



**UNIVERSITAT
JAUME·I**

**2011 Año Internacional de la Química
Centenario del segundo premio Nobel otorgado a
Maria Sklodowska, Marie Curie**

QUIMICA-MUJER-SOCIEDAD

Purificación Escribano López

Lección inaugural del curso 2011/12

LECCIÓN INAUGURAL DEL CURSO 2011-2012

**2011 Año Internacional de la Química
Centenario del segundo premio Nobel otorgado a
Maria Sklodowska, Marie Curie**

QUIMICA-MUJER-SOCIEDAD

Purificación Escribano López
Catedrática de Química Inorgánica
Departamento de Química Inorgánica y Orgánica
Universitat Jaume I

Castellón de la Plana, septiembre de 2011

Edita: Servicio de Comunicación y Publicaciones
Universitat Jaume I
Edificio de Rectorado y servicios centrales
Campus del Riu Sec
12071 Castellón de la Plana
www.uji.es · comunicacio@uji.es
Tel. 964 728 833
Depósito legal: CS 250-2011
Imprime: Innovació Digital Castelló, s.l.u.





A la memoria de mi padre (Pascual)

Rector Magnífico de la Universitat Jaume I, Muy Honorable Sr. Presidente de la Generalitat Valenciana, Exmos. e Ilmos. Señores/as, Distinguidos/as Colegas, Compañeros/as y Amigos/as de este Claustro Universitario, Señoras y Señores.

Como química, como investigadora, resulta para mí un honor y una auténtica satisfacción poder dirigirme a todos ustedes para impartir la primera lección del curso académico que hoy se inaugura. Esta lección va dedicada a todas esas mujeres (madres y abuelas) que con su ayuda y empeño, permitieron que otras como yo, pudieran acceder a la Universidad y que hoy esté aquí impartiendo esta clase, gracias a la generosidad del Excmo. Rector Magnífico de esta Universidad y de su Consell de Direcció.

2011 Año Internacional de la Química
Centenario del segundo Premio Nobel otorgado a
Maria Skłodowska, Marie Curie

QUIMICA-MUJER-SOCIEDAD

En 2011 la química se ha convertido en la protagonista en todo el mundo bajo el lema **«Química: nuestra vida, nuestro futuro»**. Es el «Año Internacional de la Química». La resolución fue adoptada por la Naciones Unidas para celebrar los logros de la Química y su contribución a la humanidad.

La UNESCO y la IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) han sido las instituciones designadas para llevar a cabo esta promoción. «El año internacional de la química esperemos que constituya un empuje a la Ciencia química, base de nuestra calidad de vida y de su futuro» según dijo Jung-Il Jin, presidente de la IUPAC. «Esperamos aumentar la apreciación pública y la comprensión de la química, aumentar el interés de los jóvenes por la ciencia y generar entusiasmo por un futuro de creatividad relacionada con la química».

El director general de la UNESCO, Koichiro Matsuura, encomió la decisión de la Asamblea General y acotó que «es indudable que la química desempeñará un papel muy importante en el desarrollo de fuentes alternativas de energía y en la alimentación de la creciente población mundial».

Los firmantes de la declaración del Año 2011 como el Año Internacional de la Química indican que:

«La historia de la Humanidad y su desarrollo han estado intrínsecamente ligados al progreso del conocimiento científico y tecnológico. La ciencia ha sido la herramienta que ha permitido a la humanidad alcanzar, a lo largo del tiempo, una mayor esperanza y calidad de vida».

Entre todas las ciencias ha sido la química, con el apoyo fundamental y necesario de la física, la biología y otras áreas del conocimiento, la que en mayor medida ha contribuido a ofrecer respuestas a las necesidades del ser humano.

A pesar del importante papel que la química ya ha desempeñado en el pasado, su protagonismo será aún más relevante para afrontar los retos a los que hoy en día, y en el futuro, deberá enfrentarse la Humanidad.

¿Cómo se alimentarán los más de 9000 millones de habitantes que poblarán La Tierra en 2050? ¿Cómo erradicaremos las enfermedades actuales y aquellas que aún no conocemos?, en definitiva, ¿cómo podrá, cada uno de los hombres y mujeres que habitan este planeta, alcanzar un nivel y calidad de vida suficientemente dignos?

Sin duda será la química, a través de sus científicos, investigadores, formadores, educadores, empresarios y trabajadores, la que aportará respuestas a estos y otros interrogantes, respuestas que sólo serán factibles si establecemos los necesarios cauces de colaboración entre todos ellos, apoyados por nuestra Sociedad, sus Autoridades y Organismos competentes.

Por todo ello, los firmantes declaran que:

1. Es necesario concienciar a la Sociedad del indispensable papel que la ciencia en general y la química en particular desempeñan para garantizar y mejorar la calidad de vida y el bienestar de los ciudadanos.

2. Es necesario que los Gobiernos, los Órganos Legislativos y Administraciones Públicas, fomenten y promuevan la excelencia en la educación científica, la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica, así como la difusión de información objetiva y veraz sobre la ciencia química y sus aplicaciones.
3. Es necesario reconocer, valorar y apoyar la fundamental aportación de los científicos que investigan y desarrollan los productos y aplicaciones que generan el incremento continuo de la calidad de vida y el bienestar de la sociedad.
4. Es necesario reconocer, valorar y apoyar la fundamental labor de los docentes en la formación científica de los jóvenes desde las primeras etapas de la educación hasta la enseñanza más especializada.
5. Es necesario reconocer, valorar y apoyar a las empresas del sector químico, así como a sus profesionales y trabajadores, pues son ellos los que en último término generan los productos y beneficios económicos y sociales que precisan los ciudadanos.
6. Es necesario que la química y su desarrollo industrial continúen considerando prioritario su compromiso de progreso con la protección de la salud, la seguridad y el medio ambiente, así como la utilización racional y sostenible de los recursos naturales.

La química es esencial para la comprensión del planeta y del cosmos. Además, las transformaciones moleculares juegan un papel fundamental en la producción de alimentos, medicamentos, comestibles, e innumerables productos extraídos o manufacturados.

Sin duda, este acontecimiento puede aprovecharse para dar a conocer esta disciplina científica que, al igual que otras, como la física y las matemáticas, no gozan de popularidad entre el estudiantado. Si repasamos la matriculación en las carreras universitarias, nos daremos cuenta que asistimos a una pérdida de interés científico por parte de nuestra juventud. No somos conscientes de que los avances tecnológicos vienen condicionados por profundos conocimientos de ciencia básica.

