

La química, una ciencia imprescindible

El pasado 1 de diciembre se celebró la clausura oficial del Año Internacional de la Química, en Bruselas. A la ceremonia asistieron científicos y representantes de la industria química y farmacéutica de todo el mundo. La elección de Bruselas para este acto no fue casual, ya que se conmemoraba así el centenario de la celebración (entre el 29 de octubre y el 4 de noviembre de 1911) de la primera Conferencia Solvay que tuvo lugar en esta ciudad. Ernest Solvay fue un químico industrial belga que, a los 21 años, empezó a trabajar en la fábrica de un tío suyo. Por problemas de salud no pudo cursar estudios universitarios pero, de forma autodidacta, adquirió profundos conocimientos de física y química, con lo que diseñó un método alternativo para obtener carbonato sódico (sosa).

Probablemente alguien ajeno a la química aplicada, que oiga hablar de la sosa, no le parecerá que sea una sustancia especialmente relevante. Pero no es así. Aparte de su empleo en aspectos tan cotidianos como la preparación de dentífricos o constituir un aditivo alimentario (el E500, regulador de la acidez), encuentra innumerables aplicaciones en la síntesis química, la industria textil, la preparación de detergentes, el tratamiento de aguas, y la fabricación de vidrio. Además, es la base para la preparación industrial de la sosa cáustica (hidróxido de sodio), un compuesto también con buen número de aplicaciones, como la fabricación del jabón.

Solvay, gracias a su invención, consiguió una notable fortuna. Aparte de poseer una evidente inquietud social (consiguió para los obreros de sus fábricas aspectos como la jornada laboral de ocho horas, vacaciones pagadas, formación, etc., antes de que lo estableciera la propia legislación belga), se sentía deudor y admirador de la ciencia, lo que le llevó a crear institutos existentes aún hoy día. Entre otros desarrollos filantrópicos, organizó las denominadas Conferencias Solvay, donde reunía a un grupo de expertos internacionales para discutir aspectos de las fronteras del saber en temas de física y química, que se siguen celebrando actualmente. La primera Conferencia Solvay, celebrada en 1911, como se ha indicado, sentó las bases para el desarrollo de la física cuántica, si bien la consolidación definitiva de esta materia se produjo a partir de la Conferencia Solvay celebrada en 1927. Las fotografías de

ambos encuentros ilustran muchos libros de texto de ciencia, dado que se reunieron a las personalidades más relevantes de ese campo de la física (con importantes implicaciones en química), como Albert Einstein, Marie Curie, Louis M. Brillouin y Paul Langevin, que participaron en ambas.

Por iniciativa de la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) y de la UNESCO (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization), la Asamblea General de la ONU proclamó al presente año, 2011, como Año Internacional de la Química. Se consideró que era un buen momento para celebrar los logros de esta ciencia y sus contribuciones al bienestar de la humanidad.

El año 2011 es el centenario de la concesión del Premio Nobel de Química a Marie Curie, por el descubrimiento de los elementos radio y polonio. Se consideró así que era una oportunidad para resaltar el papel de la mujer en el avance científico. Anteriormente había recibido el Premio Nobel de Física, compartido con su esposo, Pierre Curie, y Becquerel, por sus estudios sobre la radiactividad. También se conmemora en 2011 el centenario de la fundación de la Asociación Internacional de Sociedades Químicas, precursora de la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

La conmemoración enfatiza la contribución de la química como una ciencia creativa, esencial para la sostenibilidad y la mejora de nuestro modo de vida. A través de múltiples actividades (exhibiciones, concursos, eventos, publicaciones,...), celebradas durante todo el año, se ha resaltado cómo la investigación química es crítica para resolver los problemas globales y sustanciales de la humanidad, como la alimentación, el acceso a agua potable, la salud, la energía o el transporte.

Algunos hitos de la historia de la química

La historia de la química es, de alguna manera, la propia historia de la humanidad: cuando el *homo erectus*, hace más de medio millón de años, fue capaz de producir y mantener el fuego, sin saberlo, estaba realizando una reacción química (la combustión u oxidación de un combustible). Además, gracias al fuego, fueron posibles otras reacciones químicas fundamentales para la mejora de las condiciones de vida: cocinado de alimentos, obtención de metales a partir de minerales, como el bronce

y el hierro que dan nombre a eras históricas, y la preparación de cerámica y vidrio. La preparación de vino a partir de zumo de uva, conocida desde tiempo inmemorial como otras bebidas alcohólicas (cerveza a partir de cereales, sake a partir de arroz,...) también constituye un ejemplo de reacción, en este caso bioquímica, donde, esencialmente, una serie de azúcares se transforman en etanol mediante un proceso de fermentación en el que intervienen los organismos unicelulares conocidos como levaduras.

