando. Por último, desenrollan un póster y lo colocan en un panel. En este póster indican sus nombres, centros en los que estudian, metodología seguida, resultados y conclusiones obtenidos, además

de imágenes de los cristales y del proceso de cristalización.

Una vez está todo organizado atienden al numeroso público que quiere saber cómo han crecido los cristales, cómo han conseguido que sean transparentes, que tengan diferentes colores... El público está formado por compañeros de clase, estudiantes y personal de la universidad, familiares... pero también está presente un jurado formado por profesores, investigadores y periodistas que saben de Cristalografía, Geología, Química, y también saben cómo divulgar y explicar la Ciencia. A todos ellos, los estudiantes les dan todo tipo de detalles.

Para muchos participantes en el concurso es su primera experiencia en el laboratorio y les ha parecido un proceso fascinante, se han divertido pero también han tenido pequeños fracasos, si bien, según dicen, el contar con compañeros para seguir intentándolo les ha animado



II Concurso de Cristalización en la Escuela.

Imagen cedida por la autora.



Una de las mesas del concurso (arriba) y detalle de uno de los cristales presentados (derecha).

Imágenes cedidas por la autora.



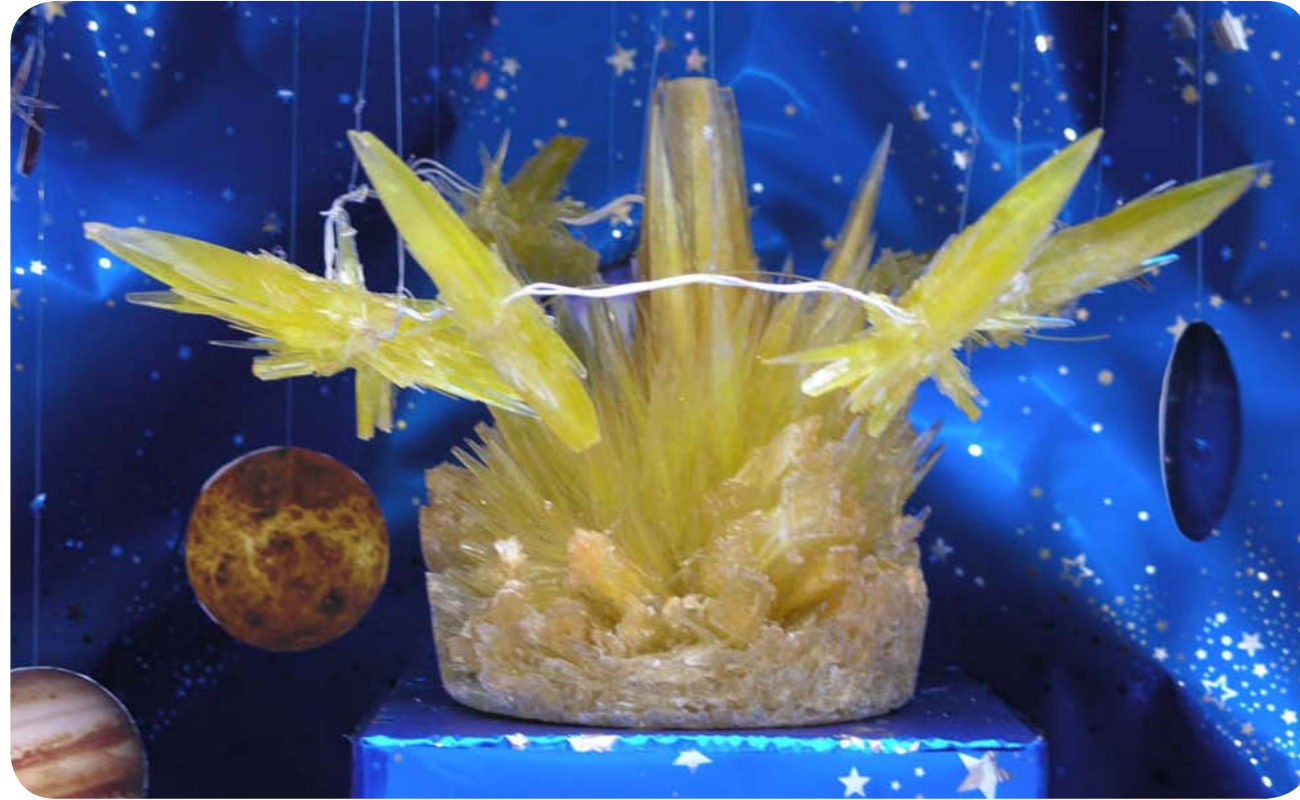
y llevado a buen puerto. Es fácil intuir que lo que cuentan es lo que sienten, porque se ve en sus ojos, en sus sonrisas, que ha sido así. Sin duda, esto ha sido posible gracias al poder de los cristales.

El año 2014 fue proclamado el Año Internacional de la Cristalografía. Para conmemorar esta celebración se organizó el I Concurso de Cristalización en la Escuela a nivel nacional en el que colaboraron diez universidades españolas y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Un grupo de profesores e investigadores del Departamento de Ciencias de la Tierra (Facultad de Ciencias), el Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (CSIC-Universidad de Zaragoza) y el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

(Facultad de Educación) colaboramos organizando el evento en Aragón. Tras el éxito de la primera edición, decidimos organizar el II Concurso de Cristalización en la Escuela en Aragón en el curso 2014-2015.

El Concurso de Cristalización culminó, el día 8 de mayo de 2015, con la final donde compitieron setenta y cinco estudiantes, de veinticinco

El poder de los cristales



Composición de cristales presentada al concurso.

Imagen cedida por la autora.

“En la final se sintió la ilusión y el nerviosismo de los participantes, pero también se disfrutó del excelente trabajo desarrollado”.

Centros de Secundaria distintos. Si bien, el proyecto comenzó en noviembre con unas sesiones de formación dirigidas al profesorado de Educación Secundaria. En esas sesiones, los organizadores intentamos transmitir al profesorado, además de nociones de Cristalografía y Cristalización, nuestra pasión por los cristales, tanto los naturales, los minerales, como los crecidos en el laboratorio. Desde noviembre hasta finales de mayo, estudiantes y profesores han estado trabajando en el laboratorio, creciendo cristales, y dedicando a esta tarea mucho tiempo, incluso parte de su tiempo libre.

En la final se sintió la ilusión y el nerviosismo de los participantes, pero también se disfrutó del excelente trabajo desarrollado: cristales espectaculares, cuadernos de laboratorio detallados y ordenados y pósters en los que habían plasmado la metodología utilizada, los resultados obtenidos y conclusiones alcanzadas. Como hacemos los investigadores en los congresos científicos. Sin duda esta experiencia ha permitido que los estudiantes

se acerquen de un modo divertido y activo a la Ciencia, a la Cristalografía, que se familiaricen con el método científico y que valoren la riqueza del trabajo en equipo. Cómo han vivido la experiencia y el concurso está plasmado en los videos elaborados por siete de los centros participantes (<https://www.youtube.com/channel/UCcNee90Xgk4qBVmI0qA1MVA>).

Pero... ¿qué es la Cristalografía, qué utilidad tiene?

La Cristalografía nos ayuda a comprender cómo se forman los cristales en la naturaleza, es decir, cómo se forman los minerales, y también nos ayuda a comprender el proceso del crecimiento cristalino en el laboratorio. Nos permite, además, conocer las propiedades físicas y químicas de los minerales y buscar sus aplicaciones, así como fabricar cristales en el laboratorio que sean útiles para la sociedad. Es una disciplina básica de muchas ramas científicas, desde la Geología hasta la Química, pasando por la Física, Ciencia de Materiales, Nanotecnología, Biotecnología y Biología, entre otras.

La relevancia de esta disciplina queda patente al saber que cuarenta y cinco científicos fueron galardonados con el Premio Nobel durante el pasado siglo por trabajos que están directa o indirectamente relacionados con la Cristalografía. La Cristalografía permitió la resolución de la estructura del colesterol, penicilina, vitamina B12 y del ADN, entre otros compuestos. Actualmente nos permite

De arriba a abajo, primer, segundo y tercer premio del concurso.

Imágenes cedidas por la autora.



El poder de los cristales

conocer la evolución de la tierra, la composición y estructura de las rocas y minerales, de los meteoritos, siendo este conocimiento esencial para la exploración y explotación de recursos minerales y naturales; desarrollar catalizadores capaces de llevar a cabo transformaciones de manera limpia, eficiente y selectiva en procesos esenciales para la industria farmacéutica y la industria agroquímica; diseñar nuevos materiales para fabricar tejidos inteligentes, que dejen entrar el aire o atrapar el calor, en función de si quien la usa está transpirando o tiritando; fabricar el mejor chocolate, el que funde en la boca y que es crujiente y brillante, y se consigue cristalizando la manteca de cacao de una manera determinada; o diseñar fármacos que sean capaces de combatir bacterias o virus específicos.

La Cristalografía tiene además desafíos para el futuro, como conocer la causa del deterioro de suelos de uso agrícola para poder evitarlo o corregirlo si es necesario, mejorar la calidad del agua en países pobres, identificando nuevos materiales que permitan purificar el agua, desarrollar materiales aislantes para reducir el consumo energético, disminuir la contaminación ambiental reduciendo los desechos de la minería, o atacar la creciente resistencia de las bacterias a los antibióticos.

El grupo de trabajo que hemos organizado la II Edición del Concurso de Cristalización en Aragón colaboraremos en el avance de la Cristalografía con nuestra investigación pero también organizando, el próximo curso, la tercera edición del concurso.



Gracias, por supuesto, por su generoso y excelente trabajo a todos los componentes del grupo de trabajo, formado por Fernando Lahoz, María José Artigas, Pilar García Orduña y Antonio Martín (ISQCH, UNIZAR-CSIC), Beatriz Latre (CEQMA, UNIZAR-CSIC), Ester Mateo (Dpto. de Didáctica de Ciencias experimentales, Facultad de Educación), M^o José Mayayo y Alfonso Yuste (Dpto. Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias).

Esperamos seguir contando con el apoyo de las numerosas instituciones y organizaciones que nos han patrocinado y, desde aquí, queremos agradecerles su apoyo a la Universidad de Zaragoza, Delegación del CSIC en Aragón, Gobierno de Aragón (Ciencia Viva), ISQCH, Facultad de Ciencias, Facultad de Educación, Catedra IQE, Catedra SAMCA, Servicio de Apoyo a la Investigación, Delegación en Aragón del Colegio de Geólogos, Sociedad Española de Mineralogía, Grupo Especializado de Jóvenes Químicos y Real Sociedad Española de Química.

Os esperamos en la III Edición del Concurso de Cristalización en la Escuela en Aragón el próximo curso.

Blanca Bauluz Lázaro

Coordinadora de la II Edición el Concurso de Cristalización en la Escuela en Aragón

Dpto. de Ciencias de la Tierra

Facultad de Ciencias

Universidad de Zaragoza

Composición de cristales presentada al concurso (izquierda) y fotografía de familia de la II edición (derecha).

Imágenes cedidas por la autora.

“La Cristalografía nos ayuda a comprender cómo se forman los cristales en la naturaleza, es decir, cómo se forman los minerales”.

UNA EXPERIENCIA DOCENTE CON IBERCIVIS

POR MAITE PELACHO

“Muchos recordamos la noticia del nacimiento de lo que más tarde sería Ibercivis. Por mi parte, como si fuera hoy mismo: leer aquella noticia y experimentar una mezcla de enorme curiosidad y peculiar alegría es todo uno”.

Una experiencia docente con Ibercivis

Febrero de 2015. Más de 650 personas procedentes de 25 países participan en el Congreso Citizen Science 2015, durante los días 11 y 12 de febrero en San José (California).

Es la primera vez que científicos, especialistas en comunicación, educadores, voluntarios, evaluadores, especialistas en tecnologías, y otros profesionales de diferentes áreas se reúnen para tratar la realidad creciente de la Ciencia ciudadana. Las diversas relaciones ciencia-sociedad (salud, política científica, educación, economía, empresa e industria, legislación, sostenibilidad...) así como proyectos tan diversos como experimentos de inteligencia colectiva, monitorización de la calidad del agua o del aire, documentación sobre nuevas especies de insectos en áreas urbanas, identificación de manchas solares, clasificación de células o de galaxias, ... y cuestiones relacionadas con los contenidos y software libres, la mayor eficiencia energética y reducción de costes, la privacidad y la seguridad, la educación y vocaciones científicas, las posibilidades de los juegos interactivos, las diversas fuentes

de financiación...son algunos de los muchos temas tratados en este pionero encuentro internacional sobre Ciencia ciudadana¹.

Allí está también Fermín Serrano Sanz, director ejecutivo de la Fundación Ibercivis y miembro del Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI) de la Universidad de Zaragoza, compartiendo las conclusiones del Libro Blanco de la Ciencia Ciudadana. Dicho documento se emite en Bruselas, en septiembre de 2014, al término del proyecto SOCIEN-TIZE – *Society as e-Infrastructure through technology, innovation and creativity* – iniciado dos años antes y financiado por la Comisión Europea, con los objetivos de análisis y coordinación de la Ciencia ciudadana en y desde Europa. El Libro Blanco – fruto del Libro Verde precedente y de una consulta a gran escala² – presenta los desafíos y las oportunidades de la Ciencia ciudadana para investigadores, industria, responsables políticos y sociedad civil, siendo educación, transparencia, eficacia, confianza y compromiso público algunas de sus palabras clave.

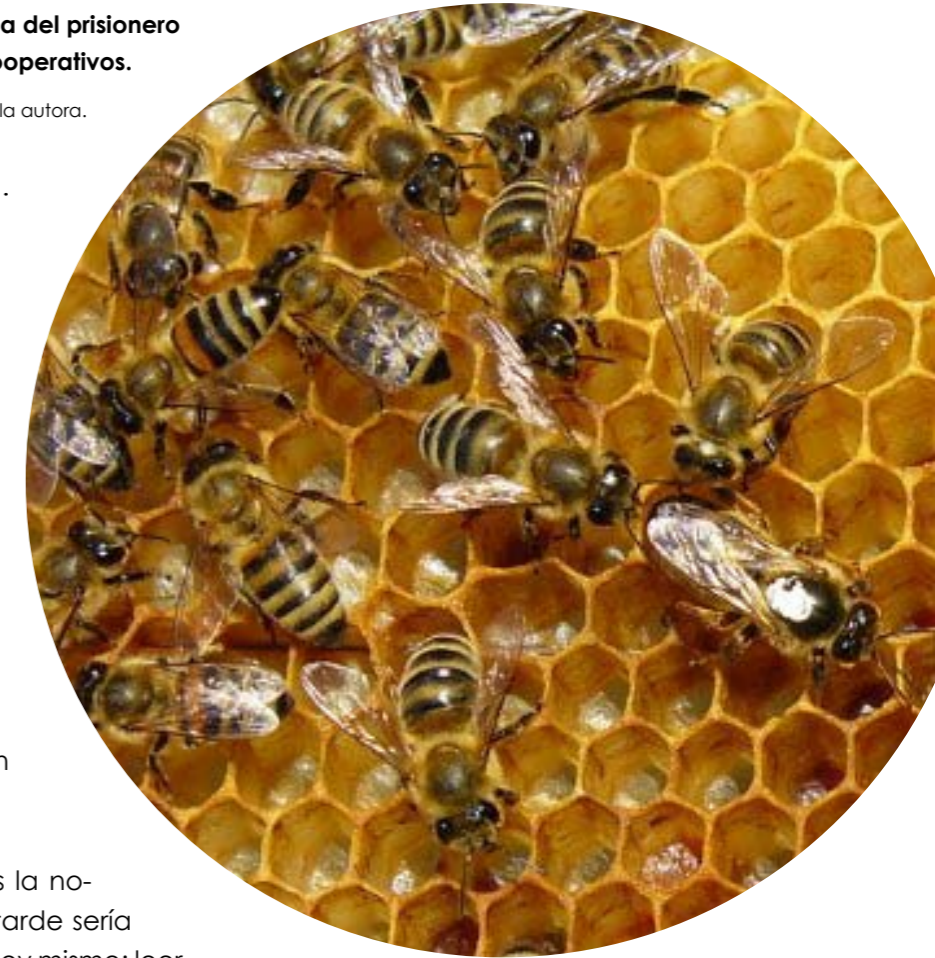
El experimento basado en el Dilema del prisionero estudió los fenómenos cooperativos.

Imagen cedida por la autora.

Nos trasladamos ocho años atrás.

Abril de 2007. Científicos piden a la población zaragozana que “presten” sus ordenadores en un gran proyecto. Zaragoza será la sede de un experimento científico internacional que, con la ayuda de los ciudadanos, pretende sumar la potencia de mil ordenadores con el fin de obtener datos experimentales sobre la aceleración de partículas³.