Además, el desinterés y la desinformación en temas científicos pueden ser utilizados con fines económico-lucrativos por parte de empresarios poco escrupulosos que, se aprovechan de la falta de formación de la sociedad, como ejemplo, basta con seguir lo que se menciona en los siguientes párrafos:

En cualquier buen restaurante el agua está de moda y se nos muestra en la carta una gran variedad de diseños y propiedades. Hace un tiempo se publicó en la prensa que una empresa canadiense, especialista en comercializar aguas de diseño, vendía un agua con altos contenidos en un oxígeno diferente al oxígeno que respiramos. Mientras éste responde a la fórmula O_2 , el que estos ciudadanos dicen vender está en forma de tetraoxígeno (O_4). Por supuesto, la presencia de esta novedosa molécula confiere al líquido elemento una serie de propiedades (por ejemplo una denominada biodisponibilidad).

La forma de preparar este agua se mantiene en el más riguroso de los secretos, como no podía ser de otra manera. Y los pocos datos que se dan en la web todavía lían más la cosa. En un sitio se habla de que se prepara mezclando agua desionizada con sal marina y oxígeno líquido, un estado del oxígeno que se consigue por debajo de 183 grados bajo cero. En un pdf que puede uno descargarse, sin embargo, la mezcla de agua desionizada y sales se somete a un proceso electroquímico en el que parece generarse el tetraoxígeno, que se encuentra así biodisponible para el sediento usuario.

Todas las aguas existentes en nuestro entorno tienen disuelta una cantidad pequeña de oxígeno diatómico (O_2), proveniente del existente en la atmósfera. Esa solubilidad del oxígeno en el agua viene regida por la ley de Henry, que establece que la solubilidad de un gas en un líquido es proporcional a la presión que éste ejecuta sobre su superficie. Haciendo los adecuados cálculos, ello conduce a un resultado que indica que por cada litro de agua se disuelven menos de 10 miligramos de oxígeno. Es muy poco, pero sirve para que el complejo sistema de branquias de los peces permita a éstos no tener que salir a la superficie a respirar, excepto en caso de apuro. Pero los que no tenemos branquias no necesitamos que nos pongan sofisticadas fuentes de oxígeno en

el agua que bebemos. Cada pocos segundos nos metemos una buena dosis del mencionado gas sin más que abrir la boca y respirar.

El tetraoxígeno en sí mismo no es, sin embargo, una patraña. Ya en 1924, un químico-físico de la categoría de G. N. Lewis, postulaba la existencia de tal molécula para explicar ciertas propiedades magnéticas del oxígeno. Pero para disponer de tal rareza, y tal como indica el diagrama de fases, es necesario someter al oxígeno a presiones del orden de 10 Gigapascuales, es decir, de unas 100.000 veces la presión que soportamos sobre nuestras cabezas. En esas condiciones se puede llegar a obtener un sólido de color rojo, conocido como la forma alotrópica *epsilon* del oxígeno, en el que las moléculas de O_2 están asociadas a pares, formando las del tetraoxígeno. Pero lejos de esas condiciones, como estamos a presión atmosférica, el oxígeno vuelve a ser un gas y de fórmula O_2 .

También la química tiene respuesta y solución a: ¿por qué lloramos cuando cortamos cebollas?. La cebolla contiene sustancias que se transforman en gas cuando es cortada, y alcanzan la córnea de los ojos. Este gas irrita las terminaciones nerviosas de la conjuntiva, el tejido transparente que protege al ojo. Estas terminaciones envían señales que estimulan las glándulas lagrimales para producir mayor cantidad de lágrimas, que laven el ojo. Nuestros ojos están siempre protegidos con secreciones que los mantienen húmedos. Este líquido es drenado por los conductos lagrimales. Estos compuestos reaccionan con el agua ocular transformándose en ácidos, sobre todo, sulfúrico y sulfuroso. Como son corrosivos, el ojo trata de librarse de ellos, para lo que activa sus glándulas lagrimales, que producen el llanto. Para evitarlo, lo mejor es cortar la cebolla bajo el chorro del agua.

Y, en este punto me viene a la mente la poesía de Miguel Hernández «**Nanas de la cebolla**», porque otro mito que hay que derrumbar es la creencia, ampliamente extendida, de que las personas que nos dedicamos a temas científicos, no nos emociona un buen libro, una buena poesía:

(Dedicadas a su hijo, a raíz de recibir una carta de su mujer, en la que le decía que no comía más que pan y cebolla)

*En la cuna del hambre
mi niño estaba.
Con sangre de cebolla
se amamantaba.
Pero tu sangre,
escarchada de azúcar,
cebolla y hambre.*

Volviendo a nuestro tema, ¿qué es lo que puede influir en la falta de interés actual por la química?. Las palabras de Linus Pauling (1901-1994), publicadas en Chem. Eng. News, 1984, abril 16, 54, Premio Nobel de química en 1954 y Premio Nobel de la Paz en 1962, son muy esclarecedoras para establecer la importancia de esta disciplina científica: «Every aspect of the world today -even politics and international relations- is affected by chemistry», que podríamos traducir como: «Cada aspecto del mundo hoy –incluso la política y las relaciones internacionales- está afectado por la química».

Generalmente, el primer día lectivo, se suele dedicar a mostrar al estudiantado el alcance de la disciplina que se va a impartir, lo primero que se suele hacer para ello, es tratar de definirla. Además de no ser una tarea fácil, lleva necesariamente consigo el establecimiento de límites, y una de las características esenciales de la ciencia es su multidisciplinariedad. En el caso que nos ocupa, podríamos decir que la química es la ciencia que estudia las propiedades de las diversas sustancias y sus transformaciones. Se trata de una definición breve y concreta, pero, probablemente, no transmita una idea cabal de la amplitud de los temas que abarca, ni la posición central que ocupa entre las disciplinas científicas.

Asimismo, intentamos relacionar la disciplina con el mundo que nos rodea. Muchos aspectos de la época contemporánea a los que frecuentemente se alude en los medios de comunicación, están estrechamente vinculados con

diferentes aspectos de la química: efecto invernadero, lluvia ácida, agujero de ozono, producción de alimentos, pilas alcalinas, atletas capaces de alcanzar nuevas marcas, cosméticos, medicamentos, corrosión, baterías de automóviles, nutrición, tratamiento de residuos urbanos, potabilización de aguas, etc. Es más, pocas veces tomamos conciencia de que estamos completamente sometidos y sometidas a las leyes de la química y que cada momento de nuestra existencia depende del complejo y altamente ordenado conjunto de reacciones químicas que tienen lugar en nuestros organismos y en todo lo que nos rodea.

La química está en todo lo que nos rodea: en nuestros cuerpos ¡Somos química!. Funcionamos gracias a las múltiples reacciones químicas que se producen entre las sustancias que forman nuestro organismo. Los procesos vitales de crecimiento, movimiento y reproducción tienen lugar a través de las reacciones químicas. El pensamiento, el dolor, la alegría, etc., son el producto de reacciones químicas. Por ejemplo: ¿qué sucede cuando nos enamoramos?: el corazón late más deprisa, aumenta la tensión arterial, se liberan grasas y azúcares para aumentar la capacidad muscular y se generan más glóbulos rojos con el fin de aumentar la oxigenación. La sustancia que produce la estimulación amorosa es la feniletilamina (que contiene C, H y N).