La alquimia, un arte con importantes connotaciones filosóficas, en sus distintas vertientes y escuelas (Mesopotamia, Antiguo Egipto, Persia, India, China, Antigua Grecia, Imperio Romano, Imperio islámico y en Europa hasta el siglo XIX) con su interés por descubrir afanosamente la piedra filosofal (que transformaría cualquier metal en oro) y el elixir de la eterna juventud, permitió el desarrollo de métodos y técnicas de síntesis química importantes. Por ejemplo, la invención de la técnica conocida como "baño María", usada actualmente tanto en los laboratorios de química como en la cocina, se atribuye a la alquimista María la Hebrea o Miriam la Profetisa, que se supone vivió alrededor del siglo III en Alejandría. Los saberes alquímicos acumulados por civilizaciones anteriores



Marie y Pierre Curie en el laboratorio. Obtuvieron el Premio Nobel de Física en 1903, compartido con Becquerel. Marie consiguió, además, el de Química en 1911.



En *El alquimista*, de David Ryckaert III, se plasma el halo de misterio que rodeó a la Alquimia, precursora de la química moderna.

fueron asimilados y mejorados por la alquimia árabe, destacando la labor, entre los siglos VIII y XI, de personajes como Jabir Ibn-Hayyan (conocido por Geber), Rhazes y Avicena. Al-Ándalus jugó un importante papel en la transmisión de estos conocimientos hacia Europa. Términos como azúcar, alcohol, álcali, elixir, alambique y alcanfor, entre otros, proceden de vocablos árabes.

El halo místico, esotérico y secretista que solía acompañar a las prácticas alquímicas fue perdiéndose, a partir del siglo XVII, para pasar a seguir una metodología científica. Así, se considera

a Robert Boyle (1627-1691) como uno de los primeros autores en superar las concepciones alquímicas, lo que plasmó en su libro *El químico escéptico*, donde prescinde del artículo árabe de *al-kimiya*. Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), publicó el *Tratado elemental de Química*, considerado como el primer texto moderno de esta disciplina. Entre otros muchos aspectos, destacó por introducir una nomenclatura química más racional, por establecer claramente la ley de conservación de la masa y por explicar el proceso de combustión, basado en experimentos rigurosos y abandonando

la idea (admitida desde el siglo anterior) de que las sustancias inflamables contienen flogisto (un principio inflamable).

El siglo XIX supuso un avance fundamental para la que ya se puede considerar química moderna y, lo que es más importante, la interpretación de las propiedades y cambios químicos a partir de la teoría atómica y molecular. También el siglo XIX supuso el progreso de la industria química, por ejemplo para la preparación de colorantes artificiales para tejidos, que contribuyó al liderazgo científico-tecnológico de Alemania. Otro ejemplo de desarrollo de la química industrial es que en 1886, los conocimientos de electroquímica permitieron la obtención del aluminio (un metal tan cotidiano hoy en día) a gran escala.

Marie Curie (1867-1934) es, sin duda, una de las figuras emblemáticas de la ciencia a nivel universal. Ya en vida gozó de una gran popularidad. Aparte de la obtención de dos premios Nobel, como se ha indicado, abrió nuevas áreas en medicina (por ejemplo, para el tratamiento del cáncer). Durante la Primera Guerra Mundial organizó unas instalaciones radiológicas móviles (las *petites Curies*), que transportaban aparatos de rayos X para el diagnóstico de heridos en los campos de batalla; su primera ayudante en estas unidades fue, con solo 17 años, su hija Irène, quien años más tarde recibió, compartido con su marido, Frédéric Joliot, el Premio Nobel de Química.

ELEMENTOS QUÍMICOS DESCUBIERTOS POR INVESTIGADORES ESPAÑOLES

Solo trece países han tenido científicos que hayan descubierto algún elemento químico. En concreto, España pertenece al "club" de ocho países que han descubierto tres o más.