Probablemente muchos recordamos la noticia del nacimiento de lo que más tarde sería Ibercivis. Por mi parte, como si fuera hoy mismo: leer aquella noticia y experimentar una mezcla de enorme curiosidad y peculiar alegría es todo uno. Soy consciente, mientras leo, de que estoy ante un modo distinto de hacer Ciencia, ante un fenómeno social nuevo para mí y, como después compruebo una y otra vez, para una gran mayoría de personas. Así pues – no lo entiendo mal – desde el ordenador de casa o del trabajo, cualquiera puede colaborar en la investigación, en este caso, en el estudio de la fusión nuclear. Muy, muy interesante: con solo descargar un programa gratuito y que no implica ralentización ni riesgos, nuestros ordenadores estarán contribuyendo a la simulación de la dinámica del plasma en un reactor de fusión, en los tiempos muertos en que no los usemos; así que, con nada de esfuerzo – si acaso, los menos de cinco minutos que implica registrarse en BOINC (*Berkeley Open Infrastructure for Network Computing*), la infraestructura de código abierto que da soporte tanto a la computación en grid como a la computación voluntaria – es posible colaborar en la investigación de fuentes de energía. Sencillamente magnífico. Zivis, la primera plataforma de compu-



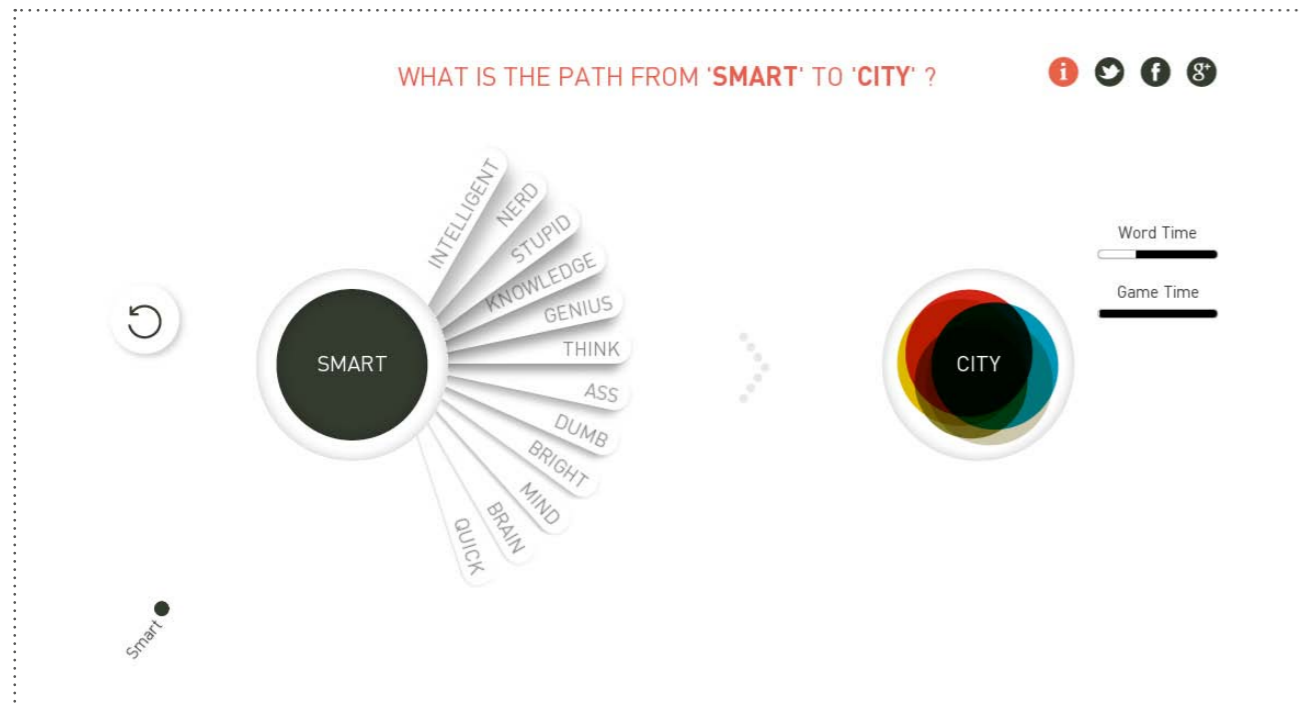
“Las previsiones más optimistas de conseguir un total de 1.000 usuarios y 20.000 horas de trabajo se ven desbordadas: solo en la primera semana hay cerca de 1.200 usuarios”.



Algunos de los 1230 estudiantes que participaron en el estudio socio-económico basado en el Dilema del prisionero.

Imagen cedida por la autora.

Una experiencia docente con Ibercivis



El análisis semántico tiene implicaciones en diversas investigaciones científicas, sociológicas y económicas.

Imagen cedida por la autora.

“Tras la experiencia de Zivis el proyecto amplía su ámbito de trabajo a toda España”.

tación ciudadana en España, es posible gracias a una colaboración entre el BIFI, el Ayuntamiento de Zaragoza y el Laboratorio Nacional de Fusión del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)⁴.

Esto suena más que bien. Planteo a la dirección de mi centro la participación en el proyecto. La respuesta: “Sí, claro, cómo no...”. Píldoras de felicidad cada vez que se activa el aparente salvapantallas. Lo mejor es que soy solo una entre las más de 1.000 personas entusiasmadas en la primera semana del nacimiento de Zivis. Los recién llegados aprendemos que la computación distribuida ya existía en el mundo, pero aquí hay algo diferente: hay un tono festivo, hay reconocimientos e incluso premios, hay conferencias, hay una implicación también emocional de los participantes respecto de la Ciencia y la Tecnología que establece una potente relación de co-responsabilidad. Nuevos tiempos para la Ciencia y nuevos tiempos para la Ciudadanía.

Las previsiones más optimistas de conseguir un total de 1.000 usuarios y 20.000 horas de trabajo se ven desbordadas: solo en la primera semana hay

cerca de 1.200 usuarios, más de 2.200 ordenadores colaborando y 45.000 horas de trabajo. Hay participantes de toda Zaragoza, pero también del resto de España, y de Portugal, Francia, Austria o Estados Unidos entre otros países⁵. Finalmente, al término del proyecto un mes después de su puesta en marcha, se computan cerca de 800.000 horas de trabajo⁶. Y así, una red de ordenadores domésticos puede realizar – sumando muchos pocos – el trabajo de potentes supercomputadores como el Caesaraugusta en Zaragoza, o el Mare Nostrum en Barcelona, en la tarea del procesamiento de datos y realización de cálculos. La experiencia piloto es un éxito y se constata que, al parecer, al ciudadano de a pie le importa la Ciencia, siendo necesarios más cauces de participación.

Febrero de 2008. El superordenador ciudadano se extiende a toda España: nace Ibercivis. Tras la experiencia de Zivis – que ha supuesto el ahorro de un año de trabajo con los medios ordinarios del CIEMAT, con lo que eso supone también en cuanto al aprovechamiento de recursos y rentabilidad energética⁷ – el proyecto amplía su ámbito de trabajo a toda España, aunque de hecho ya hay colaboraciones de usuarios también de otros países. Tras meses de trabajo, el 20 de junio de 2008 se presenta oficialmente Ibercivis en Madrid en la Real Sociedad Matemática Española.

Y comienza el curso académico 2008-2009. Por esas fechas se estrena en España la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC), obligatoria para todos los estudiantes



Los voluntarios establecen relaciones entre palabras en la aplicación Mind paths.

Imagen cedida por la autora.

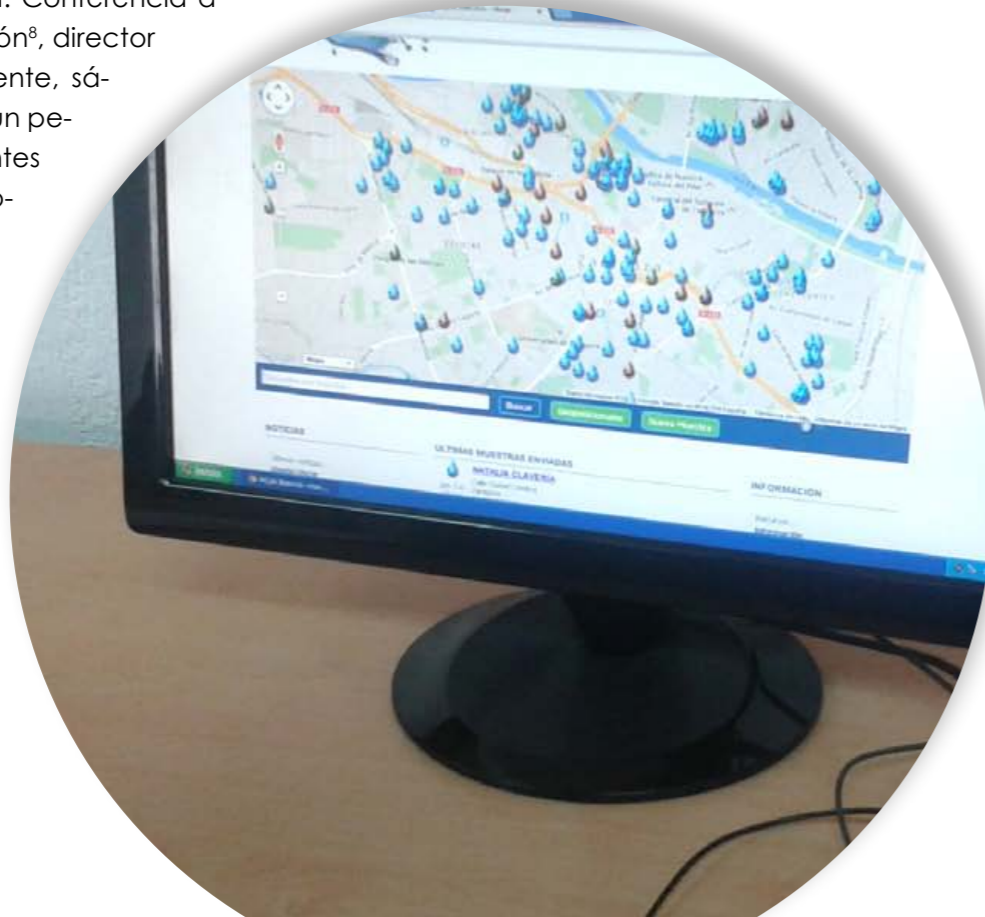
Una experiencia docente con Ibercivis

de 1º de bachillerato, que pretende paliar la ignorancia científica de un buen número de estudiantes del entonces vigente sistema educativo, no muy diferente del actual en cuanto a la Ciencia se refiere. Con una mezcla de ironía y de cariño – pues es sencillamente preciosa –, yo denomino “batiburrillo científico-tecnológico” a esta asignatura, ahora por desgracia recién extinguida, en la que estudiamos qué y qué no es ciencia, el origen del Universo, de la vida, de las especies y del hombre, la gestión sostenible del planeta, la salud, los nuevos materiales, y la revolución de la tecnología actual y sus implicaciones en la sociedad del conocimiento. No nos vendría nada mal poder trabajar aquel asunto de la ciencia ciudadana apenas iniciada en España, pienso mientras programo la nueva asignatura.

Noviembre de 2008. Exposición de Ibercivis en la Sala Azul del Palacio de Sástago. Literalmente tropiezo con ella: amor a primera vista. Por allí están Beatriz Antolí, Jorge Roy, José Manuel Reynolds, Gonzalo Ruiz, Fermín Serrano... su acogida es magnífica. Conferencia a cargo de Alfonso Tarancón⁸, director de Ibercivis. Al día siguiente, sábado, me presento con un pequeño grupo de estudiantes al que he podido convocar vía digital con la idea de realizar un trabajo voluntario para CMC. Queremos participar, queremos saber más y queremos

.....
Registro de valores de pH y de cloro en agua medidas en casa.

Imagen cedida por la autora.



difundir. Fermín Serrano – director ejecutivo de Ibercivis – nos lo cuenta y nos lo facilita todo, desde el primer minuto y hasta la fecha. Cooperación.

Bajo su asesoramiento, nos lanzamos a realizar un estudio sobre el conocimiento de Ibercivis y de la Ciencia ciudadana en la ciudad de Zaragoza a año y medio de su nacimiento como Zivis. Analizamos su impacto y a la vez nos implicamos en la difusión del proyecto: una veintena de estudiantes de 1º de bachillerato colaboran en la elaboración de encuestas, preguntando a los viandantes sobre su conocimiento de Ibercivis y, en caso afirmativo, si participan en algún experimento. Realizan un total de 268 encuestas y difunden un número mayor de folletos informativos, explicando la idea del proyecto. Los resultados del trabajo se vuelcan en un poster que se presenta en un evento internacional en Roma sobre el tema “La Universidad: un saber sin fronteras”. Desde



Ibercivis nos facilitan más folletos que, simbólicamente traspasan, junto con el equipo de estudiantes, diversas fronteras. La computación ciudadana – será una de las conclusiones de su estudio – supera barreras sociales, geográficas, académicas, institucionales... haciendo posible la realidad de una ciencia más cercana a cualquier ciudadano y de una ciudadanía más activa e implicada en el desarrollo de la Ciencia. En la cooperación todos ganan.

Por cierto que la experiencia de la realización de encuestas y las distintas reacciones de las personas a quienes se les solicita su participación daría para un estudio sociológico verdaderamente interesante: me pregunto una vez más, mientras hago fotografías a distancia en el Campus – el mismo día que hemos ido a conocer el Caesaraugusta –, qué es lo que define que las personas sean o no colaborativas: ¿sus genes? ¿sus referentes sociales? ¿su educación familiar? ¿la escolar? ¿la actitud de otras personas también requeridas para la

Miembros del BIFI en la presentación de Socientize. Octubre de 2012.

Imagen cedida por la autora.

.....
“Queremos participar, queremos saber más y queremos difundir”.

Una experiencia docente con Ibercivis

Presentación de Ibercivis en el CSIC (noviembre 2008).

Imagen cedida por la autora.



encuesta? ¿todo ello? No me imagino en ese momento que más adelante Ibercivis gestionaría la búsqueda de voluntarios y el soporte para un estudio sobre la cooperación humana.

Nuevos proyectos en Ibercivis. Nuevos materiales didácticos elaborados por diversos profesores en Zaragoza y financiados por el Gobierno de Aragón. Colaboración de entidades públicas y privadas. Aumento de número de usuarios: cerca de 15.000 en enero de 2010. ¿De cuántos países? No puede conocerse con precisión puesto que no todos indican su geolocalización pero sí se sabe que, en esas fechas, al menos el 45% son residentes en España⁹. Sesiones explicativas y difusión en bibliotecas municipales, sitios web de entidades diversas, prensa, radio, TV... por supuesto, difusión en redes sociales.

Febrero de 2010. Portugal se une a Ibercivis. En realidad nuestro país vecino participa desde los inicios del proyecto y se une ahora de forma oficial. La web del Ministerio de Economía y Competitividad anuncia: "Ibercivis, impulsado por el BIFI, el CIEMAT, el CSIC y RedIRIS, va a estar presente también en Portugal a través del *Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas*"¹⁰. Y es importante que, ya desde muy jóvenes, los estudiantes entiendan que la investigación científica básica es motor de crecimiento económico y social. La secuencia "investigación, desarrollo, innovación, empresa, empleo, progreso social y personal" es música de fondo de la asignatura CMC, como lo es también la respuesta a la pregunta inaugural del curso sobre el porqué de la Ciencia, respuesta ya conocida en la antigua Grecia: el ser humano quiere saber.

Las actividades y proyectos del BIFI y de Ibercivis orientadas a la Educación y a la Ciencia ciudadana continúan: visualización 3D, laboratorio de Física con realidad remota, investigaciones sobre redes de sistemas complejos y propagación de información... En abril de 2011 se nos anuncia a los profesores que se está preparando un potente experimento en el que se les pedirá a los voluntarios algo más que conectar su ordenador a un nuevo proyecto. Mayor implicación, mayor compromiso, mayor expectación. Tras los preparativos y simulacros necesarios, finalmente se lleva a cabo el mayor experimento realizado hasta el momento en tiempo real sobre cooperación en sociedad desarrollado por el BIFI, Ibercivis y la Universidad Carlos III de Madrid. En el experimento, realizado en diciembre de 2012, participan voluntariamente más de 1.200 alumnos de bachillerato de Aragón, interactuando en

tiempo real y de forma virtual a través de un prototipo del conflicto social conocido como el "Dilema del Prisionero"¹¹. Soy testigo feliz del entusiasmo generalizado ante la realidad de poder colaborar activamente en la investigación científica. Reconocimiento público de los centros participativos. Premios para los más activos. Los resultados de la investigación coordinada

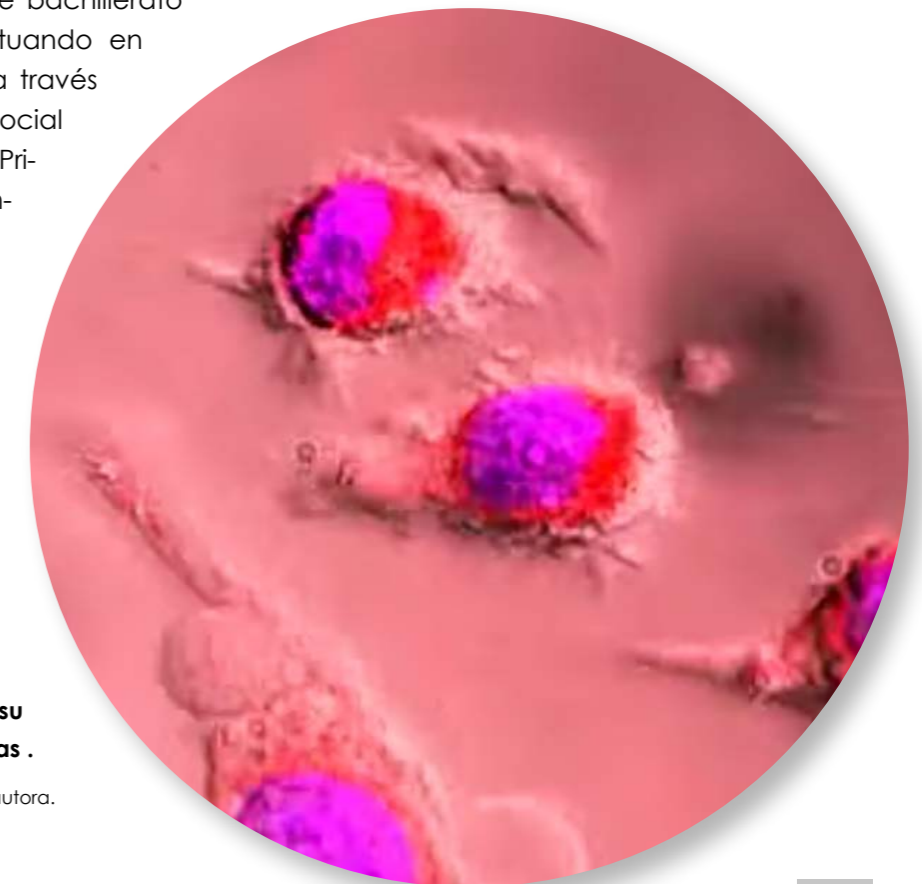
.....
Células teñidas para observar su respuesta a distintas sustancias .