También es química el resto del universo. La química tiene que ver con todas las ciencias que, de una forma u otra, tratan sobre la materia: física, biología, farmacia, medicina, arqueología, etc.

La química sintetiza sustancias que existen en la naturaleza y, por lo tanto, tienen las mismas propiedades y producen los mismos efectos. Por ejemplo: la vitamina C sintética es igual que la natural. También pueden obtenerse, a través de la química, nuevos materiales con propiedades deseadas y obtener sustancias inexistentes en la naturaleza.

A pesar de todo lo anterior, la química no goza actualmente de gran prestigio, se considera como algo artificial y malo ¡Eso tiene química, cuidado si te lo comes!. ¡Aquí hay química!. Y se destacan, fundamentalmente, los efectos

perjudiciales que su práctica provoca sobre nuestro entorno. Pero hay que tener presente que más que hablar de sustancias tóxicas hay que hacer referencia a dosis tóxicas, tal y como establecía Paracelso. Por ejemplo: un exceso de sal común puede producir efectos graves sobre el organismo. El hierro, en cantidades superiores a las adecuadas, provoca envenenamiento (siderosis) y su deficiencia, anemia. El arsénico, en pequeñas dosis, se utilizó antiguamente para tratar la sífilis, pero en dosis mayores produce la muerte.

Hay otro aspecto que, derivado de la actividad intrínseca de los propios químicos, ha contribuido a esta identificación de la química con un peligro soterrado. Y es la continua mejora de las técnicas analíticas. Gracias a sus resultados, existe la percepción por parte de la sociedad de una **aparente contaminación** de casi todo lo que usamos, comemos,...Sustancias peligrosas aparecen en análisis realizados en alimentos y en el ambiente, causando una evidente alarma social. **Y este es un asunto en el que se necesita una urgente alfabetización de la población.**

Hay que decir alto y claro que a lo largo del siglo pasado y del presente, las compañías relacionadas con el sector químico/analítico han puesto en el mercado instrumentos muy poderosos que, generalmente concebidos y manejados por químicos, permiten detectar sustancias en cantidades próximas a una parte por trillon (1 ppt) que, en una escala de tiempos, es similar a un segundo respecto a 30.000 años. Aparatos bastante habituales en muchos laboratorios miden partes por billón (ppb, como un segundo con respecto a 30 años) y técnicas analíticas hoy muy económicas pueden medir sin dificultad partes por millón (ppm).

Con esas herramientas en la mano, cantidades infinitesimales de cualquier contaminante pueden detectarse de forma fiable en agua, leche, acuíferos, aire, etc. La pregunta clave es: ¿la posibilidad de esas detecciones es para asustarse o para sentirse protegido?. Durante siglos, nadie ha tenido los métodos analíticos que ahora tenemos, ni el control con ellos de las sustancias que ingerimos. ¿Estaban nuestros antepasados en una situación mejor que la nuestra en lo que a calidad de vida se refiere, por el hecho de tener menos conocimientos que ahora?.

Pero hay que tener en mente que la química, por otro lado, proporciona soluciones a sus propios problemas. La presencia de una nueva sustancia peligrosa para nuestro entorno, acaso provenga de una reacción química pero, sin duda, será otra reacción química la que nos libere de ella. Así, para reducir la emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados, existentes en los gases procedentes del tubo de escape de los automóviles, se instala en los mismos un catalizador mediante el cual los compuestos mencionados se eliminan en forma de otras sustancias no contaminantes. Otra forma de eliminar este tipo de contaminación sería aumentar el uso de los transportes públicos, evitando el uso de los particulares. Es decir: no es sólo un problema de la química.

En resumen, la química engloba un mundo bastante complejo que, además de los beneficios que nos proporciona, puede acarrear graves problemas, por ello debe hacerse un uso racional de la misma. El problema no es la química y, por extensión, otras ciencias, sino el mal uso que la Humanidad pueda hacer de las ellas.

A continuación voy a esbozar una serie de contribuciones relevantes de la química a nuestra calidad de vida. Detrás de los ejemplos elegidos para esta presentación, subyace la tesis de que una parte importante de la Quimifobia que afecta principalmente a las generaciones jóvenes estriba en que esas contribuciones no han sido convenientemente divulgadas, poniendo en evidencia el influjo negativo que muchas informaciones que aparecen en los medios de comunicación, no siempre adecuadamente contrastadas, tienen en la población.

Quizás sean las **Ciencias de la Salud** las que más beneficiadas han resultado de la interacción con la química y sobre esta interacción vamos a asentar una parte de nuestra exposición. La revista *Chemical Engineering News*, una publicación muy recomendable para estar al día sin muchas complicaciones, de lo que se cuece en el mundo de la Química moderna y pluridisciplinar, publicaba en junio de 2005 un extenso monográfico sobre 42 fármacos que han cambiado el mundo de la medicina. Se recogían allí todo tipo de principios activos, con interesantes historias sobre su origen, sus problemas, datos de producción, curiosidades, etc.

En la portada de ese número aparece Leo Sternbach, el inventor del Librium, el primer ansiolítico puesto en el mercado en 1960, al que siguió en 1962 el famoso Valium.

Y entre las fotografías históricas que en el mismo volumen se muestran están las del primer Comité ejecutivo de la Federal Drug Administration (FDA), la poderosa organización que sigue controlando los medicamentos que se ponen en el mercado americano, un referente para las demás Administraciones.

Cualquier historia sobre química y medicina suele empezar con la aspirina, un fármaco que lleva más de cien años en el mercado, sobre el que existen multitud de estudios a favor y en contra pero que el paso de los tiempos no ha empañado sus resolutivas capacidades como **analgésico y antipirético**. Ha acompañado a los astronautas a la Luna; y Ortega y Gasset bautizó al siglo XX como el «siglo de la aspirina».

Como curiosidad, debemos mencionar que hay autores que mantienen que, dados los efectos secundarios que tiene la aspirina, si hoy se tratara de introducirla como medicamento en el mercado, probablemente sería rechazada por las estrictas normas de las agencias gubernamentales que controlan los nuevos fármacos.

La historia de los **antibióticos** arranca en 1928, cuando **Alexander Fleming** descubre que un hongo que había contaminado accidentalmente una muestra de bacterias denominadas estafilococos, provocaba la eliminación de éstos. Posteriormente, Fleming descubrió que las sustancias secretadas por ese hongo, conocido como **Penicillium notatum**, y cuya composición se desconocía, eran activas contra otras bacterias responsables de peligrosas infecciones. Hoy conocemos la fórmula del principio activo, la **bencil penicilina**, que se comenzó a vender en 1942 y que supuso una auténtica revolución en tratamientos de procesos infecciosos de todo tipo.