- **Antonio de Ulloa y de la Torre Giralt** (1716-1795) fue un marino, mineralogista y físico sevillano que llegó a ser gobernador de La Luisiana. Descubrió (en 1735, si bien lo publicó en 1748) que la impureza del oro conocida como *platina de Pinto*, por su parecido con la plata y por encontrarse cerca de este río de Nueva Granada (hoy Colombia) era un metal desconocido. Con el tiempo, se denominaría **platino**.
- **Juan José** (1754-1796) y **Fausto Fermín** (1755-1833) de **Elhúyar y Lubice** fueron ingenieros de minas y químicos, naturales de Logroño, que estudiaron en diversas universidades europeas. Presentaron en 1783 un trabajo sobre el aislamiento de un nuevo elemento, que se denominaría

wolframio, en el Real Seminario Patriótico de Vergara (Guipúzcoa). Fausto residió más de treinta años en México, donde fundó el Colegio de Minería. A su vuelta a España, entre otros cargos, fue designado director de la Academia de Minas de Almadén, precursora de la actual ETSI de Minas de la UPM.

- **Andrés Manuel del Río Fernández** (1764-1849) fue un ingeniero y naturalista madrileño. Titulado en la Academia de Minas de Almadén, amplió estudios en diversos centros europeos. Fue profesor en el Colegio de Minería de México, donde aisló un nuevo elemento en 1801. Lo denominó **pancromo**, porque sus sales le recordaban a las del cromo y, más tarde, **eritronio** (de color rojo), al comprobar que sus sales se volvían rojas al calentarse. Aunque algún autor propuso el nombre de "rionio" para este elemento, es conocido como **vanadio** (de Vanadis, diosa escandinava de la belleza).

A principios del siglo XX los logros de la química cuántica y otras teorías fisicoquímicas, basadas en experimentos realizados con instrumentos de cada vez mayor complejidad, facilitaron la interpretación de las propiedades de las sustancias como una consecuencia de su estructura. Otro aspecto destacado de la química del pasado siglo, especialmente a partir de la Segunda Guerra Mundial, fue la fabricación masiva de plásticos, con distintas propiedades, lo que permitió el acceso general a muchos bienes de consumo sin necesidad de esquilmar la naturaleza. Los antiguos discos de "vinilo" (químicamente de policloruro de vinilo), los actuales discos compactos, CD (formados por una base de policarbonato), la fotografía, las películas de cine (inicialmente de celuloide), las pantallas de cristal líquido, los combustibles para automóviles, o las baterías que usamos en dispositivos electrónicos, son algunos ejemplos cotidianos del mundo contemporáneo que, sin el concurso de la química, no se hubieran logrado. También por ejemplo los tejidos ampliamente utilizados, como el nylon o más específicos, como el kevlar empleado para chalecos antibala o cascos protectores, y los tintes correspondientes, son desarrollados por la industria química. Una sola planta de fabricación de fibras sintéticas proporciona la misma materia prima que un "rebaño" de 12 millones de ovejas que, por otra parte, necesitarían de pastos del tamaño de Bélgica para alimentarse.

La química y otras ciencias

Es a veces conocida como "la ciencia central", porque se basa en otras, como las matemáticas y, muy especialmente, la física, y es fundamental para el estudio de otras, como la geología y la biología. El objeto fundamental de la química es el estudio de las propiedades, estructura, composición y transformaciones de la materia. Eso hace que sea también fundamental para nuevas áreas del saber, como la ciencia e ingeniería de materiales, la biotecnología o el medio ambiente. Y también es fundamental para áreas muy específicas, como el estudio de la composición y datación de pinturas y otras obras de arte, conservación del patrimonio cultural o la síntesis de nuevos medicamentos.

Por ello, encontramos aplicaciones de la química en casi todas las actividades



El cine y la fotografía tradicionales se basan en un soporte de plástico (la "película de celuloide" en sus inicios) recubierto de sustancias químicas fotosensibles.

que podamos imaginar. Por ejemplo, en la preparación del papel (a partir de celulosa) donde se ha imprimido este texto, en la fabricación de las tintas correspondientes (formadas con barniz, pigmentos, aceites y aditivos) y en la obtención del plástico con el que se empaqueta la revista. Y si se lee en formato electrónico, también habrá sido, en alguna medida, gracias a los conocimientos químicos que permiten fabricar, a partir de arena, el silicio correspondiente y su dopado con otros elementos, base de la electrónica, así como diodos orgánicos emisores de luz (OLED) o de cristal líquido (LCD).