Imagen cedida por la autora.

por Yamir Moreno, actual subdirector del BIFI, y publicados en las pertinentes revistas científicas, son también dados a conocer en prensa y en conferencias divulgativas. Darían para otro artículo. Cooperación y retroalimentación.

Noviembre de 2012: comienza SOCIENTIZE. Nuevos proyectos. Experimentos de Inteligencia colectiva: música, poesía, divulgación científica, resolución colectiva de problemas¹²... Mapas semánticos, imágenes de células, mapas de temperaturas, manchas solares... *Science in your mobile*: ciencia en casa, en la calle, en el autobús... la Fundación Española de Ciencia Y Tecnología (FECYT) hace posible también este proyecto. Fuerte implicación y diversión. Diplomas para los participantes. Gratitud mutua. Más retroalimentación.

También la FECYT financia el proyecto AQUA que permite contribuir al conocimiento de la calidad del agua de Zaragoza¹³. La motivación de los estudiantes de secundaria es verdaderamente palpable. La Ciencia ciudadana nos



Una experiencia docente con Ibercivis

ayuda a los profesores en nuestra tarea de mostrar la cercanía, la necesidad y la belleza de la Ciencia.

Y muchos pensamos que todo esto hay que celebrarlo. Tanto en diciembre de 2014 como en marzo de 2015, tienen lugar dos eventos de carácter festivo para difundir y celebrar la Ciencia ciudadana. Mari Carmen Ibáñez, responsable de Comunicación y Gestión en Ibercivis, encarna con su trabajo el espíritu colaborativo. El lugar: Ciencia Remix, ubicado en Etopía - Centro de Arte y Tecnología de Zaragoza- dedicado a la divulgación científica y a la experimentación compartida a través de diferentes experimentos y juegos sobre Ciencia ciudadana, Matemáticas y Creatividad. El BIFI e Ibercivis son los responsables del área de Ciencia ciudadana. Ciencia Remix es un lugar idóneo para conocer y celebrar la Ciencia ciudadana entre estudiantes, profesores, investigadores, familiares y amigos.

Mi última reflexión, compartida con tantos, es que realmente hoy, ante el vertiginoso desarrollo tanto de la Ciencia como de sus aplicaciones, la complejidad creciente de los entornos sociales, el aumento exponencial de las posibilidades de conocimiento, la introducción de la tecnología en más y más campos,... la Educación debe ser capaz de caminar al ritmo de ese mundo de rápidos cambios donde, a la vez, la cooperación y la búsqueda del bien común son valores más y más demandados. Por otro lado, los docentes somos conscientes de que la Educación es algo demasiado importante como para que esté solo en manos de los profesores, parafraseando a Adenauer en su

.....
La aplicación Cell Spotting permite a los voluntarios clasificar células para un estudio sobre el cáncer.

Imagen cedida por la autora.

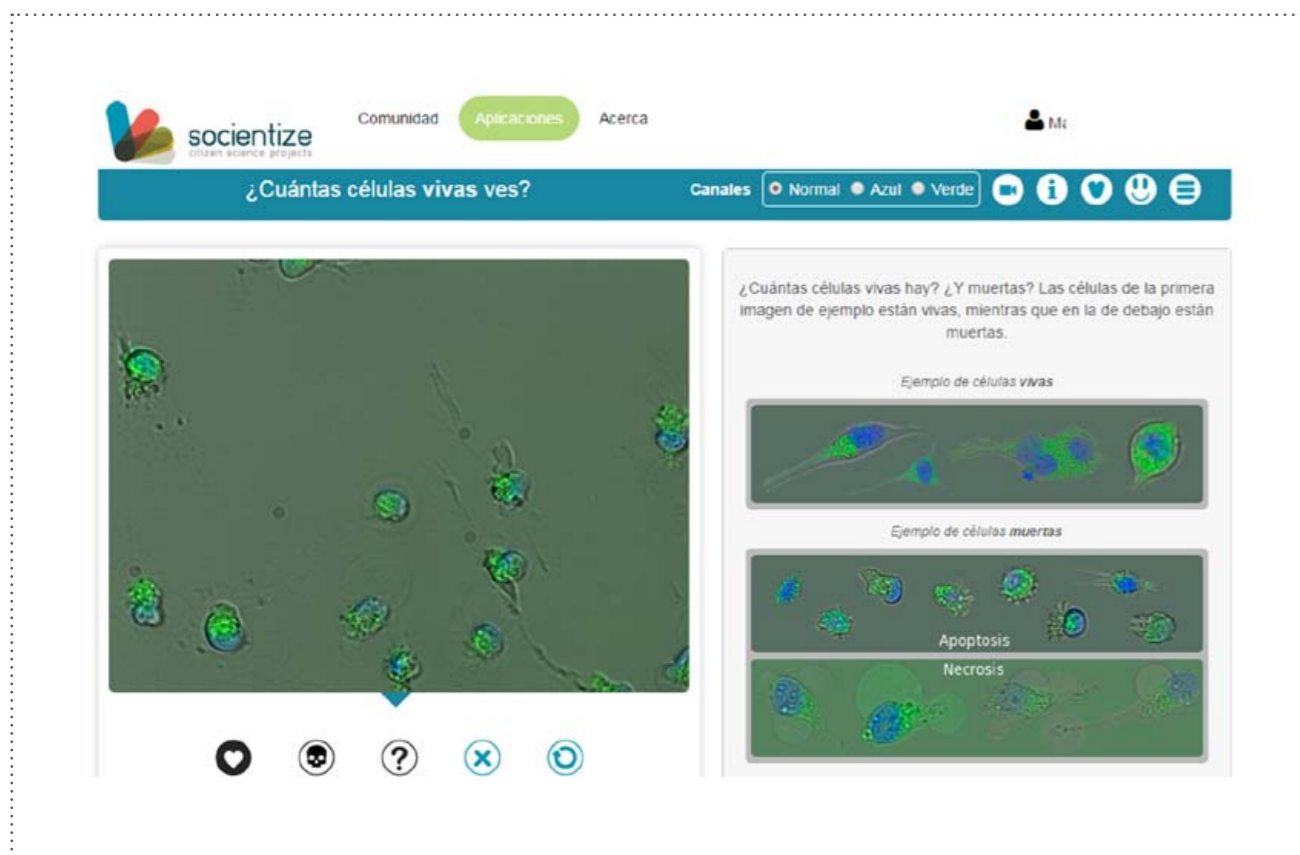
concepción de la Política. Y lo mismo cabría decir de la Ciencia. La mejora de la sociedad y la contribución al bien común se construyen colectivamente, de modo que la colaboración de la comunidad científica con la ciudadanía se hace no solo conveniente sino más y más necesaria, como se transmite en la web de Ibercivis cuando se explica su razón de ser¹⁴, y como ha demostrado con sus acciones desde los inicios de su andadura. No por casualidad la primera de las cinco medidas en el Libro Blanco de la Ciencia ciudadana establece: "La Ciencia ciudadana tiene un valor educativo, implícito o explícito. Las escuelas son objetivos primarios para la introducción y promoción de la ciencia ciudadana. La colaboración con los profesores puede dar a la Ciencia ciudadana un impulso educativo y aumentar la repercusión en los medios de comunicación". Una vez más cabe evocar al gran economista E.F. Schumacher en su imperecedera obra "Lo pequeño es hermoso", en el capítulo clave "El mayor recurso: la educación"¹⁵.

La Ciencia ciudadana supone entonces una magnífica oportunidad para tomar conciencia de la creciente necesidad de cooperación. Esa toma de conciencia puede muy bien conducir a nuevas iniciativas que refuercen la potente idea – clave de desarrollo personal y social – de que la Ciencia es de todos, y la Educación también.

Maite Pelacho

Licenciada en Física
Profesora de Enseñanzas Medias
en Zaragoza

1. Consultar Citizen Science 2015 <http://citizenscienceassociation.org/conference/citizen-science-2015> y Haklay M. "Citizen Science 2015–reflections" <https://povesham.wordpress.com/2015/02/19/citizen-science-2015-reflections>
2. White Paper on Citizen Science in Europe. Societize consortium 2014. (European Commission) y *Green Paper on Citizen Science in Europe. Societize consortium 2013. (European Commission)* Ambos documentos descargables en www.societize.eu
3. Heraldo de Aragón 3-4-2007 www.heraldo.es/heraldo.html?noticia=195733
4. Antolí B., Castejón F., Giner A., Losilla G., Reynolds J. M., Rivero A., Sangiao S., Serrano F., Tarancón A., Vallés R. and Velasco J. L. "ZIVIS: A City Computing Platform Based on Volunteer Computing" http://www-fusion.cimat.es/Jose_Luis_Velasco/papers/velasco2008zivis.pdf
5. Heraldo de Aragón 11-4-2007 www.heraldo.es/heraldo.html?noticia=196287
6. Heraldo de Aragón 6-2-2008 www.heraldo.es/noticias/sociedad/el_superordenador_ciudadano_extiende_toda_espana.html
7. Heraldo de Aragón 6-2-2008 www.heraldo.es/noticias/sociedad/el_superordenador_ciudadano_extiende_toda_espana.html
8. Alfonso Tarancón ha sido director de Ibercivis desde su inicio hasta mayo de 2015. Jesús Clemente es el actual director. <http://www.ibercivis.es/la-fundacion-ibercivis-renueva-su-direccion>
9. Heraldo de Aragón 3-1-2010 http://www.heraldo.es/noticias/aragon/15_000_personas_ceden_potencia_sus_ordenadores_para_agilizar_investigaciones.html
10. En sitio web del Ministerio Economía y Competitividad <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.edc7f2029a2be27d7010721001432ea0/?vgnnextoid=9b01e41789bf6210VgnVCM1000001d04140aRCRD>
11. Ver <http://dilema.ibercivis.es>
12. Ver <http://www.societize.eu>
13. Ver <http://aqua.ibercivis.es>
14. Ver <http://www.ibercivis.es/projects/fold-it-crowdfunding>
15. Schumacher, E.F., *Lo pequeño es hermoso*, Madrid, 1990



Publicaciones de la Facultad de Ciencias...

INSTRUMENTA

Colectión permanente de instrumentos históricos de laboratorio de la Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza.

PALMERA DATILERA, Phoenix dactylifera

La más conocida de las palmeras de la cuenca mediterránea, por su fruto un tiempo prehistórico. Es una especie que crece en el desierto pero que ahora se cultiva en las regiones españolas de clima más benigno. En Zaragoza uno de ellos es el 'Arboreto', un pequeño jardín que se encuentra en la ciudad, aunque no muchos. Los pocos que hay, si bien pueden dar fruto, no logran que dicho fruto, en otros momentos, como sucede en el Campus, pero este uno, para viajar a la tierra de Guejón.

Este pequeño palmera californiana en uno de los jardines de la Plaza de San Francisco.

PALMERA DE CALIFORNIA, Washingtonia filifera

Esta hermosa palmera se planta a los jardines, pero se distingue de ellas por ser mayor desarrollo, tronco más grueso y más alto y hojas más gruesas. Como indica el nombre, procedió del norte de Norteamérica pero se adaptó bien al clima mediterráneo y por ello se ha introducido en muchas ciudades españolas. En Zaragoza no es rara, pero la mayoría de los ejemplares son jóvenes. También se ven los que pueden verse en el jardín que se encuentran en la plaza de San Francisco y cerca a la plaza de San Juan y Sancho. Con el tiempo pueden convertirse en árboles muy bellos.

MIROBALANO, Prunus cerasifera

A diferencia de las otras especies del género, el mirbalano, o cuerno púrpura, no es un árbol frutal pues da poco fruto o no lo da en absoluto. Y, en cambio, es la especie más abundante de este género, tanto en la ciudad como en el Campus. Ello se debe a su importancia como árbol ornamental, a causa de su hermoso follaje de profundo color púrpura. Se trata de una variedad obtenida artificialmente a finales del siglo XIX y, desde entonces, introducido en buena parte de los parques y jardines urbanos del mundo. Es muy frecuente en Zaragoza, y en el Campus se cuentan 25 ejemplares, algunos bien desarrollados para la especie.

Decorativo cuerno púrpura o mirbalano, entre un edificio de Arquitectura y Geología. A la derecha, detalle de sus flores durante la primavera.

Estufa de cultivo

Consiste en un armario metálico termostático que se utiliza principalmente para cultivos microbianos. Su función es proporcionar la temperatura adecuada y, durante el tiempo necesario, a los cultivos, para que se desarrollen.

En el interior lleva dos bandejas para soporte de los materiales y en la cubierta superior un agujero para introducir el termómetro. El armario tiene panel doble y la cámara intermedia es accesible por un conducto para su relleno con agua u otro líquido. En la parte inferior permite su rodado. En la superficie inferior dispone de un disco metálico a través del cual, mediante lama, se puede calentar el fondo termostático.

La estufa se apoya sobre un armazón metálico de hierro con cuatro patas.

FABRICANTE: Model Anova (Zaragoza, España).
PERÍODO: 1ª mitad del siglo XX.
UBICACIÓN: Museo de Historia, Geografía y Estadística.
PROTECCIÓN: Museo de Historia, Geografía y Estadística.
MATERIALES: Hierro, vidrio, madera.
INSTRUMENTOS: N.º 348.

Galvanómetro d'Arsonval

Los inventores de este tipo de galvanómetro son Jacques D'Arsonval (1851-1940) y Arsace D'Arsonval (1843-1916). En el diseño, la bobina consta de muchas vueltas de hilo delgado y está sujeta sobre un eje que puede girar. El eje está conectado a un extremo de la bobina. Un pequeño muelle espiral previene el par recuperador y cierra el circuito. El par magnético es mayor si gira de la bobina, situando un núcleo cilíndrico de hierro dulce en el centro, y haciendo cilíndricos y concéntricos con aquél los polos del imán.

Siendo el par magnético proporcional a la corriente que circula, y el par recuperador al ángulo girado, en equilibrio, la deflexión angular es linealmente proporcional a la corriente.

Un haz de luz proveniente de una pequeña lámpara se refleja en un espejo sólido a la bobina, reflejándose sobre una escala externa.

FABRICANTE: Fabrice Heron (Barcelona, España).
PERÍODO: primer tercio del siglo XX.
UBICACIÓN: Instituto de Física.
PROTECCIÓN: Instituto de Física.
MATERIALES: acero, hierro, vidrio.
INSTRUMENTOS: N.º 349.



Triquinoscopio

Es un microscopio compuesto de moderada resolución. A mediante el uso pasado, se iluminó la triquina. Decidido también como herramienta de gran importancia en el estudio de la estructura del parhizo en particularmente importante debido a su cambio de posición en diferentes fases, y se favorece la medición de sus medidas.

Una buena posibilidad de detección es el examen de las preparaciones obtenidas de muestras de determinados partes de la estructura. Para ello, se emplean microscopios compuestos de bajo o media resolución, triquinoscopios, con aumento x20 para estudios de triquinas y x40 para el control en caso de duda.

FABRICANTE: Instrumentos.
PERÍODO: primer tercio del siglo XX.
UBICACIÓN: Instituto de Física.
PROTECCIÓN: Instituto de Física.
MATERIALES: Hierro, vidrio, madera.
INSTRUMENTOS: N.º 350.



LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

“La idea de que todo lo que se encuentra en la Naturaleza es una combinación de cuatro “Elementos fundamentales” aparece ya antes de los griegos”

POR LUIS JOAQUÍN BOYA

																		Noble gases																																					
																		2	4.003	He																																			
																		Other nonmetals		Halogens																																			
																		5	10.81	6	12.01	7	14.01	8	16.00	9	19.00	10	20.18																										
																		Nonmetals																																					
3	6.941																	13	26.98	14	28.09	15	30.97	16	32.06	17	35.45	18	39.95																										
4	9.012																	31	69.72	32	72.61	33	74.92	34	78.96	35	79.90	36	83.80																										
Li	Lithium																	Al	Aluminum	Si	Silicon	P	Phosphorus	S	Sulfur	Cl	Chlorine	Ar	Argon																										
11	22.99	12	24.31																	37	85.47	38	87.62	39	88.91	40	91.22	41	92.91	42	95.94	43	(99)	44	101.07	45	102.91	46	106.42	47	107.87	48	112.41	49	114.82	50	118.71	51	121.76	52	127.60	53	126.90	54	131.29
Na	Sodium	Mg	Magnesium																	Ga	Gallium	Ge	Germanium	As	Arsenic	Se	Selenium	Br	Bromine	Kr	Krypton																								
19	39.10	20	40.08	21	44.96	22	47.87	23	50.94	24	52.00	25	54.94	26	55.84	27	58.93	28	58.69	29	63.55	30	65.41	31	69.72	32	72.61	33	74.92	34	78.96	35	79.90	36	83.80																				
K	Potassium	Ca	Calcium	Sc	Scandium	Ti	Titanium	V	Vanadium	Cr	Chromium	Mn	Manganese	Fe	Iron	Co	Cobalt	Ni	Nickel	Cu	Copper	Zn	Zinc	Ga	Gallium	Ge	Germanium	As	Arsenic	Se	Selenium	Br	Bromine	Kr	Krypton																				
37	85.47	38	87.62	39	88.91	40	91.22	41	92.91	42	95.94	43	(99)	44	101.07	45	102.91	46	106.42	47	107.87	48	112.41	49	114.82	50	118.71	51	121.76	52	127.60	53	126.90	54	131.29																				
Rb	Rubidium	Sr	Strontium	Y	Yttrium	Zr	Zirconium	Nb	Niobium	Mo	Molybdenum	Tc	Technetium	Ru	Ruthenium	Rh	Rhodium	Pd	Palladium	Ag	Silver	Cd	Cadmium	In	Indium	Sn	Tin	Sb	Antimony	Te	Tellurium	I	Iodine	Xe	Xenon																				
55	132.91	56	137.33			72	178.49	73	180.95	74	183.84	75	186.21	76	190.23	77	192.22	78	195.08	79	196.97	80	200.59	81	204.38	82	207.2	83	208.98	84	(209)	85	(210)	86	(222)																				
Cs	Caesium	Ba	Barium			Hf	Hafnium	Ta	Tantalum	W	Tungsten	Re	Rhenium	Os	Osmium	Ir	Iridium	Pt	Platinum	Au	Gold	Hg	Mercury	Tl	Thallium	Pb	Lead	Bi	Bismuth	Po	Polonium	At	Astatine	Rn	Radon																				
87	(223)	88	(226)			104	(263)	105	(262)	106	(266)	107	(264)	108	(269)	109	(268)	110	(272)	111	(272)	112	(277)	81	204.38	82	207.2	83	208.98	84	(209)	85	(210)	86	(222)																				
Fr	Francium	Ra	Radium			Rf	Rutherfordium	Db	Dubnium	Sg	Seaborgium	Bh	Bohrium	Hs	Hassium	Mt	Meitnerium	Ds	Darmstadtium	Rg	Roentgenium	Cn	Copernicium	81	204.38	82	207.2	83	208.98	84	(209)	85	(210)	86	(222)																				
																		Poor metals		Metalloids		Metals																																	
Alkali metals		Alkaline earth metals		Transition metals																																																			
																		57	138.91	58	140.12	59	140.91	60	144.24	61	(145)	62	150.36	63	151.96	64	157.25	65	158.93	66	162.50	67	164.93	68	167.26	69	168.93	70	173.04	71	174.97								
																		La	Lanthanum	Ce	Cerium	Pr	Praseodymium	Nd	Neodymium	Pm	Promethium	Sm	Samarium	Eu	Europium	Gd	Gadolinium	Tb	Terbium	Dy	Dysprosium	Ho	Holmium	Er	Erbium	Tm	Thulium	Yb	Ytterbium	Lu	Lutetium								
																		57	138.91	58	140.12	59	140.91	60	144.24	61	(145)	62	150.36	63	151.96	64	157.25	65	158.93	66	162.50	67	164.93	68	167.26	69	168.93	70	173.04	71	174.97								
																		Lanthanides																																					
																		89	(227)	90	232.04	91	231.04	92	238.03	93	(237)	94	(244)	95	(243)	96	(247)	97	(247)	98	(251)	99	(252)	100	(257)	101	(258)	102	(259)	103	(262)								
																		Ac	Actinium	Th	Thorium	Pa	Protactinium	U	Uranium	Np	Neptunium	Pu	Plutonium	Am	Americium	Cm	Curium	Bk	Berkelium	Cf	Californium	Es	Einsteinium	Fm	Fermium	Md	Mendelevium	No	Nobelium	Lr	Lawrencium								
																		Actinides																																					

Los elementos químicos

E LA ANTIGÜEDAD

Entender los Elementos Químicos (por ejemplo, su orden y su número, la periodicidad de sus propiedades, etc.) se presenta hoy día como una pregunta fundamental a la Naturaleza, totalmente resuelta por la Ciencia moderna (Química y Física Cuántica) y cuya solución, muy satisfactoria e inteligible, queremos exponer en este escrito.

La idea de que todo lo que se encuentra en la Naturaleza es una combinación de cuatro "Elementos fundamentales" aparece ya antes de los griegos, y hasta cierto punto es independiente de la hipótesis "atómica" de Demócrito y Leucipo, pero compatible con ella. Es sabido que hasta bien entrada la Ciencia moderna se suponía que todos los constituyentes que ofrece la Naturaleza estaban compuestos por cuatro elementos fundamentales: aire, agua, fuego, y tierra, elegidos en virtud de su aspecto exterior, muy diferenciado y específico. En particular, hay diversos intentos de relacionar los cuatro elementos con cuatro de los cinco

sólidos platónicos, también encontrados por los griegos: (Tetraedro T, cubo o hexaedro H, octaedro O, dodecaedro D e icosaedro I, bien estudiados por Euclides). El quinto "elemento" podría ser el éter.

La hipótesis atómica, de origen griego como insinuamos, persistió como tal hipótesis hasta bien entrado el siglo XIX, aunque la Química de todo el s. XIX ya trabajó científicamente con átomos y moléculas; la hipótesis atómica fue mucho más aceptada científicamente que la Tesis opuesta, defendida por Aristóteles, y a la que se adhirió el pensamiento religioso cristiano, sobre todo en la Edad Media.

Se fue viendo que el aspecto exterior de la materia no indicaba la estructura y/o la naturaleza de la misma: sustancias que parecían simples, como el agua, se vio ya en el s. XVIII (Cavendish, 1785) estar compuesta de los dos elementos más "primitivos", hidrógeno y oxígeno; el fuego se vio también originado por la oxigenación o combustión intensa (el "arder" de las cosas), y luego se vio también que los estados de agregación (sólido, líquido o gaseo-

so) de los diversos compuestos eran un efecto de la temperatura; el agua, en particular, se entendió pronto en sus tres estados (hielo o nieve, agua líquida y vapor de agua), siendo químicamente la misma agua.

La Química del siglo XVIII recupera la hipótesis atómica griega, ampliándola con el concepto de *molécula*. Se establece primero el concepto de *elemento químico*, si no puede descomponerse más: así se definió el hidrógeno H y el oxígeno O como constituyentes del agua; las *moléculas* más elementales que aparecen en la naturaleza, aparte del agua, son, por ejemplo, la sal común (cloruro de sodio, NaCl), algunos carbonatos como la calcita (carbonato de calcio, CaCO₃), etc. y ciertos minerales del hierro (se encontró también hierro en estado natural, nativo, pero parece ser que era de origen meteorítico). Hidrógeno, generador del agua; oxígeno, equivocadamente, generador de lo "ácido".

Ciertos elementos aparecen en estado natural, en la Naturaleza, como el oro y la plata; aparte de ellos y del mercurio Hg (de "*Hidargirium*", o plata líquida), el estaño Sn, etc.; y a partir de entonces se habla de átomos y moléculas con toda propiedad, a lo largo de todo el siglo XVIII, que es el verdadero inicio de la Química como tal ciencia. Fue precedida por la *Alquimia*, de uso frecuente en la Edad Media.

La hipótesis atómica fue fuertemente contestada por Ernest Mach, en el cambio de los siglos XIX/XX precisamente por ser hipotética, no habiéndose observado directamente los átomos (que no lo fueron hasta, digamos, 1950). E. Mach murió en 1915, todavía sin creer en los átomos.

EL SIGLO XIX EN LA QUÍMICA

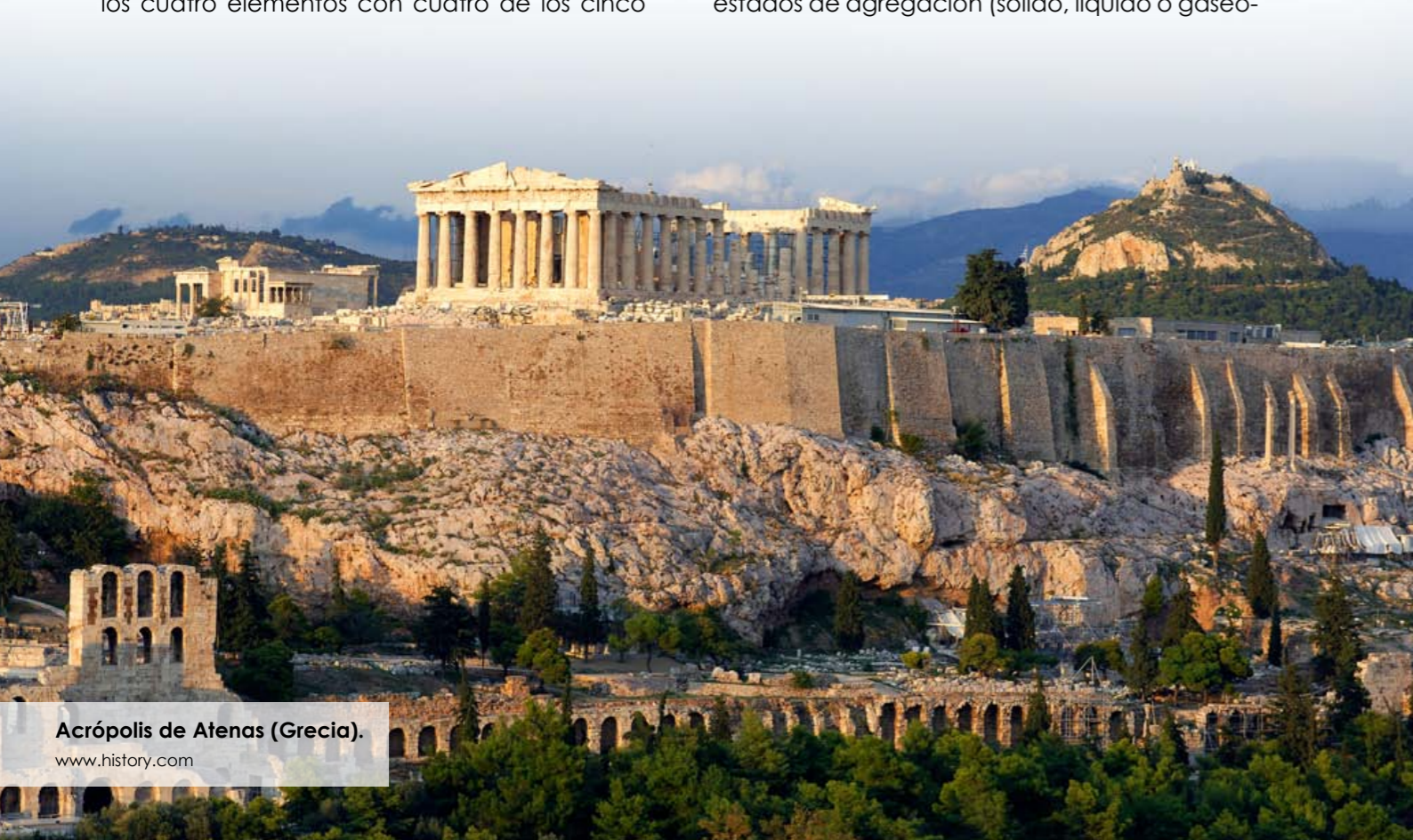
Se descubren pronto, empíricamente, las leyes de las proporciones múltiples y constantes, que favorecen claramente la hipótesis atómico-molecular. Dalton es la gran figura de la época.

El s. XIX, científicamente, es el siglo de las grandes síntesis: por ejemplo, en Física, de las ecuaciones de Maxwell (1865) se concluye que la luz es la propagación en el es-

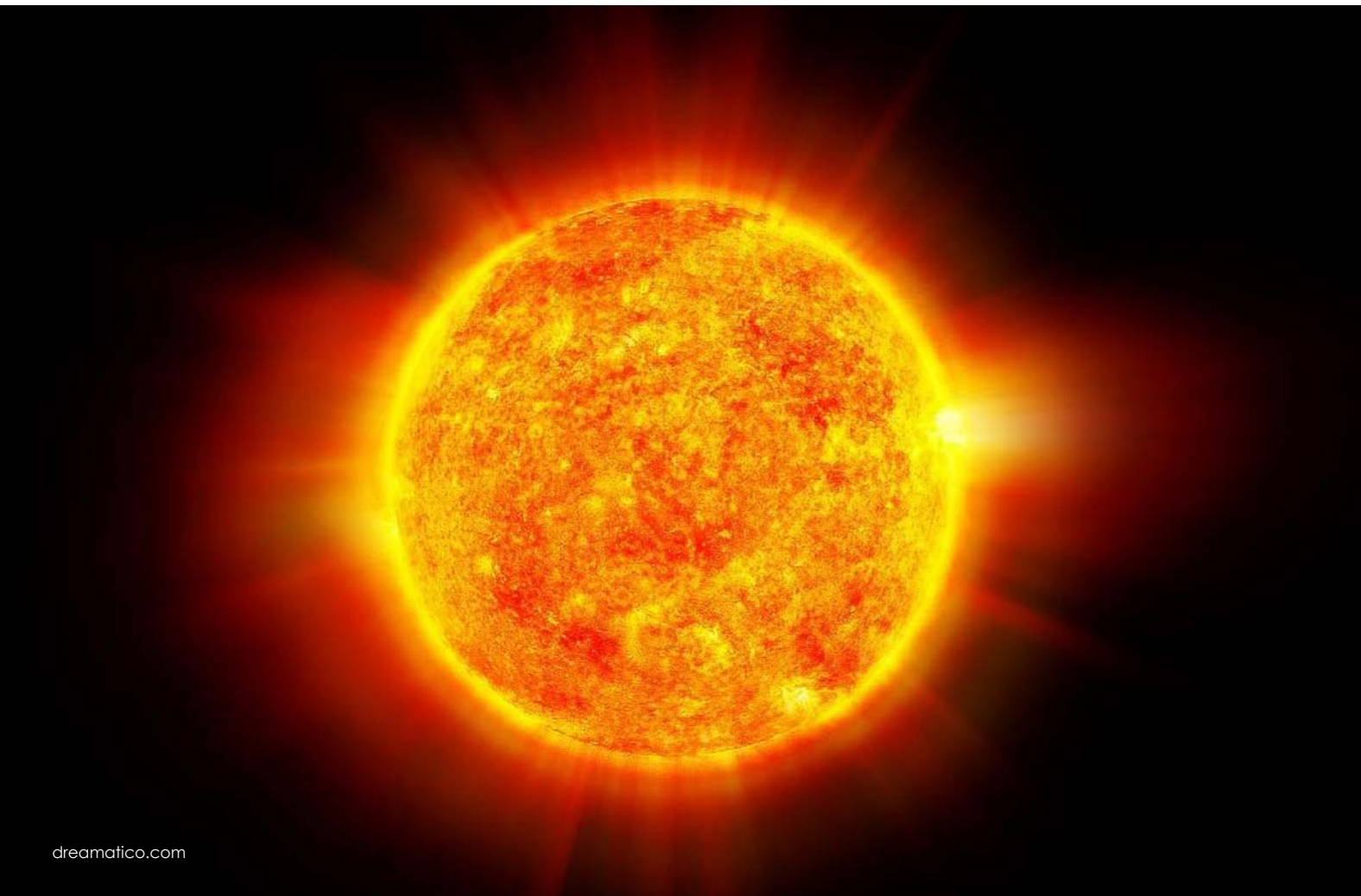


www.euclidlibrary.org

"Sustancias que parecían simples, como el agua, se vio ya en el s. XVIII estar compuesta de los dos elementos más "primitivos", hidrógeno y oxígeno".



Acrópolis de Atenas (Grecia).
www.history.com



dramatico.com

pacio de un campo electromagnético, con lo cual se puede decir, con un cierto fundamento, que la ciencia de la Óptica pasa a ser un caso (restringido) de la Teoría de la Electricidad.

Pero más importancia para la Química, creo, tiene la identificación del calor como agitación térmica, en vez de creer en el "fluido calórico" como se creía hasta Joule, a mediados del s. XIX (Ver referencia 5 de la bibliografía para un estudio histórico reciente). Hoy día estamos tan acostumbrados a ello, que nos cuesta trabajo pensar que no fue siempre así... y, de hecho, la doctrina del "fluido calórico" gozó de gran predicamento hasta mediados del s. XIX. Con ello, la Termodinámica, aun conservando su identidad como ciencia (y como tal, compleja), se

convierte, en cierto sentido, en parte de la Mecánica. El principio fundamental era la Ley de la Conservación de la Energía.

Los químicos ya habían observado una cierta "periodicidad" en los elementos químicos; por ejemplo, existían las "triadas" de Döbereiner (químico alemán, 1780-1849), hacia 1817, como flúor, cloro y bromo, o calcio, estroncio y bario, o litio, sodio y potasio, o hierro, cobalto y níquel; los elementos de cada triada exhibían propiedades químicas semejantes. Las "triadas" se convertirán, eventualmente, en "octavas".

Los gases nobles se descubren, causando una gran sorpresa, hacia 1870, y se ve en seguida que los tres primeros (helio, neón y argón) son

muy parecidos (por ejemplo, aparte de presentarse en estado gaseoso a temperatura ambiente, siendo difíciles de licuar): no presentan actividad química alguna y quizás, por ello, no fueron previstos, y su hallazgo (Ramsey y otros, desde 1865) apareció como una gran sorpresa. El helio, por ejemplo, se descubre primeramente en el sol (*Helios* en griego), por medios espectroscópicos (la espectroscopia, como herramienta analítica, se desarrolló, desde su invención, por Kirchoff y Bunsen hacia 1865). La espectroscopia va a servir, en muchos casos, para identificar los elementos, pues las rayas emitidas son características de cada elemento: una técnica física, de la que una gran beneficiaria es la Química.