Desde entonces, la química contribuye de forma decisiva a la síntesis de nuevos antibióticos que tratan de mejorar a sus predecesores y solucionar, de paso, uno de los problemas más importantes en este campo, cual es el de la progresiva resistencia de los agentes patógenos a los antibióticos más usados. La gente de la calle parece interpretar de forma negativa esa resistencia sin entender que es algo similar al proceso evolutivo que ha hecho que algunos humanos tengamos la piel más oscura que otros.

La historia de la **vitamina C** está ligada a las epidemias de **escorbuto** que asolaban a los ejércitos y a los marineros de largos viajes durante los siglos anteriores al XVIII. A mediados del siglo XVIII, una serie de descubrimientos llevaron a la conclusión de que el consumo de **frutas y vegetales frescos** era el mejor remedio contra el escorbuto. Pero se necesitaron muchos años hasta que alrededor de 1920 se descubrió que el verdadero agente activo contra el escorbuto era la que hoy conocemos como Vitamina C, el **ácido ascórbico**.

La entrada masiva de la vitamina C en las costumbres de la población se produjo a partir de los años 30 del siglo pasado cuando la vitamina C se sintetizó a partir de glucosa. **Roche** fue una de las primeras compañías en conseguirlo y hoy en día se fabrican más de 50.000 toneladas/año de dicho producto. Otras vitaminas han sido igualmente identificadas y sintetizadas.

Decir **Quimioterapia** es una forma palpable de reconocer en el término el papel jugado por la química en el tratamiento de las enfermedades degenerativas que englobamos bajo la palabra cáncer. Moléculas como el **Taxol** que se empezó a obtener extrayéndolo de la corteza de árboles como el tejo del Pacífico y que, finalmente, ha sido posible generar en el laboratorio a pesar de su extraordinaria complejidad, son un ejemplo de la capacidad de la química para resolver problemas.

Varios de los fármacos que hemos mencionado hasta ahora tienen que ver con sustancias que se producen en la naturaleza. Ello muestra que la química ha

usado a la naturaleza como fuente de inspiración, llegando a replicar sustancias que ésta ha ido perfeccionando durante mucho tiempo. Lo sorprendente es que todavía tengamos que seguir discutiendo si la vitamina C de un frasco de Roche es la misma que la que se encuentra en la naranja. O que si, tras grandes esfuerzos, tenemos una vía totalmente sintética del Taxol, haya gente que ponga en duda que este producto y el extraído del tejo tienen la misma estructura química.

La repercusión de la variedad de medicamentos disponibles en nuestra vida actual es enorme y basta con comparar las sociedades occidentales con aquellas que no disponen de posibilidades para acceder a estos fármacos para darse cuenta de cómo sería la vida sin ellas.

Sin abandonar la Quimioterapia podemos dar datos al respecto. La **Quimioterapia** se ha revelado como un método eficaz y cada vez más depurado, en cuanto a efectos secundarios, para el tratamiento de diversos tipos de cánceres. Quizás uno de los resultados más espectaculares sea la evolución de los **cánceres infantiles** antes y después de la introducción de los tratamientos de quimioterapia a partir de los años sesenta.

El tratamiento del Sida ha cambiado radicalmente desde la introducción del **Crixivan** y hoy puede decirse que gracias a él, en combinación con otros inhibidores de la proteasa, las esperanzas de vida se han alargado considerablemente y un afectado de SIDA puede vivir razonablemente con su enfermedad.

Otro ámbito en el que la química ha contribuido y contribuye de manera importante es en el de los **Nuevos Materiales**: semiconductores, cerámicas. Pero el desinterés de la sociedad, en general por los temas científicos ha desatado lo que antes hemos denominado Quimifobia y como ejemplo podemos aludir a los materiales **poliméricos o plásticos**.

Usando como materia prima productos derivados del petróleo, la química ha producido a partir de los años 30 del siglo pasado toda una gran variedad de nuevos materiales, que han revolucionado muchos de nuestros modos de vida y que han crecido a un ritmo espectacular. Aunque se pudiera argumentar que, en tanto que derivados del petróleo, su producción pudiera resultar afectada en el futuro por el agotamiento de éste, es conveniente explicar que sólo el 4% del petróleo manipulado en refinerías va hacia líneas de síntesis de polímeros, mientras que el 80% simplemente se quema como materia prima para la producción de energía en sus diversas formas, fundamentalmente en el ámbito del transporte y en la generación de electricidad.

Dentro de este tipo de materiales y para mostrar la importancia de una formación científica en la sociedad me voy a referir a la campaña contra el consumo de bolsas de plástico, sin que de ello se deduzca una defensa por mi parte de un consumo incontrolado y rampante de las bolsas de usar y tirar que nos repartían en los supers, simplemente pretendo reflexionar sobre una propaganda parcial. Los datos indican que, en España, un ciudadano promedio consumía unas 230 bolsas de **polietileno** al año, de las que nos daban en caja. Parecen muchas pero, en términos de peso, estamos hablando de algo más de dos kilos **anuales** por habitante. Muchas de esas bolsas se reutilizan como bolsas de basura o, para transportar botellas y papel.

Aún sin considerar esa su «segunda vida», el efecto de esa cantidad de polietileno en términos de cambio climático resulta claramente inferior al derivado de los restos de comida que abandonamos como residuos urbanos. En muchos casos esos residuos acaban en vertederos, generando metano, un gas invernadero más activo que el propio CO₂. Los cálculos de *Chris Goodall* indican que una familia inglesa media desecha semanalmente el 30% de lo que pesan los alimentos que adquiere y recientemente he visto datos de Nueva Zelanda en torno al 25%. Si las autoridades fueran consecuentes, deberían promocionar también, y de forma preferente, la reducción drástica en ese despilfarro de comida. Porque el cálculo es bastante inmediato. Y, desde luego, no son dos kilos anuales.

Otro cálculo sencillo que todo el mundo va a entender: Un ciudadano medio que utilice su coche razonablemente le hace unos 10.000 Kms. anuales (y no hablo de profesionales que hacen diez o veinte veces más). A un consumo medio de 6 litros de gasolina/100 kms (y estoy tirando muy por lo bajo, dados los todoterrenos que pueblan nuestras calles) salen 600 litros de gasolina. Tomando la densidad de la misma en el entorno de los 0.68 kg/litro, resultan más de **400 Kgs** de gasolina que cada cual quema en un año.

Por otro lado, existen dudas muy razonables sobre el destino final de los polímeros que se depositan en los contenedores amarillos. La mayor parte son incinerados. Y quemar gasolina o quemar el polietileno de las bolsas es intrínsecamente lo mismo. Ambas cosas tienen parecido poder calorífico y emiten anhídrido carbónico y agua. Y que no vengan con que la quema de plásticos genera otros contaminantes peligrosos porque, se puede también mostrar lo que producen nuestros tubos de escape y tenemos decenas en cada esquina. El control de las bolsas, la exigencia de pago por su uso, son buenas medidas, pero muy incompletas. Seguimos consumiendo plástico en cantidades alarmantes. Casi todos los envoltorios, contenedores, vasos, botellas, bricks, recipientes de un solo uso, etiquetas, ... son de plástico. Y es 6 veces más que el de la bolsita. Y, sin embargo, el problema no es tanto la cantidad, sino la (no)recuperación o la (no)degradación del plástico. Una bolsa de polietileno no se degrada en centenares de años. Y representa un factor contaminante de primer orden en mares, lagos, ríos, allí donde tenga movilidad o esté dispersada.