En todo caso, el Año Internacional de la Química no ha sido un ejercicio de nostalgia. La celebración de lo logrado por esta ciencia y su potencialidad es una oportunidad para favorecer la difusión de aspectos de interés, no siempre bien conocidos. Por ejemplo, la química es un pilar fundamental de la economía española, esencial para la generación de empleo y riqueza. El sector químico y farmacéutico integra más de 3.300 empresas, que facturan anualmente cerca de 50 mil millones de euros, y suponen el 10% del Producto Industrial Bruto español. Este sector genera más de medio millón de puestos de trabajo, siendo el



Las fibras sintéticas evitan el empleo excesivo de las naturales, como la seda, y permiten preparar tejidos con distintas prestaciones. Tintes y pigmentos, que obtiene también la industria química, les dan una variedad inmensa de colores.



El procesado del papel o la preparación de tintas son ejemplos de cómo la química juega un papel esencial en las artes gráficas.

88% con carácter indefinido (frente al 65% de la media nacional). Es, también, un sector líder en inversiones en protección del medio ambiente (el 20% de las inversiones nacionales al respecto) y en contribución al desarrollo sostenible. Es, además, el primer inversor privado en I+D+i, acumulando el 26% de todos los recursos destinados por la totalidad de la industria española. Uno de cada cinco investigadores del sector privado trabaja en una empresa del sector químico.

La química en la UPM

Ha sido y es un aspecto básico fundamental para la formación de ingenieros, y también es objeto de la especialidad de algunas ingenierías. Así, cuando se aprobó el Decreto para la fundación de la carrera de Ingeniero Industrial (4 de septiembre de 1845), esta contaba con dos especialidades, Mecánica y Química, y se cursaría en la Escuela Central del Real Instituto Industrial, en Madrid, creado para ello.

Otro ejemplo de la vinculación de la química con las Escuelas de Ingenieros que, con los años, constituirían la UPM, es el hecho de que, en 1913, en la publicación titulada *Reseña de los principales establecimientos científicos y laboratorios de investigación de Madrid*, editada por la Asociación Española para el Avance de las Ciencias, de los 14 centros citados, seis eran instalaciones de estos centros.

Dadas sus implicaciones en el ámbito de la ingeniería, la química, en múltiples vertientes y materias, está presente en casi todas las titulaciones impartidas actualmente en la Universidad Politécnica de Madrid. El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se estableció la ordenación de las nuevas enseñanzas universitarias oficiales en España, indica que cada plan de estudios de Grado debe contener un mínimo de 60 créditos europeos (ECTS) de formación básica, de los que, al menos 36, estarán vinculados a algunas materias determinadas para cada rama de conocimiento. Estas materias deben concretarse en asignaturas, con un mínimo de seis créditos cada una, y ser ofertadas en la primera mitad del plan de estudios. Pues bien, la química es una de las seis materias que el citado Real Decreto señala entre las

LA UPM Y EL AÑO INTERNACIONAL DE LA QUÍMICA

Con motivo del Año Internacional de la Química, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPM acogió la exposición "Entre moléculas", compuesta por una serie de paneles que mostraban el papel central de la química y sus aportaciones a la humanidad.

Coincidiendo con la inauguración oficial de la exposición se celebró una mesa redonda con el título "La química en la sociedad de hoy", en la que intervinieron Guillermo Cisneros, director de la Escuela, Cristina Pérez, secretaria general de la

UPM, investigadores del CSIC (Pilar Goya, Pilar Tigeas, Carmen Mijangos, Carmen Pascual y Bernardo Herradón, comisario de la exposición), los profesores Cristina Rivero y Regino Sáenz y Pedro Luis Jordán, estudiante de Ingeniería Química de la UPM.

Cristina Rivero, en el acto de apertura de la jornada, recordó que la química, además de estar presente en nuestras vidas bajo infinidad de formas, "es una ciencia que debe *viajar* acompañando a las otras ciencias y, de manera especial, a las ingenierías".



básicas para la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura.

En la oferta formativa que imparte la Universidad Politécnica de Madrid se encuentran las titulaciones de Ingeniero Técnico Industrial (especialidad Química Industrial), Ingeniero Industrial (intensificación Química Industrial y Medio Ambiente), y de Ingeniero Químico, así como los nuevos Grado y Máster en Ingeniería Química, y el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (intensificación Química Industrial y Medio Ambiente). Todas estas titulaciones presentan, año tras año, una importante demanda por parte de los nuevos estudiantes que acceden a la Universidad.