Pero es el científico-químico ruso Dimitri Mendeleev quien, hacia 1865, establece la periodicidad general de los elementos químicos, agrupándolos todos (había unos setenta bien identificados para entonces; hoy hablamos de más de 100...) en familias. Así caben la fami-

lia de los metales alcalinos, los alcalino-térreos, los halógenos, los gases nobles, los metales de transición, etc.

Es de resaltar la gran contribución de la Ciencia rusa, en el período pre-comunista (iniciado en 1917), al conjunto de la Ciencia mundial, ya en el siglo XIX: por ejemplo, aparte de los químicos, existen los matemáticos P. Chebychev (números primos) y N. Lobatchevski (geometría no euclidiana) y los físicos como P. Lebedev, I. Ostrogradski, etc.

Varios elementos químicos han aparecido en estado natural, sobre todo, ciertos metales, como decíamos: la industria del hierro (que pronto se aisló, como elemento, por reacciones

Tabla Periódica de los Elementos.

www.alquera.com

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H # Atómico Símbolo Nombre Peso Atómico	2 He 4.002602	3 Li 6.94	4 Be 9.012182	5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.1797	11 Na 22.989	12 Mg 24.305	13 Al 26.981	14 Si 28.085	15 P 30.973	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955...	22 Ti 47.887	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938...	26 Fe 55.845	27 Co 58.933...	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.63	33 As 74.92160	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.96	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90...	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.750	52 Te 127.60	53 I 126.90...	54 Xe 131.293
55 Cs 132.90	56 Ba 137.327	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.94	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.084	79 Au 196.96	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103	104 Rf (261)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (272)	108 Hs (270)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (285)	113 Nh (284)	114 Fl (289)	115 Uup (288)	116 Lv (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)
En el caso de los elementos con isótopos no estables, entre parentesis se encuentran las masas de aquellos isótopos que son más estables o más abundantes.																	
89 Ac (227)	90 Th 232.03	91 Pa 231.03	92 U 238.02	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)			

Los elementos químicos

químicas) marca toda una etapa de la Historia de la Humanidad, por su uso en la construcción de utensilios, en particular para armamento, etc. Ciertas aleaciones existen también desde muy antiguo, como el bronce (con estaño y cobre), o las amalgamas con mercurio.

Los símbolos químicos, aun hoy día, reflejan cuándo y cómo se descubrió el elemento; así como el nombre Fe para el hierro es muy lógico, Na para el sodio (*Natrium* en su origen latino) y K para el potasio (*Kalium*) es más bien retorcido, pero se ha impuesto; hay un cierto "nacionalismo" en los nombres, y así se habla de galio ($Z = 31$), del francio ($Z = 87$), del germanio ($Z = 32$), etc. El tungsteno (o wolframio, W, $Z = 74$) se descubrió por dos españoles en América, en el año 1783.

El número de Avogadro (o de Loschmidt-Avogadro) se confirma y se mide hacia 1865, e indica la "escala atómica". En particular, el número de Avogadro L cuenta el número de átomos en una unidad del gas, en ciertas condiciones "normales" de presión y temperatura (y con un volumen de 22,4 litros), donde L vale, aproximadamente, $L \approx 6.02 \times 10^{23}$.

El peso de esa unidad es el Peso atómico (o el molecular), lo que indica la escala atómica: si hay medio cuatrillón de átomos por átomo-gramo, el tamaño de átomos, supuestos "pegados" unos a otros, debe ir con la raíz cúbica de L , y así sale el diámetro del átomo del orden del Angstrom ($1 \text{ Angstrom} = 10^{-8} \text{ cm.} = 10^{-10} \text{ m.}$) si se suponen los átomos "contiguos"; la densidad del agua líquida (en condiciones normales, ≈ 1) indica ya ese tamaño. El cambio de escala es tan enorme (\approx cien millones) que los átomos no son directamente observados hasta, digamos, 1950, y nuestras intuiciones humanas están basadas en el continuo, no en el discreto. Algunas "paradojas" de la moderna Mecánica Cuántica se explican por esa dicotomía, entre nuestras intuiciones macroscópicas y el mundo atómico.

De esto también se puede deducir el "peso" de los átomos, que sería el Peso Atómico dividido por el número de Avogadro. Los elementos químicos se clasifican según su Peso Atómico, lo que resulta casi igual a la clasificación por periodicidades, con algunas curiosas excepciones, debidas a la isotopía (definida después). Es en la triada hierro, cobalto y níquel donde se presenta una de esas excepciones.



"Ciertas aleaciones existen también desde muy antiguo, como el bronce".

Toro metálico de la Edad de Bronce.

commons.wikimedia.org

EL SIGLO XX: LA MECÁNICA CUÁNTICA

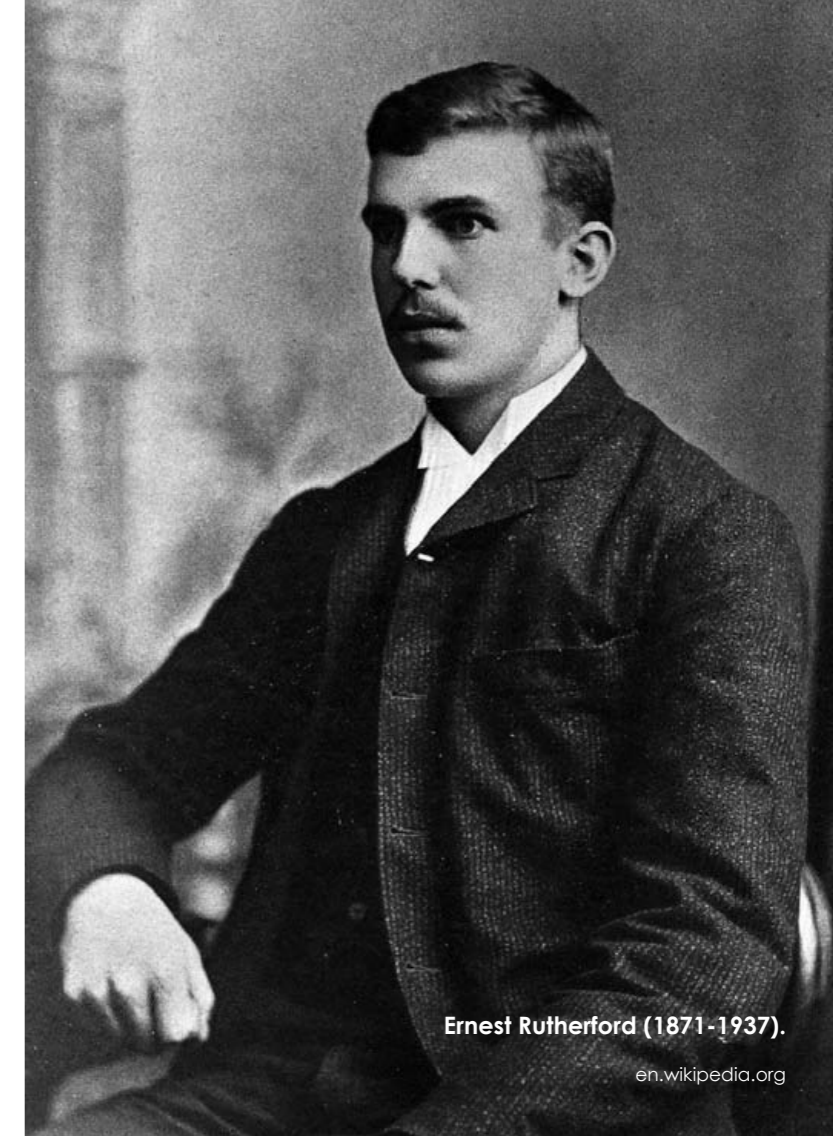
Con el descubrimiento de la radiactividad (Becquerel 1896) se abre el camino hacia la Física Atómica del s. XX. Si el siglo XIX es, científicamente, el siglo de las Matemáticas y de la Química, el siglo XX es el siglo de oro de la Física.

En particular, E. Rutherford encontró la partición del átomo en núcleo y electrones, y, en particular, la carga positiva de aquel. También identificó las partículas alfa, emitidas por las sustancias radiactivas, como el núcleo del helio. Se determinó también que había tres series radiactivas, que hoy asociamos, por sus cabezas de serie, a los tres isótopos $^{238}_{92}\text{U}$, $^{235}_{92}\text{U}$ y $^{232}_{90}\text{Th}$. Aquí el número superior, llamado número másico A , es $A = N + Z$, por tanto entero, donde N y Z son, respectivamente, el número de neutrones (N) y de protones (Z) del núcleo del átomo. El Peso Atómico de una especie o elemento es normalmente fraccionario, por el fenómeno de la isotopía, explicado después.

La justificación de la periodicidad de los elementos no se explicó hasta la aparición de la Mecánica Cuántica moderna. Inicialmente fue Max Planck (1900) (en el estudio de la radiación del cuerpo negro), quien introduce su constante \hbar , llamada el cuanto de acción de Planck ($\hbar := h/2\pi \approx 10^{-27} \text{ cgs.}$) pero fue Niels Bohr (1885-1962) quien primero la aplicó al tratamiento de los átomos (en 1913), en los primeros modelos de estructura atómica. El átomo aparece primero (Rutherford) como compuesto por núcleo y electrones, y luego N. Bohr explicó la posible radiación emitida, por saltos de los electrones entre las órbitas posibles. N. Bohr, por otra parte,

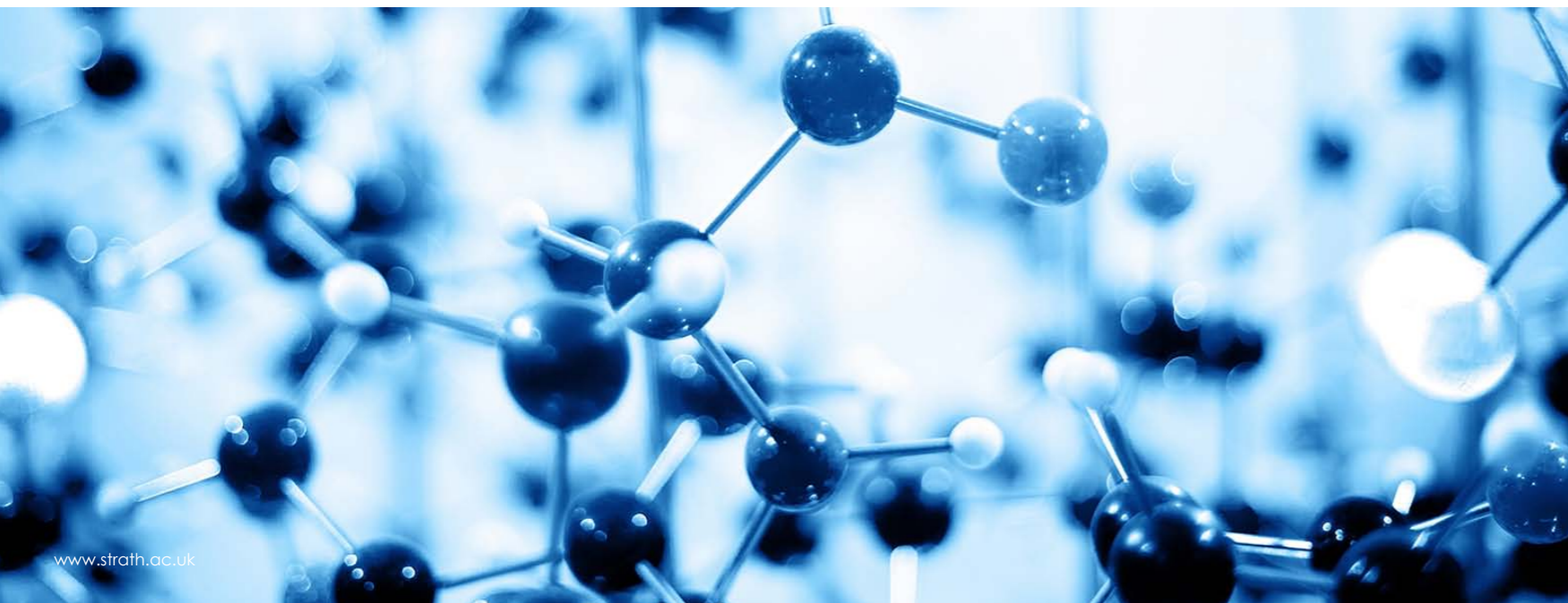
siempre deseó aplicar las reglas cuánticas a las moléculas, en lo que no obtuvo demasiado éxito (el primer trabajo de Bohr sobre el átomo (en 1913) se titulaba "*On the Constitution of Atoms and Molecules*"; la parte tercera habla de la molécula de hidrógeno, H_2 , y resulta muy poco aceptable hoy día).

La solución teórica completa del enlace químico vino con la Mecánica Cuántica moderna (Junio de 1925: W. Heisenberg, Mecánica de las Matrices. Enero 1926: Ecuación de Ondas de E. Schrödinger); pero indicaciones indirectas vinieron antes, en el dominio de lo que se llamó "Mecánica Cuántica antigua" (1913-1925): en particular, para la periodicidad química es esencial el principio de exclusión (W. Pauli, Enero de 1925) y los números cuánticos (principal "n" y angular "J": Sommerfeld y otros, desde 1915), ambas cosas expresadas primero postulacionalmente (su cuantificación) en el lenguaje de la Teoría Cuántica antigua.



Ernest Rutherford (1871-1937).

en.wikipedia.org



Ante todo, se vio que los átomos estaban compuestos (Rutherford), como decíamos, por un núcleo, con carga positiva, neutralizada por unos electrones corticales. El tamaño del átomo era el esperado, del orden del Angstrom (1 Angstrom = 10^{-8} cm), mientras que el radio del núcleo era del orden de 10^{-5} veces más pequeño. Que el núcleo atómico estaba compuesto por neutrones (N) y protones (Z) (\approx núcleos del hidrógeno más ligero) no se confirmó hasta 1932, con el descubrimiento del neutrón. Que protones, neutrones y electrones forman la constitución fundamental de toda la materia atómica, se mantuvo como un dogma científico de 1930 a 1970, aproximadamente, (hoy día protones y neutrones se suponen compuestos de *quarks*, concepto que no explicamos, pues no es objeto de este artículo). Que el átomo está prácticamente vacío fue una sorpresa total...

El enlace químico no se entendió, como decimos, hasta la Mecánica Cuántica moderna: en particular, en la molécula de hidrógeno H_2 , que posee dos átomos neutros de hidrógeno, no se comprendió la fuerza que los une, que es

un efecto cuántico pero, en el fondo, electrostático, hasta 1927 (Heitler y London). Linus Pauling, químico americano, hizo un gran esfuerzo por entender la mayor parte de los compuestos químicos como efectos cuánticos, lo que se refleja muy bien en su libro, (ver referencia 4, quizás el libro más importante para tratar la Química cuántica). Un concepto capital, sobre todo para la Química Orgánica o del carbono, es el concepto de *Resonancia*, muy bien desarrollado en el libro de L. Pauling. Por ejemplo, en el benceno, C_6H_6 , ya se da la resonancia, que es un modo de entender los enlaces dobles de los electrones.

Pero, para caracterizar los elementos químicos, se necesita más la Física atómica que la molecular; de hecho, hacen falta dos o tres conceptos de la teoría atómica para comprender los elementos químicos en su Tabla Periódica. Nos vamos a fijar en tres de esos conceptos: el número cuántico principal "n", el momento angular total "J", incluyendo el spin "s" y el principio de exclusión. $J = l + s$; mientras que "l", llamado momento angular orbital, es siempre entero, el spin vale $\frac{1}{2}$ para los electrones, protones y neu-

trones, por lo cual J es también semientero; todo va en unidades de $\hbar = h/2\pi \approx 10^{-27}$ cgs. Agreguemos alguna masa atómica: la Masa de un átomo de hidrógeno es del orden de $\approx 10^{-24}$ gramos, y la de un átomo arbitrario es proporcional a A veces ese número, donde $A = N + Z$, suma de los protones y neutrones de su núcleo, como dijimos.

El número cuántico principal n, es un número natural, $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ que no vamos a definir precisamente: aparece tanto en la Mecánica Cuántica antigua de Bohr-Sommerfeld (1913-1923) como en la Mecánica Cuántica moderna, y está muy claro en la solución de la ecuación de Schrödinger (1926).

La cuantización del momento angular también la damos por sabida, distinguiendo, como hemos dicho, entre momento angular orbital, l, que debe ser un entero en unidades de \hbar (incluyendo el posible valor 0) y el momento angular de spin, s que puede ser semientero (y lo es generalmente) en las mismas unidades. Si J es el momento angular total, escribimos $J = (l + s) \hbar$, donde \hbar es la constante de Planck reducida, $\hbar = h/2\pi$.

Tenemos, pues, las relaciones

$$n = l + 1, \quad J = l + s$$

entre el número cuántico principal n y el momento angular orbital l, que es un entero en términos de \hbar ; el momento angular intrínseco o de spin puede ser entero o semientero, como decíamos, siendo lo segundo lo más frecuente (y un problema todavía abierto: ¿por qué casi todas las "partículas elementales" tienen spin no nulo? Hay una sola excepción, de momento: El bosón de Higgs (descu-

LOS FERMIONES Y EL PRINCIPIO DE EXCLUSIÓN

Las partículas elementales (en nuestro caso: electrones, protones y neutrones) son indistinguibles, o sea que en una teoría donde actúen N de ellas debe haber simetría para su intercambio. Pero, en Mecánica Cuántica, la simetría se traduce en una representación (en sentido técnico) del grupo respectivo, en nuestro caso del grupo simétrico SN con N símbolos (y de orden N!).