Ese problema debe atajarse doblemente: sustituyendo el plástico convencional no biodegradable por otro material como el vidrio o el papel, o polímeros basados en productos naturales, sintéticos, compuestos, o de desecho que sean biodegradables, y por otro lado, concienciando a la población de la necesidad de limitar el consumo y reciclar selectivamente.

En esa línea, los químicos/as también han sido y son la solución: los intentos de conseguir polímeros biodegradables para este tipo de usos han cristalizado en productos baratos y realmente sustitutivos del polietileno que estamos empleando en las bolsas de súper. Por ejemplo, bolsas de poliácido láctico (obtenido a partir de maíz), bolsas en las que una parte del polietileno se sustituye por almidón, bolsas con aditivos que aceleran la degradación del polietileno generando subproductos biodegradables. Esas soluciones están en el mercado, pero otras estuvieron antes y se han quedado en nada. Por el momento, los datos en 2007 indican que los llamados **bioplásticos** suponen sólo una de las 210 millones de toneladas de plástico producidas anualmente.

Los escenarios anteriores con las polémicas suscitadas muestran que hay motivos para ser escépticos/as, para ser prudentes y para reconocer que los problemas complejos no pueden resolverse con estrategias simplistas.

Como ya se ha mencionado cualquier actividad implica un riesgo. Y ciertamente toda persona sensata trata de evitar el riesgo. Pero su conducta para evitarlo depende no sólo de la magnitud percibida del riesgo, sino también de otros factores clave como la voluntariedad en la exposición al riesgo o, y aquí esta la clave en lo que se ha venido exponiendo, en la compensación que pueda recibirse por ello. El riesgo, además, no es, en principio, sinónimo de fatalidad.

Hay que reconocer, además, que hay factores de riesgo difíciles de predecir en nuestras actividades. Quizás el ejemplo más emblemático sea el asunto de la capa de ozono. A partir de los años 60 se comenzaron a detectar radiaciones ultravioletas solares **excesivamente intensas** en la Antártida. El fenómeno se producía todas las primaveras aumentando en intensidad de año en año. Inmediatamente se relacionó con una disminución local de la capa de ozono estratosférico que **filtra la radiación solar**. Pero el por qué de esta disminución del ozono era un misterio para la ciencia.

Dos científicos del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Rowland y Molina, que estudiaban la química de la estratosfera propusieron la teoría de que el ozono se destruye por un mecanismo **catalítico** inducido por radicales cloro (Cl). El enigma continuaba pues era difícil explicar la presencia de radicales cloro en la estratosfera. Finalmente demostraron que provenía de los gases denominados **clorofluorocarbonos o CFCs**, compuestos sintéticos que los/as científicos/as han fabricado en millones de toneladas a lo largo del siglo XX y que al final de su ciclo de vida son liberados a la atmósfera.

El uso de los gases CFCs está relacionado con los **sprays**, los sistemas de **aire acondicionado**, la fabricación de **espumas** sintéticas o con las **neveras y congeladores** que han jugado un papel decisivo en la conservación de alimentos y por tanto en la lucha contra el hambre en el mundo.

Pero los CFCs son tan estables que se han ido acumulando en la **troposfera** y han sido capaces de atravesar la barrera de la tropopausa (zona de transición entre la troposfera y la estratosfera) y **llegar a la estratosfera**. Allí, debido a la intensa radiación solar, se descomponen liberando átomos de cloro que son capaces de catalizar la destrucción del ozono.

Estos trabajos les valieron a Rowland y Molina, compartir con Crutzen el premio Nobel de química de 1996.

Una vez detectada la causa última del problema, la **conferencia de Montreal** del 1987 permitió diseñar una estrategia asumible por el conjunto de los países de sustitución de los CFCs. La disminución drástica de emisiones de estos compuestos a lo largo de la década de los 90 está permitiendo revertir la tendencia creciente del problema. Hay gráficas en las se representan el espesor de la capa de ozono y el área del agujero. Se ve en ellas, que el problema se ha seguido agravando los últimos años, pero que la situación va tendiendo a estabilizarse y podría resolverse a mediados de este siglo.

La gran inercia observada es debida a la **larga vida media** de los CFCs que para algunos de ellos puede alcanzar 400 años.

En definitiva, el problema del ozono muestra que tenemos capacidad de respuesta para problemas graves, aunque hayan sido generados bajo riesgos que no habíamos previsto.

La propia química es consciente, cada vez más, de que tiene que gestionar mucho mejor los riesgos de las actividades que introduce. Con esa visión, son cada vez más abundantes los procesos y los materiales que se engloban bajo el concepto de Química Verde y cuya vocación es sustituir procesos y materiales sobre los que se tienen serias dudas de que contribuyan a la sostenibilidad de nuestra forma de vida. Nuevos catalizadores, nuevos disolventes como el CO₂ supercrítico, los líquidos iónicos son sólo algunos ejemplos de esta tendencia que se va abriendo paso.

Porque se sigue necesitando de una química activa si queremos seguir contribuyendo al modo de vida del que ahora disfrutamos. Probablemente, el problema de los suministros futuros de energía sea el problema más importante que la química va a tener que afrontar en el futuro. La química, que ha estado en el corazón de las **refinerías de petróleo**, que han marcado la etapa precedente, está ahora detrás de los avances en fuentes de energía alternativas como las pilas de combustible o la energía fotovoltaica, que tratan de buscar un escenario energético nuevo para cuando la producción de petróleo vaya disminuyendo.

En definitiva, la química ha supuesto una pieza clave en el tipo de vida que hoy llevamos, en nuestra salud, en nuestra movilidad y pocos estamos dispuestos, en el fondo, a renunciar a esas conquistas. Y, lo que es más importante, sin la química es difícil que podamos seguir avanzando en cuestiones que como la terapia génica, las nuevas fuentes de energía o los nuevos materiales y procesos ligados a la nanotecnología que, probablemente, supondrán un cambio radical en nuestra forma de vida.

Detengámonos por un momento en la palabra «nano», tan profusamente utilizada en la actualidad, se habla de compuestos nanocristalinos, nanomateriales, nanoestructuras, nanocomposites, nanotecnología, nanociencia, nanotubos, nanopartículas, nanovarillas, nanoresortes..... y resulta casi infinita la cantidad de palabras con el prefijo que involucra al nanómetro.