En cinco departamentos de la UPM se incluye el término química. Un buen número de profesores de esta Universidad realiza una destacada labor investigadora en diferentes áreas de la química, sobre aspectos variados, como son: análisis instrumental, electroquímica, desarrollo de sensores químicos, preparación y caracterización de nuevos materiales, simulación y control de procesos, biotecnología, diseño de reactores, termoquímica, síntesis de productos, tecnología ambiental, combustibles, carbón, petroquímica, explosivos, aspectos químico-agrícolas, alimentos, enología y otros.

Además, entre los profesores de química de la UPM hay una importante inquietud por la incorporación de nuevas metodologías educativas para el aprendizaje de la química. En concreto, se ocupan de ello Grupos de Innovación Educativa como: "Metodología del Aprendizaje de la Química en el entorno de la EUIT Aeronáutica", "Química aplicada a la ingeniería de los recursos minerales y energéticos", "Acción Tutorial para Alumnos de las Nuevas Ingenierías" y "Didáctica de la Química".

Nuevas fronteras de la química

La química es fundamental para afrontar distintos retos de la humanidad. Podríamos destacar, por ejemplo, aspectos como:

- *El cuidado ambiental.* Incluyendo aspectos como métodos de separación de sustancias tóxicas, depuración de aguas, desarrollo de pilas de combustible, captación de CO₂ de los gases de combustión industriales, métodos de defensa frente a la lluvia ácida, y



Los conocimientos de química permiten diseñar y sintetizar las moléculas que constituyen los principios activos de los medicamentos.

disminución de la contaminación atmosférica.

- *La nanociencia y la nanotecnología.* Nuevas formas de síntesis y estudio de propiedades del grafeno, nanotubos, nanocompuestos, y preparación de nanodispositivos.
- *La salud.* Preparación de medicamentos, desarrollo de nuevos fármacos, tejidos inteligentes para la liberación controlada de fármacos, nuevos métodos de diagnóstico de enfermedades como marcadores moleculares del cáncer, desarrollo de implantes biocompatibles, diseño de biosensores para la medición precisa y rápida de parámetros químicos y biológicos, y técnicas de transporte de medicamentos a zonas específicas del organismo.
- *La ciencia de materiales.* Estudio de nuevos semiconductores, superconductores cerámicos, materiales de construcción (aislantes de viviendas, recubrimientos inteligentes para el vidrio, polímeros sustitutivos de la madera,...), biomateriales para la ingeniería biomédica y plásticos con propiedades especiales.
- *La alimentación.* Con aspectos como la preparación de nuevos conservantes, estabilizantes, fitosanitarios, fertilizantes, filmes de polímero para cubiertas de invernadero y gases criogénicos para mejorar la cadena del frío.
- *Las energías renovables.* Incluye el estudio de cuestiones tan variadas como la investigación en paneles solares más eficientes (por ejemplo a partir de híbridos de nanopartículas y polímeros)

o en aspas de aerogeneradores con mejores prestaciones.

Por citar una última frontera o reto de la química moderna, cabe destacar la denominada química verde o sostenible, que pretende el diseño de productos y procesos químicos que impliquen la reducción o eliminación de productos químicos que pudieran ser peligrosos. Como ejemplo a este respecto, gracias a la química (materiales más ligeros, nuevas baterías, combustibles mejorados, catalizadores más eficientes, asfaltos específicos,...) se han reducido considerablemente las emisiones de un vehículo actual respecto a las de otro de hace pocas décadas, y se han creado aislantes (como el poliuretano) capaces de reducir hasta el 80% de los gases de efecto invernadero derivados del consumo energético de las viviendas. Solo estas dos actividades suponen la mitad de la emisión de contaminantes del planeta.

Con lo resumido en este trabajo, a modo de esbozo, se muestra cómo la química influye en múltiples e importantes aspectos de la realidad cotidiana y es un área con amplias e importantes fronteras y retos; por ello, el lema elegido para el Año Internacional ha sido "Química-nuestra vida, nuestro futuro".

Gabriel Pinto
Catedrático de Universidad,
ETSI Industriales
y **Cristina Rivero**
Profesora colaboradora,
ETSI de Telecomunicación