Como hemos dicho en el texto, las representaciones "elegidas" por la Naturaleza son solo dos (para un N dado, hay tantas representaciones irreducibles como particiones del número N, donde, por ejemplo $Part(1,2,3,4 \text{ y } 5) = (1,2,3,5 \text{ y } 7)$, las llamadas completamente simétrica (o idéntica) y la "otra" unidimensional, que adquiere un signo "menos" para N impar. Se sigue de esto, fácilmente, el principio de exclusión de W. Pauli que dice que no puede haber dos fermiones en el mismo estado cuántico: como decimos en el texto, el principio de exclusión de Pauli es el verdadero principio diferenciador de la Naturaleza: en él está basado, por ejemplo, las propiedades químicas de los átomos.

En 1940 probó el mismo Pauli un corolario importante de su teorema: la estadística de la partículas depende de su spin: las partículas idénticas de spin entero se llaman bosones y se acogen a la representación idéntica del grupo de permutaciones, mientras que las partículas de spin semientero, que se llaman fermiones, se acogen a la representación donde vale el principio de exclusión. El hecho de que los electrones, con spin $\frac{1}{2}$, que es semientero, es la razón de porqué los electrones obedecen al principio de exclusión, que en esencia determina la química. Los fotones y la partícula de Higgs H (descubierta en 2012) son bosones, y no verifican el principio de exclusión. De hecho, los fotones se pueden presentar en un estado de "superagregación" con propiedades también especiales (la llamada "condensación de Bose-Einstein").

Si preguntamos, por ejemplo, por qué el sodio es un metal "monovalente", recurrimos a su estructura electrónica: el Na, con $Z = 11$, que tiene como configuración fundamental $(1s^2) (2s^2, 2p^6) (3s^1)$ y la antisimetría del "electrón de valencia hace que ese último electrón del sodio pueda "donarse" fácilmente, con lo que el sodio aparece como un elemento monovalente positivo.

El caso muy interesante es el del carbono, con configuración $(Z = 6.- 1s^2; 2s^2-2p^2)$: puede jugar con los cuatro electrones de la segunda capa, lo que da la tetravalencia característica del carbono, entre otras propiedades.

Los elementos químicos

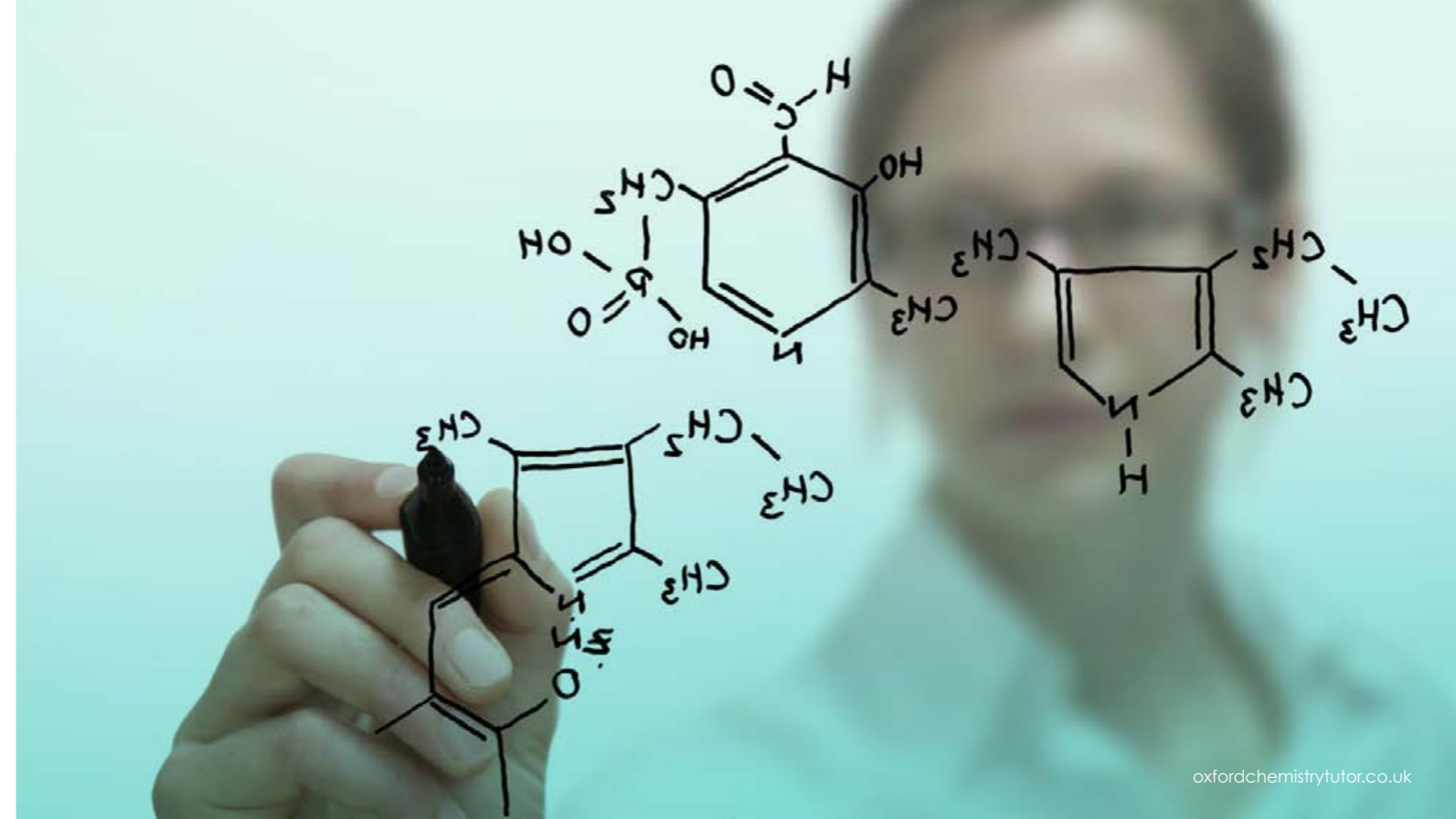
bierto en 2012); se cree que tiene spin cero, o sea que es una partícula escalar; su masa es enorme, del orden de 125 GeV, pero es neutro eléctricamente). Como comparación, la masa de un proton, $m_p \approx 1$ GeV.

Se determinó también que los fermiones eran partículas de momento angular intrínseco (o spin) semientero, $1/2$ casi siempre, mientras que los bosones estaban definidos por poseer spin entero (como los fotones, por ejemplo). El principio de exclusión debe ser considerado como el verdadero principio diferenciador de la naturaleza y dice que no puede haber dos fermiones idénticos en el mismo estado cuántico, véase el apartado anexo sobre "Los fermiones y el principio de exclusión". Es el responsable de las propiedades químicas de los elementos, y, por tanto, de su aspecto exterior.

“Que el núcleo atómico estaba compuesto por neutrones (N) y protones (Z) no se confirmó hasta 1932, con el descubrimiento del neutrón”.

Pauli llegó a demostrar, posteriormente (1940), la conexión spin-estadística, que dice que para los fermiones rige el principio de exclusión, que señala que no puede haber dos fermiones idénticos en el mismo estado, como hemos dicho, mientras que para los bosones no existe tal restricción. La identidad de las partículas lleva, en Mecánica Cuántica, a que un conjunto de N partículas idénticas se transforme de cierta manera bajo el grupo de permutaciones S_N de $N!$ elementos: pero la Naturaleza parece que elige solo dos representaciones irreducibles: la idéntica (o trivial, I) para los bosones y la alternada para los fermiones (es complejo explicar esto en detalle, se sugiere ver el anexo para ampliar la información).

Sin justificar demasiado esas afirmaciones, lo que nos llevaría muy lejos y no estaría por tanto en el espíritu de este trabajo, agreguemos, sin embargo, un detalle al que ha contribuido el abajo firmante (LJB): en colaboración con el físico indio Georges Sudarshan, demostramos (2007) que el teorema Spin-Estadística no vale en dimensión arbitraria, sino solo en dimensión $8 \bmod 4$.



oxfordchemistrytutor.co.uk

Veamos cómo se aplica el principio de exclusión a la clasificación de los elementos químicos (nosotros ponemos el límite en el elemento 118, aun no identificado (en Septiembre del 2015), pero con seguridad que será descubierto, más tarde o más temprano).

La Valencia química aparece como consecuencia de existir capas incompletas de electrones en los átomos. Por ejemplo:

A. Los gases nobles tienen la última capa (y quizás también las anteriores) "llena" (quiere decir, con ocho ($= 2 (l=0) + 6 (l=1)$) electrones). Presentan una reactividad química muy escasa, como ya hemos señalado.

B. Los metales alcalinos se caracterizan por tener un solo electrón (no apareado, por tanto) en la última capa; así tenemos:

El Litio, ($Z=3$, Li); configuración electrónica $1s^2; 2s^1$.

El Sodio, ($Z = 11$, Na); configuración electrónica $1s^2; 2s^2, 2p^6; 3s^1$.

El potasio ($Z = 19$, K); configuración electrónica $1s^2; 2s^2, 2p^6; 3s^2, 3p^6, 3d^{10}; 4s^1$.

etc.

OTRAS PROPIEDADES

Empecemos con el número cuántico principal, n , con valor 1. Se sigue que el momento angular orbital debe ser cero (pues $l = n-1$), y solo hay dos posibilidades, según la proyección del spin: $^1H (1s^1)$, el elemento hidrógeno, y $^2He (1s^2)$, el helio (cuyo nombre proviene de que se descubrió primero, espectroscópicamente, en el Sol, como dijimos); luego vienen los elementos con $n=2$, que fija el momento angular orbital l en $l=0$ ó 1 , y por tanto en total con ocho elementos (2 en la capa $2s$ y 6 en la capa $2p$), que escribimos, con los dos anteriores, en la Tabla al final.

Luego tenemos: para $n = 3$, $l = 0, 1$ ó 2 . Los dos primeros reproducen una serie parecida a la anterior (elementos desde el ^{11}Na (sodio,) hasta el ^{18}Ar (argón) y luego se llena la capa $3d$; y así sucesivamente, hasta $n = 5$: (ver la Tabla).

En nuestras Tablas, hay 14 lantánidos (subcapa $4f$, $l = 3$) y 14 actínidos (subcapa $5f$), pero ni el elemento lantano La ($Z=57$) ni el actinio Ac ($Z=89$) forman parte de ellos; en otras listas a veces aparecen incluidos el La y el Ac, (respectivamente en los Lantánidos y Actínidos) en cuyo caso las dos series tienen 15 elementos.

Z	NOMBRE	SÍMBOLO	CONFIGURACIÓN
100	Fermio	Fm	...5f ¹¹
101	Mendelevio	Md	
102	Nobelio	No	
103	Lawrencio	Lw	...5f ¹⁴
104	Rutherfordio	Rh	...7d ²
105	Dubnio	Db	
106	Seaborgio	Sg	
107	Bohrio	Bh	
108	Hassio	Hs	
109	Meitnerio (Lise-Meitne)	Mt	
110	Disprosio	Ds	
111	Röntgen	Rg	
112	Copérnico	Cn	...7d ¹⁰
113-118	Aun sin nombre consagrado; el Z=118 será una gas noble, con configuración KLMN completas.		

Elementos transuránidos (Z > 100).

1s ¹⁻²	2
2s-2p... hasta 7s-7p:	6 x 8 = 48
3d... hasta 6d:	10 x 4 = 40
4f y 5f	14 x 2 = 28
	118

N + Z, como dijimos, donde (N) es el número de neutrones en el núcleo del elemento (y Z el de protones). Hay alguna anomalía, por ejemplo, el orden Fe-Co-Ni: en pesos atómicos es hierro-niquel y cobalto. Es una de las anomalías a la que nos referimos antes.

Pero un mismo elemento químico con Z protones puede poseer varios núcleos con diverso número de neutrones: los elementos entonces se llaman *isótopos*. Por ejemplo, el hidrógeno tiene dos isótopos importantes, aparte del hidrógeno normal (Z=A=1): el deuterio, con Z=1, A =2, con un neutrón) y el tritio, que es radiactivo, con dos neutrones (Z=1, A = 3); el número másico se llama A = Z (protones) + N(neutrones), como ya hemos dicho.

Ejemplos de *isótopos*: El Cloro, por ejemplo, con peso Atómico 35,5 está compuesto naturalmente por los dos isótopos Cl-35 y Cl-37; el uranio natural tiene los dos isótopos U-238 y U-235

(el fisionable es el U-235, que hubo de separarse de su compañero para fabricar la bomba atómica de uranio...).

Se llaman *isóbaros* a los elementos con el mismo A, pero distinto Z. Y se llaman *isómeros* a elementos que difieren en el grado de excitación del núcleo, teniendo por tanto el mismo Z y el mismo A: hay un isómero estable, y los demás con γ -inestables.

El número de isótopos crece con el número ordinal, Z. Hay elementos con diez o más isótopos (estables). Todos los elementos tienen isótopos, estables o radiactivos (hay dos elementos sin isótopo estable, que son el tecnecio (Z = 43) y el prometio (Z = 61), que eran "lagunas" que se encontraron, ya hacia 1950.

Citemos el caso de algunos elementos; en especial el hafnio, Hf (Z = 72) fue previsto por N. Bohr que no perteneciera a los lantánidos, cosa que se comprobó al poco tiempo. (El nombre de hafnio (significa puerto) se hizo en honor a Copenhague, la patria "chica" de Niels Bohr).

Varios nombres reflejan el país del descubridor. Así, el galio, el germanio y el francio, por ejemplo. Algunos transactínidos se han nombrado por científicos notables, y así el 109 (Mt, por Lisa Meitner, una química alemana judía), hasta el (Z=112) o Cn, por Copérnico. Es curioso el nombre de Niels Bohr que figura dos veces: en el elemento 72 (Hafnio, por Copenhague, como decíamos) y el Z= 107 Bh, por Bohr.



Luis Joaquín Boya

Miembro del Senatus Científico

Dpto. de Física Teórica

Facultad de Ciencias

Universidad de Zaragoza

“Varios nombres reflejan el país del descubridor. Así, el galio, el germanio y el francio, por ejemplo”.

BIBLIOGRAFÍA

- La Tabla Periódica (guía ilustrada). Parsons P. y Gail Dixon. Ariel, 2005.
- Investigación y Ciencia (trad. del Scientific American), Abril 2008 (Química: la Tabla Periódica a debate).
- Boya L. J. y Sudarshan E. C. G., Int.J. Theor. Phys. 46, 3285 (2007). ArXiv 07-11-1111 (7-XI-2007)
- Pauling, Linus: The Nature of Chemical Bond.- Cornell U.P., 1935.
- Williams R., "This Month in Physics History": June, 1849: J.P. Joule and the Mechanical Equivalent of Heat.-Am. Phys. Soc. News, June 2015, page 2/3.
- D.N. y V.D. Trifonov, "Cómo fueron descubiertos los Elementos Químicos".- Editorial MIR, Moscú 1984
- Asimov I., "Breve Historia de la Química".- Alianza Editorial, 2010.
- Strathern P., "Mendeleev's Dream", Berkeley Books, N.Y. 2002.
- G.K.T. Conn et al., "The Evolution of Nuclear Atom", Elsevier 1970

Continuamente aparecen artículos sobre algún aspecto de los elementos químicos; dos recientes artículos, que vale la pena el lector interesado los lea, son:

- Oganessian Y. T., A beachhead on the island of stability, Physics To-day, August 2015, p. 32.
- Scerri E. R., La tabla periódica, Investigación y Ciencia (versión en español de Scientific American, Abril 2008, p. 50).

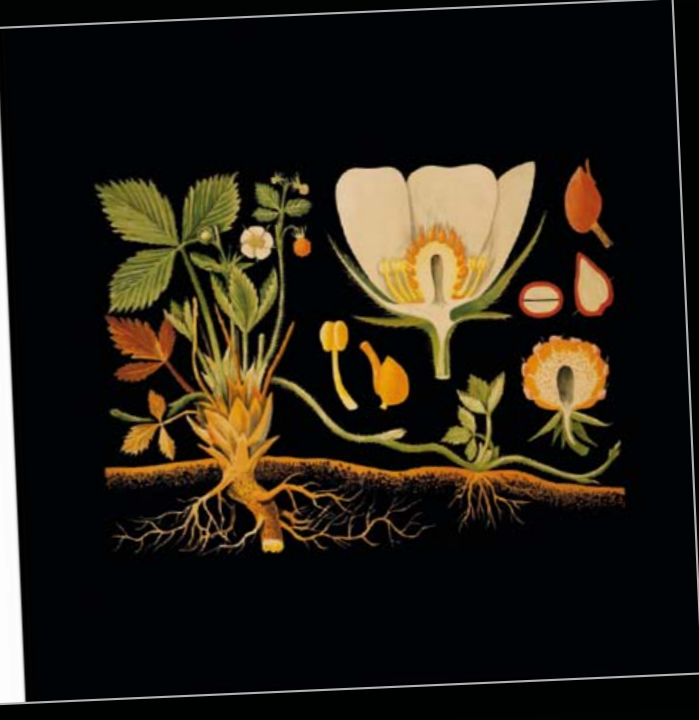
Ya disponible...

La nueva publicación de la
Facultad de Ciencias.