¿Por qué son distintas las cosas a escala nanométrica?. Podemos indicar dos razones fundamentales: El hecho de que las longitudes características de muchos fenómenos físicos son precisamente de unos pocos nanómetros y la importancia que adquiere la superficie a esta escala.

Cuando se manipula la materia a la escala tan minúscula de átomos y moléculas, muestra fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por lo tanto, los/as científicos/as utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos y poco costosos con propiedades únicas.

Nos interesa, más que su concepto, lo que representa potencialmente dentro del conjunto de investigaciones y aplicaciones actuales cuyo propósito es crear nuevas estructuras y productos que tendrían un gran impacto en la industria, la medicina (nanomedicina), etc.

Si tomamos un elemento de material masivo (de unos milímetros, observable a simple vista) y reducimos su tamaño progresivamente, llega un momento en que sus propiedades físicas (eléctricas, ópticas, magnéticas, mecánicas, etc) empiezan a cambiar drásticamente. Curiosamente, estos fenómenos ocurren cuando reducimos el tamaño del sistema al orden de unos nanómetros con independencia de su composición. Así, si miramos un cubo de oro de 1 cm de lado lo vemos de color amarillo. Si lo cortamos ahora hasta obtener uno de la mitad de tamaño, sigue siendo amarillo. Podríamos repetir la operación muchas veces y el oro seguiría siendo amarillo, pero cuando hiciéramos el cubo tan pequeño que midiera tan solo unos pocos nanómetros pasaríamos a verlo de color rojo. Algo similar ocurre con las propiedades eléctricas. Si tomamos

un cubo de cobre, que es un material conductor de la electricidad, y lo vamos cortando en trozos más pequeños, sigue siendo conductor hasta que llegamos a un cubo de unos pocos nanómetros, que pasa a ser aislante. Análogamente, los materiales magnéticos también cambian sus propiedades cuando se hacen pequeños y llegan a la escala del nanómetro.

Supondrá numerosos avances para muchas industrias y nuevos materiales con propiedades extraordinarias (desarrollar materiales más fuertes que el acero pero mucho más ligeros), nuevas aplicaciones informáticas con componentes increíblemente más rápidos o sensores moleculares capaces de detectar y destruir células cancerígenas en las partes más delicadas del cuerpo humano como el cerebro, entre otras muchas aplicaciones.

Un ejemplo de cómo la química puede contribuir a la Nanociencia es el desarrollo de métodos sintéticos fiables para la preparación de nanoobjetos con una estrecha distribución de tamaños y con formas uniformes. Quizás el caso más estudiado es la formación de nanopartículas metálicas y particularmente la preparación de nanopartículas de oro con tamaño de unos pocos nanómetros y forma homogénea. Las nanopartículas metálicas ilustran claramente cómo las propiedades de los metales tales como punto de fusión, conductividad, espectro óptico y propiedades catalíticas cambian dramáticamente cuando el tamaño se reduce en la escala de unos pocos nanómetros hasta el punto en el que aparecen agregados de unos pocos átomos. Estos agregados pueden ser similares a las moléculas covalentes excepto en que pueden crecer fácilmente y no están saturadas.

Las nanopartículas metálicas pueden ser usadas en diferentes campos que van desde la nanoelectrónica, sensores y catálisis hasta la biomedicina. Así, tratamientos del cáncer desarrollados recientemente están basados en la habilidad de las nanopartículas metálicas de atravesar membranas celulares y producir el efecto deseado en el citoplasma celular. Igualmente, un nuevo campo en la biomedicina es la administración de principios activos de manera

que el agente terapéutico esté incluido en una nanocápsula que viaja por el cuerpo hasta que alcanza el tejido o las células diana y allí el principio activo es liberado y se vuelve disponible para su acción terapéutica.

También la Nanociencia persigue el ordenamiento y la estructuración a escala de nanómetros. Así, hay algunos sólidos donde la estructura cristalina define canales y cavidades de dimensiones nanométricas. Estos materiales se obtienen por una variedad de métodos. Entre ellos, la síntesis sol-gel (o química dulce) ha demostrado ser un procedimiento reproducible para crear nanoporos mediante el control de la manera en la que el sólido se forma a partir de precursores moleculares. El punto clave es el uso de agentes plantillas que, debido a las interacciones hidrofóbicas con el agua, dan lugar a la primera inhomogeneidad espacial. Esta estructuración espacial se usa como plantilla para orientar la formación del sólido en un material mesoporoso. Otra posibilidad es la formación de nanocanales y nanocajas aprovechando las orientaciones espaciales bien definidas que presentan los enlaces de coordinación alrededor de iones o de agregados de iones metálicos. Si esta orientación espacial se combina con ligandos bi- o multipodales que fuercen la localización de los iones metálicos en direcciones espaciales definidas, entonces se forman polímeros metal-orgánicos. Estos nuevos materiales exhiben nanoporosidad, poseen una densidad de red muy baja y un gran volumen vacío de celda unidad y pueden servir como nanodepósitos para almacenar gases tales como el hidrógeno y el dióxido de carbono.

Parte del gran interés en Nanociencia deriva de los dispositivos que pueden ser preparados usando nanopartículas o películas de espesor nanométrico. Estos dispositivos representan el máximo grado de miniaturización y, por consiguiente, si estos dispositivos son adecuadamente y eficientemente construidos, representan el límite de la máxima eficiencia para muchos procesos. La aplicación de la Nanociencia puede llevar a la comprensión de fenómenos fundamentales y la optimización de diferentes componentes en diodos emisores de luz y celdas solares fotovoltaicas. En el contexto de la búsqueda de fuentes

de energía renovable que sean alternativas a los combustibles fósiles, es evidente que la luz solar constituye un recurso inagotable. El propósito de las celdas solares es convertir luz solar en electricidad y con el fin de conseguir una eficiencia razonable, todos los componentes deben encontrarse adecuadamente organizados en dimensiones nanométricas de forma análoga a como ocurre en los centros fotosintéticos de las plantas verdes y las algas.

Otro campo en donde la química está proporcionando los medios necesarios y los procedimientos de síntesis requeridos es en la preparación de imanes moleculares. Estos imanes pueden representar la pieza más pequeña y última de información y pueden servir para desarrollar ordenadores más potentes, rápidos y eficientes y para el almacenamiento masivo de información.

Los materiales nanocerámicos se han convertido en un nuevo campo de estudio en las últimas décadas. El interés que despiertan dichos materiales radica principalmente en sus posibles aplicaciones, debido a la facilidad para ser moldeados en formas complejas. Aunque apenas se tienen datos acerca de las propiedades de estos nuevos materiales, estudios preliminares han revelado características inesperadas si se comparan con las obtenidas en cerámicos submicrométricos, de los que sí existe una amplia literatura. De especial interés se presenta el estudio de las propiedades mecánicas de estos nanocerámicos ya que se espera que sean materiales susceptibles de ser deformados rápidamente a temperaturas moderadas, lo que supondría un extenso campo de aplicaciones.