BOTÁNICA

~ ARS NATVRÆ ~



conCIENCIAS: de revista a biblioteca digital

La revista conCIENCIAS nació hace más de ocho años con el objetivo de divulgar la Ciencia en la Sociedad. Desde el principio, la revista se ha publicado en formato digital difundándose, principalmente, a través de la página web de la Facultad de Ciencias. El acceso es completamente libre para favorecer su difusión en todos los sectores de la sociedad.

Con el ánimo de avanzar un paso más y facilitar el acceso a los contenidos de la revista, hemos creado un repositorio de artículos con distintas posibilidades de búsqueda:

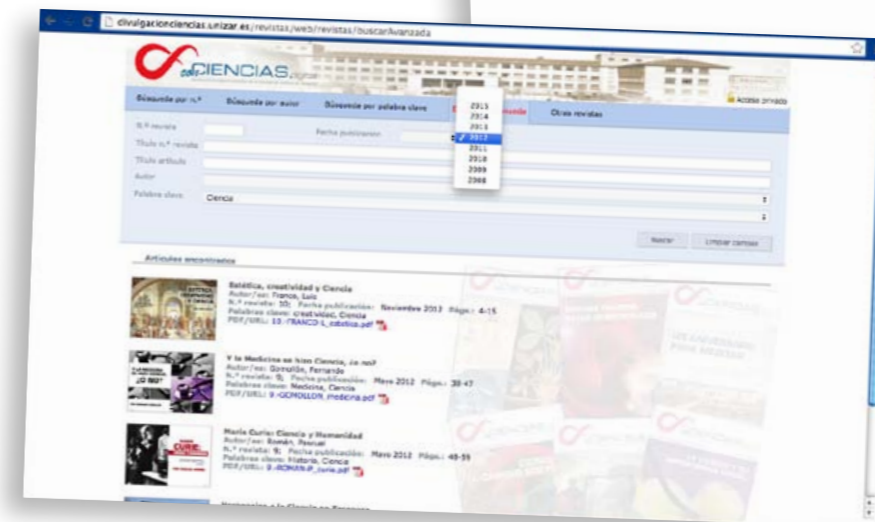
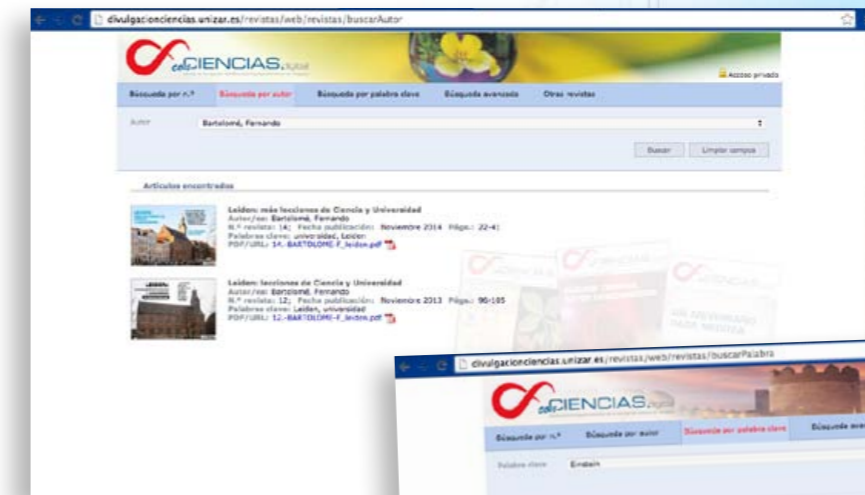
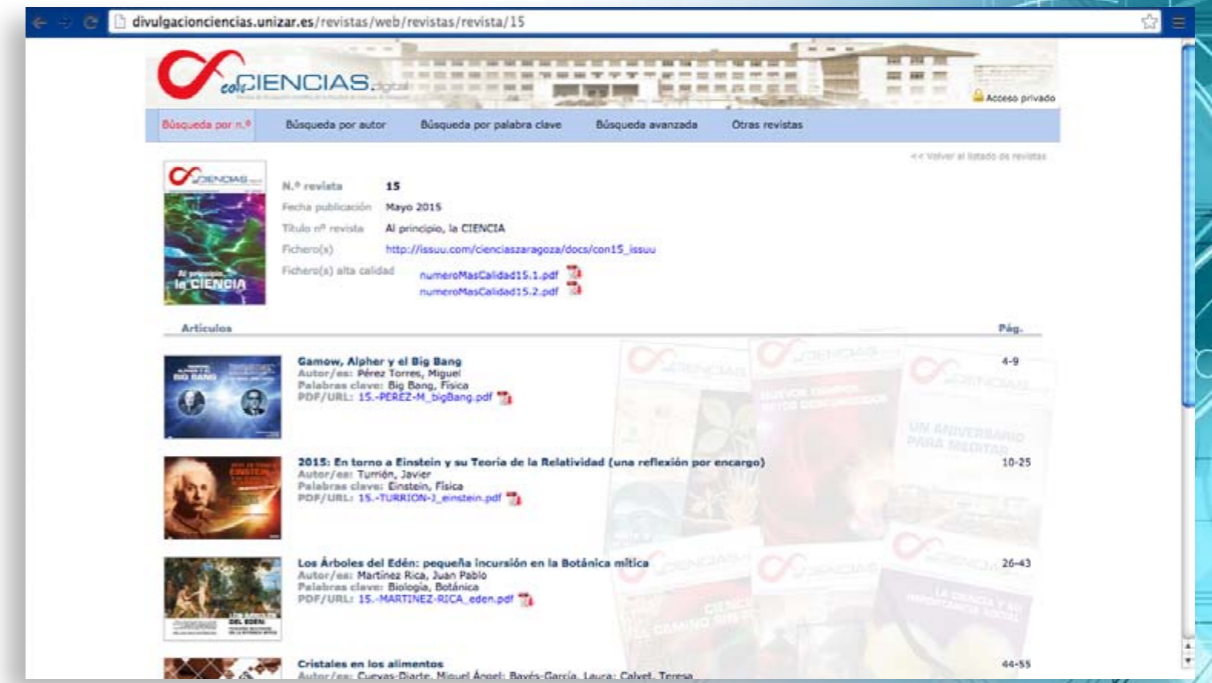
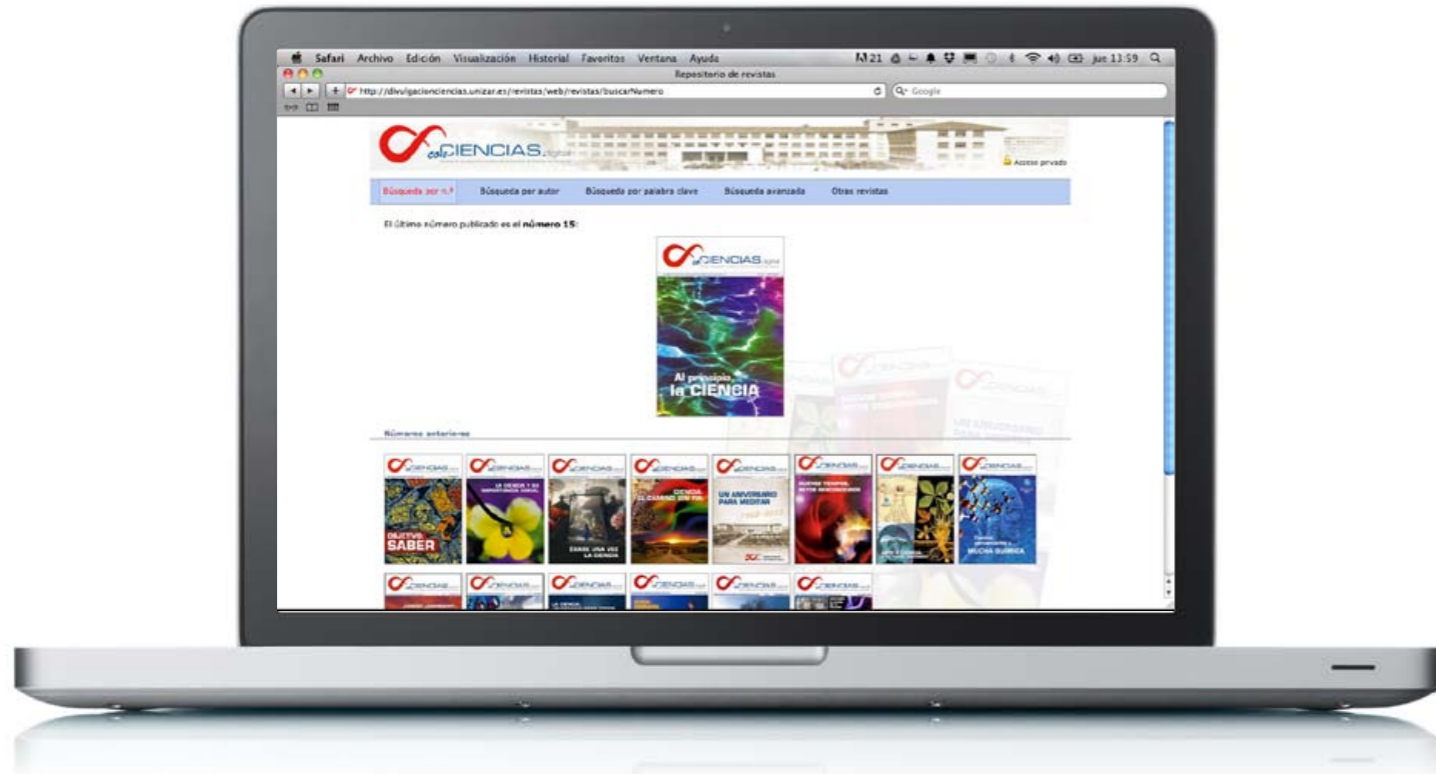
<http://divulgacionciencias.unizar.es>

Por defecto, la forma en que se presentan los artículos es agrupados por revistas, de modo que eligiendo un número de revista concreto se accede al repositorio de todos los artículos

de ese número. También se pueden buscar los artículos por el autor de los mismos, por palabra clave o bien a través de una búsqueda más avanzada en la que se puede indicar varios criterios (número de revista, fecha de publicación, título de la revista o del artículo, autor o palabra clave).

Además de almacenar los contenidos de la revista conCIENCIAS, este repositorio también pretende recopilar artículos de divulgación científica que se publiquen en otras revistas. Por ello también permite la búsqueda de artículos que provengan de otras fuentes.

Confiamos que esta nueva página web sea de gran utilidad para la búsqueda de artículos de divulgación científica y de este modo nos permita avanzar en nuestro propósito de acercar el conocimiento científico a la sociedad en general.



Bodas de oro de la promoción de Físicas 1959-64

Fuimos dieciocho estudiantes (tres mujeres y quince hombres) quienes, en 1959, iniciamos ilusionados, en la Facultad de Ciencias de Zaragoza, los estudios de Licenciatura de Físicas. La mayoría procedíamos de Aragón y el resto del distrito universitario, muy extenso geográficamente en la época.

Terminada la carrera, nos dispersamos en busca de trabajo o para ampliar nuestra formación en universidades y centros de investigación. Con el tiempo, nos fuimos estableciendo repartidos por todo el país (Cuenca, Huesca, Madrid, Pamplona, San Sebastián, Santander, Valencia, Zaragoza) dedicándonos a docencia, investigación y empresa, en bastantes casos con estancias temporales importantes fuera del país. También hay un sacerdote. El grupo más numeroso reside en Madrid y solemos reunirnos en una comida anual para celebrar la festividad de S. Alberto Magno, muchas veces acompañados por otros compañeros de la promoción que viven en zonas próximas.

ANTECEDENTES

En 1989, año en que correspondía celebrar nuestras bodas de plata, debíamos de estar muy inmersos en nuestros trabajos y ningún compañero planteó la posibilidad de una celebración. Sin embargo, más adelante, a alguien se le ocurrió que no podíamos esperar a las Bodas de Oro para contactar con todos los componentes de la promoción, así que decidimos preparar un encuentro en el 40 Aniversario.

La idea fue acogida con entusiasmo por todos y, con la colaboración inestimable de nuestro compañero José M^o Forniés Marquina, Profesor de la Facultad de Ciencias, se organizó la celebración en junio de 2004. Por desgracia, hoy no hemos podido contar con él por su inesperado fallecimiento unos meses antes de las fechas programadas.

El "40 Aniversario" lo celebramos el 26 de junio del 2004, en este día fuimos recibidos y acompañados por las instalaciones de nuestra

“Terminada la carrera, nos dispersamos en busca de trabajo o para ampliar nuestra formación en universidades y centros de investigación”.

Facultad, la "nueva" en la Plaza de San Francisco y la "vieja" en la Plaza Basilio Paraíso, actual Rectorado. Revivir nuestra época estudiantil resultó emocionante y la acogida de la comunidad educativa muy gratificante.

Con estos antecedentes, y como era de suponer, desde inicios de 2014 todos estábamos ansiosos por cumplir con nuestro objetivo de reunirnos en Zaragoza para celebrar las Bodas de Oro de la promoción "Físicos 1964". Se fijó la fecha del 16 de mayo como día principal del evento y se contactó con la Facultad para informar de nuestro deseo y solicitar apoyo para visitar las instalaciones actuales. La contestación, entusiasta y cariñosa de las Sras Decana y Vicedecana, fue inmediata.

Vinimos con la ilusión de este encuentro personal en el entorno que fue escenario de nuestra formación, muchos de los compañeros lo hicieron junto a sus cónyuges que nos han acompañado y apoyado en gran parte de los 50 años transcurridos desde la Licenciatura. Incluso, en algunos casos, desde antes. Como punto de encuentro elegimos un céntrico hotel, donde se alojaron algunos compañeros. Fuimos llegando a lo largo de la tarde del día 15, a última hora tuvo lugar una cena de bienvenida y confraternización plena de recuerdos, noticias familiares y un buen ambiente.

Finalmente, el grupo lo componíamos trece compañeros. Dos no pudieron asistir por problemas de salud, otro tenía dificultades por com-

promisos anteriores. Y, lo más doloroso, dos habían fallecido: el Profesor José M^o Forniés unos meses antes y José Luis García, catedrático de Electrónica en la Universidad de Santander, a finales del 2011. A todos los recordamos con cariño.

Los Actos en la Facultad tuvieron lugar el día 16 y empezaron con la recepción en el vestíbulo del edificio A por la Vicedecana de Proyección Social y Cultural, Concepción Aldea que, tras una cordial acogida y presentaciones, nos guió la visita por las nuevas instalaciones y exposiciones. Fue particularmente agradable ver INSTRUMENTA, colección permanente de instrumentos históricos de laboratorio y, en mi deseo, "potencial germen" de una exposición permanente sobre Ciencia a nivel local. Creo que reconocimos algunas "joyas de la corona" como: plano inclinado, microscopios, balanzas de precisión, botella de Leyden, termopilas, colorímetros, generadores BF, multímetros y galvanómetros, así como algunos fondos de Biología y láminas de Botánica.

Identificamos a alguno de estos instrumentos utilizados en prácticas de laboratorio, recordando lo difícil que era estabilizarlos previamente a hacer una correcta medida. También visitamos el Aula Magna, la Biblioteca y laboratorios de investigación del Departamento de Física Aplicada (fibras ópticas, procesos holográficos y equipos de Sputtering para deposición de materiales por pulverización catódica) acompañados por el Jefe del Departamento y los investigadores responsables de los proyectos y equipos.

Posteriormente tuvo lugar el Acto formal de bienvenida en el Salón de Grados, por Ana Isabel Elduque, Decana de la Facultad de Ciencias, junto a la Vicedecana Concepción Aldea. Nos dio una cariñosa bienvenida, insistiendo en



Asistentes al evento.

Imagen cedida por los autores.



Mesa presidencial del acto.

Imagen cedida por los autores.

“Fuimos una promoción corta y, por eso, el contacto personal con todos los profesores fue muy próximo”.

que habíamos vuelto a la que podíamos seguir considerando “nuestra Facultad”. Nos informó de los trabajos en curso y de las perspectivas y objetivos de futuro y nos animó a seguir en contacto y participar con las iniciativas que se consideraran de interés. Estas futuras visitas siempre serán recibidas con satisfacción.

A la Sra. Decana tuve el honor de contestar con unas palabras en nombre de mis compañeros agradeciendo las atenciones recibidas, extendiéndome en el recuerdo a nuestros dos compañeros fallecidos, así como recordando con anécdotas a nuestros queridos profesores y, también, reflexionando sobre las circunstancias que rodearon nuestra formación y nuestro encaje con el desarrollo de la Física Actual.

Fuimos una promoción corta y, por eso, el contacto personal con todos los profesores fue muy próximo, recordando que algunos nos dieron quebraderos de cabeza por su rigor, pero también fortalecieron nuestra formación. Juan Cabrera con su sólida enseñanza, Justiniano Casas y su exigencia científica con la Óptica, Baltasar Rodríguez Salinas con sus teoremas y propuestas de clases extra de los sábados, Pedro

Pi recién incorporado con su Análisis Matemático, Rafael Cid y sus clases de Astronomía siempre al completo, Gonzalo González Salazar y el “diablillo de Maxwell”, José M^a Íñiguez imponente con su Mecánica Teórica, Antonio Plans y su Geometría. Domingo González y José Savirón, savia nueva, nos condujeron hacia las fronteras de la Física Moderna. Sin olvidar a otros profesores como Manuel Quintanilla y Esteban Ciriquian, M^a Josefa Yzuel, Santiago Álvarez.

Con casi todos ellos tuvimos posteriores contactos con la satisfacción de que se acordaran personalmente de nosotros.

Sin duda pertenecemos a una generación que vive la actividad frenética de avances de la Ciencia y en particular de la Física, clave del progreso e impulso de la actual sociedad.