Se comenzó a hablar de nanotecnología en los sesenta, sin embargo, algunos nanomateriales eran ya empleados 2000 años atrás y se recurre aquí al ejemplo muy trillado de la copa de vidrio de Licurgo (Roma, siglo IV a.C.), hoy expuesta en el British Museum.¹ El análisis del vidrio permitió revelar que contenía partículas muy pequeñas (~70nm) de plata y oro, en una proporción

¹ An investigation of the origin of the colour of the Lycurgus cup by analytical transmission electron microscopy. D. J. Barber, I. C. Freestone. *Archaeometry* 32, 33- 45 (1990).

molar de 14:1 y, es justamente el tamaño de esas partículas en suspensión, lo que confiere al vidrio los diferentes colores. Estas nanopartículas hacen, como muestra la Figura, que la copa se vea verde cuando se ilumina con luz reflejada y roja con luz transmitida (por ejemplo, al situar una fuente de luz en su interior). Un uso similar de nanopartículas para modificar el color del vidrio fue muy empleado posteriormente en las vidrieras de catedrales.

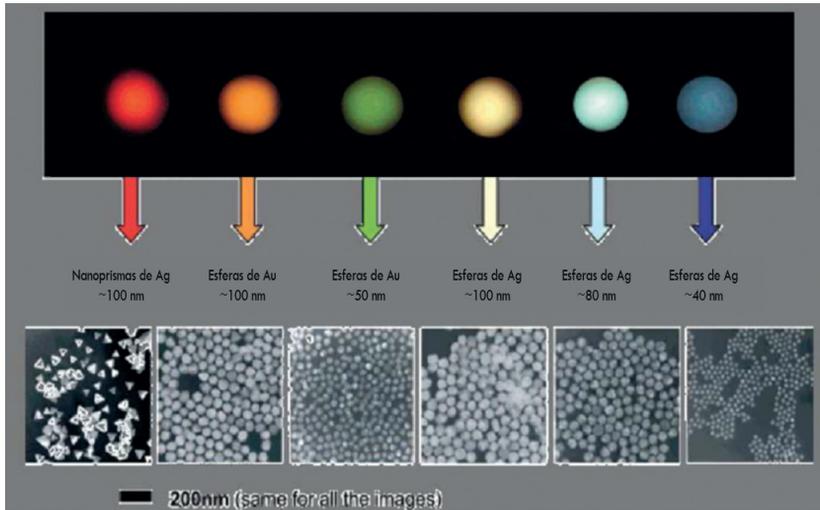


El reflejo metálico se debe a la presencia de capas delgadas de nanopartículas de cobre y plata embebidas en el vidrioado. Estas capas tienen peculiares propiedades ópticas que se emplearon con fines decorativos, por sus bellos reflejos metálicos y por su iridiscencia.²



2 Luster Pottery from the Thirteenth Century to the Sixteenth Century: A Nanostructured Thin Metallic Film. J. Pérez-Arantegui, J. Molera, A. Larrea, T. Pradell, M. Vendrell- Saz, I. Borgia, B. G. Brunetti, F. Cariati, P. Fermo, M. Mellini, A. Sgamellotti, C. Viti. *J. Am. Ceram. Soc.* 84 42– 46 (2001).

Propiedades ópticas de nanopartículas: Forma y tamaño



Moléculas y sistemas de interés biológico tienen tamaño nanométrico. Las proteínas tienen un tamaño que va desde 1 a 100 nm. El tamaño de los virus oscila entre los 30 y 120 nm. Debido a que los nanomateriales tienen el **tamaño adecuado para interactuar con proteínas**, ADN, carbohidratos o células, será posible crear nuevos tipos de terapias biomédicas.

Hoy en día se está realizando un gran esfuerzo investigador en desarrollar **futuras terapias contra el cáncer** en las cuales las nanopartículas serían las encargadas de administrar el fármaco directamente a la célula tumoral. De esta forma las células sanas se verían poco afectadas y por tanto se minimizarían los efectos secundarios de las actuales terapias.

Pero, además, el Año Internacional de la química, coincide con el centenario del 2° Premio Nobel otorgado a **Maria Skłodowska**, Marie Curie, por sus aportaciones al desarrollo de la química. Ya en 1903, junto con su marido, Pierre Curie y Henri Becquerel, Marie fue galardonada con el Premio Nobel de Física.

Otra de mis inquietudes en mis tareas docentes e investigadoras es la necesidad de plasmar la contribución que han hecho numerosas mujeres al desarrollo de la Ciencia en general y de la química en particular, lo que es muy poco frecuente en el entorno en que nos movemos e incluso, en numerosas ocasiones, objeto de bromas por algunos compañeros y compañeras. No obstante, hago mía, la respuesta que Evelyn Fox Keller³ (biofísica matemática) dio a un antiguo profesor cuando al enterarse de que estaba trabajando sobre género y ciencia le pidió que le contara lo que había aprendido sobre las mujeres, su contestación fue: «No estoy aprendiendo menos de los hombres que de las mujeres. Es más lo que más aprendo es ciencia».

Si a lo largo de la historia nos fijamos en las oportunidades de las mujeres, de inmediato surge un hecho incuestionable: Las mujeres nunca han sido bien vistas en las instituciones oficiales de la ciencia. Hasta el siglo XX, salvo unas cuantas privilegiadas, fueron oficialmente excluidas de universidades e instituciones científicas. A lo largo del tiempo las oportunidades que las mujeres han tenido de participar en la ciencia han cambiado conforme lo hacían las instituciones del conocimiento. En la Edad Media los conventos proporcionaron un lugar importante en el que las mujeres podían conseguir algún aprendizaje. El auge de las Universidades europeas, que tuvo lugar entre los siglos XII y XV, redujo las oportunidades de formación de las mujeres ya que, desde sus inicios, estaban cerradas para ellas. Sin embargo, algunas mujeres excepcionales, principalmente en Italia y Alemania, estudiaron y enseñaron en universidades desde el siglo XIII. Como grupo, sin embargo, no fueron formalmente admitidas en las universidades europeas y americanas hasta finales del siglo XIX.

En el caso español, el aislamiento, atraso socio-económico y de potencial científico en general, estaban en la base de que todo, incluido el proceso de incorporación de las mujeres a las carreras y a las instituciones científicas, sucedería más tarde en el tiempo, aunque tal vez también por eso, con menores

3 Evelyn Fox Keller, «Reflexiones sobre Género y Ciencia», trad. Ana Sánchez, Edicions Alfons el Magnànim, Institutió Valenciana d'Estudis i Investigació, 1991.

resistencias. Tras la apertura de la Universidad en condiciones de igualdad para hombres y mujeres en 1910 habría que aguardar todavía unos años, hasta finales de los años 20 y principios de la década de los 30, para que las mujeres lograran la formación precisa y empezaran a pisar la arena de la investigación en determinados campos. No obstante, al periodo de 1868 a 1936 se le ha denominado la Edad de Plata por la calidad y el protagonismo de los intelectuales, científicos, literatos y artistas que en él vivieron y que han sido tradicionalmente clasificados en tres generaciones: la de 1898, la de 1914 y, finalmente, la de 1927.