Dada la amplitud del área de conocimientos de la Física, sin ser exhaustivo citaré ejemplos de algunos hitos de la Física Teórica y de la Aplicada de los que hemos sido, o somos, espectadores privilegiados:

- Los avances en el conocimiento de las partículas elementales
- El problema de las masas de las partículas W, Z y el mecanismo de Higgs.
- La Teoría de Cuerdas.
- El teletransporte Cuántico/Ordenador cuántico.
- La medida de la Masa del neutrino.
- Teoría del modelo de expansión del Universo.
- Desintegración del protón, y creación de materia a partir de energía pura.
- Teoría del BIG-BAND - El descubrimiento del Bosón de Higgs (en 2012 gracias a los Experimentos LHC-CERN).

No es exagerado decir que nuestra civilización actual depende de la Física para su propia existencia. También es cierto que con un indebido uso de la física seríamos capaces, desde hace más de cuarenta años, de destruirnos utilizando armas nucleares y desgraciadamente esta amenaza sigue vigente.

Hasta hoy por fortuna, tenemos presentes grandes beneficios como:

El imponente desarrollo de la Electrónica, Microelectrónica/Nanoelectrónica, la Óptica, con los láseres, la Fibra óptica, las microscopías avanzadas. Los nuevos materiales: Nanociencia, Nanotubos, Grafeno, la creación de cada vez más potentes computadores y los sistemas inteligentes portables que confieren un enorme soporte para el amplísimo desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Internet, la Robótica avanzada, los sensores inteligentes, también la Investigación y las misiones al espacio-Exploración de Marte así como el desarrollo de las energías limpias.

Muy beneficiosos han sido también los avances en Biología y Medicina gracias a la Física. Sin los desarrollos de las espectroscopías y microscopías más avanzadas (rayos X, electrónica, entre otras) el descubrimiento de la estructura del ADN, los estudios de virus o el descifrado del genoma humano hubiesen sido imposibles. Las aplicaciones directas de la Física en Medicina también son innumerables; mencionaré los avances en el estudio de la Medicina interna basados en Física del microcosmos. Con los escáner por resonancia magnética, y la tomografía de positrones relevante como el método menos invasivo y más preciso para explorar el interior del cuerpo humano. También destacar la Cirugía robotizada y la administración optimizada de fármacos mediante nanopartículas.

Sería una lista interminable de hechos, descubrimientos y desarrollos tecnológicos a los cuales como docentes, investigadores, tecnólogos y profesionales de la empresa hemos tenido la fortuna de haber estado muy próximos y aportando y enriqueciendo nuestros conocimientos, cuyos fundamentos recibimos en esta Facultad.

“Creo que todos, en el desempeño de nuestro trabajo, hemos dado respuesta adecuada a la formación que recibimos y estamos orgullosos de nuestros profesores”.

Concluidas estas palabras tuvimos un coloquio en el que intervinieron varios compañeros, destacando la información acerca de la gestión tan abierta que lleva a cabo el equipo de gobierno de la Facultad así como las dificultades que se van superando gracias a mucha perseverancia, hecho que nos animó a frecuentar el contacto con “nuestra universidad”, en particular mostramos especial interés en visitar las instalaciones singulares del LSC de Canfrac, esperemos se materialice esta visita.

El acto terminó con una despedida emocionada y agradecida por parte de todos recordando que iniciamos nuestros

estudios universitarios en la Antigua Universidad, hoy Paraninfo, de la Plaza Paraíso y procediendo de diversos centros educativos. Algunos ya habían pasado por las aulas del Instituto Goya, ubicado entonces en otra sede anterior de la Universidad, la Plaza de la Magdalena. Los tres primeros cursos los hicimos en el edificio de la Antigua Facultad de Medicina y Ciencias, mientras se terminaba el edificio en el que hoy nos encontramos en el Campus de San Francisco donde ya estaban instalados Filosofía y Derecho. Se puede decir que, prácticamente, lo inauguramos y trabajamos durante los dos últimos años de carrera las instalaciones de esta Facultad, modernas con laboratorios y algunos equipos para la investigación.

Acabada la Licenciatura nos dispersamos por la geografía española con estancias temporales de formación en el extranjero en búsqueda de oportunidades laborales, dedicándonos unos a la docencia, a la investigación y otros incorporados a la empresa. Creo que todos, en el desempeño de nuestro trabajo, hemos dado respuesta adecuada a la formación que recibimos y estamos orgullosos de nuestros profesores que nos motivaron a desarrollar un espíritu crítico y científico y de haber formado parte de esta Universidad de Zaragoza en la que, todavía, nos consideramos incluidos y de la que siempre nos hemos sentido muy orgullosos.

Después de los cincuenta años transcurridos desde nuestra Licenciatura, es obligado el agradecer nuestro paso por la Universidad recordando el tiempo pasado con reconocimiento hacia quienes participaron en nuestra formación prestigiándonos a nosotros y a la propia Institución

Tras esta despedida emocionada y agradecida nos desplazamos hacia la Plaza de Basilio Paraíso para la comida programada en el Res-

taurante Paraninfo dentro de la “vieja Universidad” donde iniciamos nuestra andadura y curiosamente vecino a los antiguos laboratorios de prácticas, dónde hoy se realiza “tecnología gastronómica” de calidad. Encuentro memorable del que disfrutamos como en todos los actos anteriores, no lo olvidemos, acompañados de nuestros cónyuges.

Ocupamos la tarde visitando un lugar emblemático de Zaragoza que, con independencia de nuestros orígenes y residencias actuales, consideramos nuestra ciudad. Recorrimos la Aljafería y admiramos la rehabilitación actual.

Finalizó la jornada con una cena en un restaurante tradicional aragonés saboreando comida típica y escuchando jotas con que nos obsequió la casa.

CONCLUSIÓN

Hemos disfrutado enormemente con la celebración de las Bodas de Oro de nuestra Promoción: Físicos 1964. Gracias a todos los que participaron y en especial a la Universidad que, representada por las Sras. Decana y Vicedecana de Ciencias, nos acogió con cariño, lo que demuestra la vigencia del modelo universitario que compagina e integra tradición con modernidad y que, desde las raíces humanistas de la defensa de la dignidad de todos, renueva el saber a través de la comunicación inter-generacional.

Manuel Blasco y F. Javier Gutierrez

Miembros de la Promoción Físicas 1964



Visita a las instalaciones de la Facultad.

Imagen cedida por los autores.

Taller de Construcción de una Impresora 3D

Esta actividad divulgativa, en la que han participado profesores y alumnos de 12 Institutos de Secundaria de Aragón finalizó el 12 de diciembre de 2014.

La Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza realizó una nueva actividad científica, dirigida a estudiantes de 4º de ESO y 1º de Bachillerato, el Taller de construcción de una impresora 3D, donde una docena de Institutos de Educación Secundaria (IES) de Aragón pudieron diseñar su propia impresora 3D.

Este taller surgió tras el alto interés despertado por una impresora 3D entre los estudiantes participantes en la Semana de Inmersión en Ciencias. Ya en ese momento, los asistentes pudieron experimentar con la impresora 3D, fabricada entre investigadores y alumnos de un colegio zaragozano, con la que pudieron crear piezas y figuras tridimensionales.

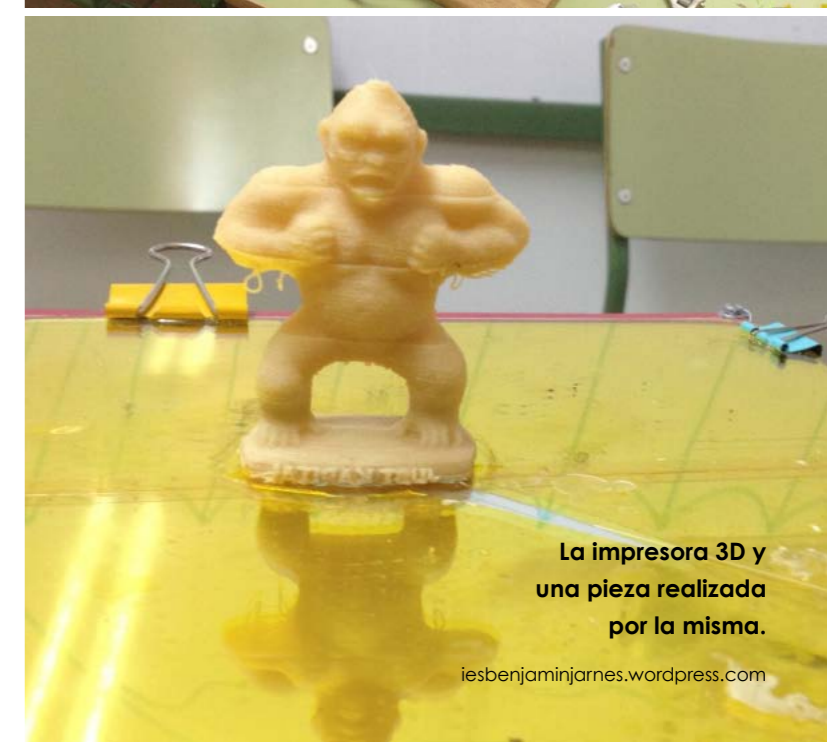
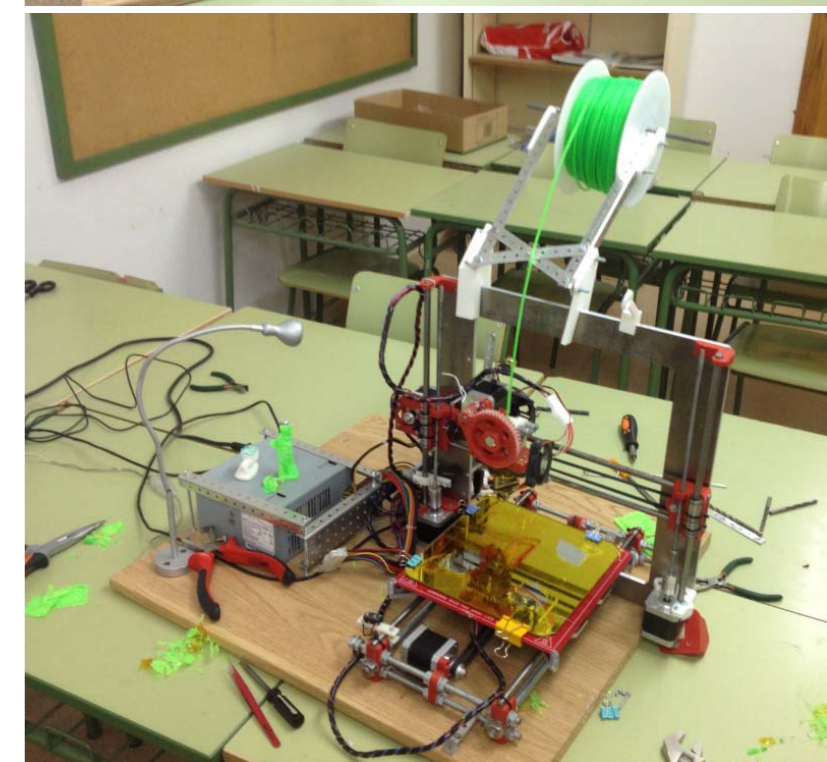
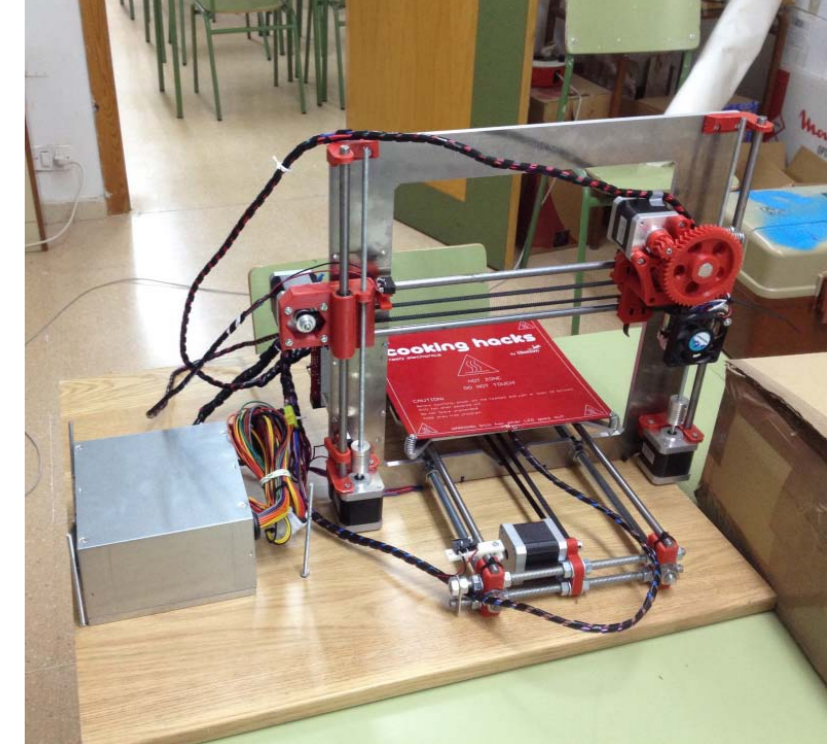
La peculiaridad de la impresora 3D, en general, es que permite reproducir una pieza u objeto a partir de la superposición de miles de capas o secciones, con una exactitud y realismo muy elevados, con múltiples aplicaciones como, por ejemplo, la que se deriva del Big Brain, un atlas del cerebro humano en 3D. La impresora 3D se limita a reproducir las órdenes diseñadas previamente mediante las correspondientes aplicaciones de software y guardadas en un fichero de ordenador. La impresora contiene un pequeño tubo metálico, denominado extrusor, por el que se introduce el filamento de plástico de 1.75 mm de diámetro que, al calentarse a unos 220 grados de temperatura, se funde y cae como un fino hilo. Este hilo se solidifica al llegar a la superficie que constituye la base de la impresora, a 100 grados de temperatura, y va formando las sucesivas capas o secciones de plástico que, finalmente, conforman el objeto. La precisión obtenida depende básicamente del número de capas, que condiciona

asimismo el tiempo de impresión. Por otra parte, la densidad seleccionada tiene efecto en la solidez de la pieza y la cantidad de plástico consumido. Un sistema mecánico de precisión, controlado por el ordenador, realiza los movimientos horizontal y vertical de la cabeza que soporta el extrusor, así como de la base de la impresora.

La clausura se llevó a cabo el 12 de diciembre en la Sala de Grados de la Facultad, y contó con la asistencia de todos los centros de educación secundaria y bachillerato participantes. Estos centros han sido: Colegio Jesús María El Salvador, Colegio inglés La Alfranca, IES Elaios, IES Félix de Azara, IES Luis Buñuel e IES Tiempos Modernos de Zaragoza, IES Tubalcáin de Tarazona, IES Benjamín Jarnés de Fuentes de Ebro, y los centros IES Martínez Vargas de Barbastro y Sierra de Guara de Huesca.

Es de destacar entre los actos de la jornada de clausura la mesa redonda a cargo de los representantes de profesores y alumnos de los centros participantes, que realizaron una exposición del trabajo, la exposición de piezas 3D y la entrega de diplomas a los participantes.

Este taller ha sido dirigido y planificado por el profesor José Barquillas, del Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, Área de Electrónica, de la Facultad de Ciencias.



Los alumnos de La Alfranca creando la impresora.
www.heraldo.es

La impresora 3D y una pieza realizada por la misma.

Bodas de oro de la promoción 1960-65

En los años 60, el Curso Selectivo de Ciencias era común a todas las carreras de Ciencias y, además, en los cursos siguientes había asignaturas, como la Mecánica y Termodinámica y Electricidad y Óptica que eran comunes a las tres secciones existentes en nuestra Facultad. Todo esto propiciaba que entre los alumnos de estas secciones se entablaran fácilmente relaciones de amistad. La promoción 1960-65 realizó varias celebraciones conjuntas y, en particular, se realizó unificado el viaje de

fin de carrera, por Andalucía. El número de alumnos en esa promoción era de unos 50 de Químicas, unos 20 de Físicas y 8 de Matemáticas.

Nada más natural, por tanto, que cuando se iban a cumplir las Bodas de Oro de la promoción planificaran hacerlo también conjuntamente.

Convocados por una animosa comisión organizadora, casi unos 50 miembros, venidos de toda España, con una veintena de acompañantes, se reunieron el pasado 10 de abril en nuestra Facultad.

En un emotivo acto académico en la Sala de Grados, presidido por el decano Luis Oriol, se proyectó una presentación sobre la Zaragoza de los 60 y sobre los

“Tras las fotos de rigor en las escaleras de la Facultad, se trasladaron a su antigua Facultad, hoy edificio Paraninfo”.



Fotografía de familia.
Imagen cedida por el autor.



Mesa presidencial del acto (arriba) y los asistentes en la entrada principal de la Facultad de Ciencias (abajo).

Imágenes cedidas por el autor.

edificios en los que esta promoción realizó sus estudios: la vieja Facultad de Medicina y Ciencias de la plaza de Paraíso y la nueva Facultad en el campus de San Francisco, que se inauguró en 1962.

Tras las fotos de rigor en las escaleras de la Facultad, se trasladaron a su antigua Facultad, hoy edificio Paraninfo, para realizar una visita guiada, saludar al Rector Manuel López y, a continuación, comer en la Sala Trece Heroínas del mismo edificio.

Mariano Gasca
Miembro de la Promoción 1965



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/1



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/2



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/3



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/4



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/5



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/6



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/7



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/8



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/9



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/13



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/14



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/10



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/15



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/11



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/12



divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/16

¡Descárgala gratis!