La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), creada el 11 de enero de 1907, supuso la primera experiencia en el uso de los recursos públicos para potenciar y renovar la educación y la investigación en España, lo que dio lugar a la creación de instituciones como el Centro de Estudios Históricos, diversos laboratorios y centros de investigación científica, la Residencia de Estudiantes, la Residencia de Señoritas –que estuvo emplazada en los locales que hoy ocupa la Fundación Ortega y Gasset- o el Instituto Escuela, que tuvieron un gran protagonismo en la eclosión cultural de la época.

Nombres de todos conocidos como Santiago Ramón y Cajal, Ramón Menéndez Pidal, Américo Castro, Tomás Navarro Tomás, Blas Cabrera, o José Ortega y Gasset, entre otros, formaron parte de estas instituciones. Sin embargo mujeres también pertenecientes a estas generaciones como María de Maeztu, María Zambrano, María Moliner o Dorothea Barnés no han contado con el mismo reconocimiento, a pesar de sus contribuciones en las distintas áreas del saber, y de que sus vidas y obras sentaron los cimientos del acceso de la mujeres al conocimiento y a la igualdad social.

En el proceso de cambio del papel social de las mujeres que se operó en estos años así como en el acceso de las mismas a todos los niveles educativos tuvo un papel fundamental el Instituto Internacional, una institución norteamericana creada para la educación de las mujeres en España, que mantuvo una estrecha colaboración con la JAE y, especialmente, con la Residencia de Señoritas.

La Residencia de Señoritas, creada también por la JAE en 1915, en forma análoga a la más conocida Residencia de Estudiantes para hombres, desempeñó un papel importante en la vida de los primeros núcleos de mujeres que desde diversos lugares de la península llegaban a Madrid para realizar estudios universitarios.

Hay que resaltar la constante colaboración mantenida entre la Residencia y el *International Institute for Girls in Spain*, por la incidencia que va a tener en el establecimiento de relaciones con algunos Colleges americanos femeninos y, porque una de las profesoras americanas que llega a España a dirigir el Instituto Internacional, será la fundadora del laboratorio de química de la Residencia de Señoritas. En 1920, Mary Louise Foster, ligada al Instituto Internacional, creó un laboratorio para las alumnas de la Residencia de Señoritas.

Sin duda, las cotas de desarrollo de la química no se hubieran alcanzado sin las valiosísimas aportaciones que numerosas mujeres han realizado y continúan haciéndolo. Veamos unos pocos nombres que sirvan como agradecimiento y reconocimiento al conjunto:

- **Marie Curie (Varsovia 1867-Salanches (Francia) 1934)**

Junto con Pierre Curie y Henri Becquerel, Marie fue galardonada con el Premio Nobel de Física en 1903, «en reconocimiento de los extraordinarios servicios rendidos en sus investigaciones conjuntas sobre los fenómenos de la radiación descubierta por Henri Becquerel». Fue la primera mujer que obtuvo tal galardón. En el año 1911, recibió el Premio Nobel de química «en reconocimiento de sus servicios en el avance de la química por el descubrimiento de los elementos radio y polonio, el aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y compuestos de este elemento». Con una actitud desinteresada, no patentó el proceso de aislamiento del radio, dejándolo abierto a la investigación de toda la comunidad científica. Marie Curie fue la primera persona a la que se le concedieron dos Premios Nobel en **dos campos diferentes**. La otra persona que lo ha obtenido hasta el presente es Linus Pauling (química y paz). El reconocimiento a Linus Pauling puede servir, asimismo, para visualizar el papel

de los científicos y científicas en su lucha por conseguir un mundo más justo y lleno de paz. Si, por sus investigaciones relacionadas con la estructura atómica de las proteínas le hicieron merecedor, en 1954, del Premio Nobel de química, en el año 1962, recibe el Premio Nobel de la Paz, en reconocimiento a sus campañas en contra de los ensayos con armas nucleares y a favor del desarme y la paz mundial.

- **Martina Casiano Mayor (Madrid 1881-1958)**

La primera socia de la SEFQ, según los listados de socios incluidos en los Anales de la Sociedad, es Martina Casiano Mayor, que aparece por primera vez en los mismos en el año 1912. Aunque nacida en Madrid, gran parte de su vida profesional la desarrollará en Bilbao. En 1905 toma posesión de la plaza de maestra de la escuela pública elemental de niñas de Horcajo de Santiago (Cuenca) donde estaría poco tiempo, pues en julio de ese mismo año logra una plaza de profesora en la Escuela Normal de Maestras de Vizcaya. En 1908 es nombrada vocal de la Junta de Protección a la infancia de Vizcaya y un año más tarde Secretaria de la Escuela Normal. Permanece en ambos cargos hasta octubre de 1911, año en el que se traslada a Madrid para realizar un curso de química que le servirá como preparación para su salida al extranjero. Antes de concederle la JAE una beca para investigar en Alemania, le conceden otra para trabajar durante seis meses en el laboratorio dirigido por José Casares, y es en este periodo, en concreto el 4 de marzo de 1912, cuando es admitida en la Real Sociedad Española de Física y Química.

Durante su estancia en Madrid solicita de nuevo pensión para Alemania, mostrando un gran interés en enviar allí al mayor número de científicos posible e incidiendo en la cantidad de conocimientos nuevos que podrían traerse al país acerca de la educación en la ciencia. En España *producimos más hombres de letras que de ciencias y la vida de una nación no es posible sostenerla de esta forma, dice. No tenemos laboratorios porque no hay dinero y sería preciso añadir a veces, lo poco que hay no saben en qué emplearlo, y aquí resulta un círculo vicioso del que no saldremos tan fácilmente: sin laboratorios no habrá científicos y sin científicos no habrá laboratorios.* Estas reflexiones pueden, perfectamente, aplicarse en la actualidad.

• **Dorotea Barnés González (Pamplona 1904-2003)**

Hija del que sería ministro de Educación de la 2ª República, Francisco Barnés, estudió en el Instituto Escuela de Madrid y se doctoró en química en 1931. Asiste a los cursos impartidos en el laboratorio de química de la Residencia de Señoritas, dirigida por María de Maeztu, y es becada en 1929 para estudiar química en el Smith College, en EEUU, y en 1930 en Yale. Investigadora del Instituto Nacional de Física y Química, es responsable de la introducción de la espectroscopia Raman en España. Catedrática de Física y Química del instituto Lope de Vega de Madrid, su carrera científica, una de las más brillantes de una mujer en la primera parte del siglo, quedó truncada por su matrimonio («A mí me retiró de la ciencia mi marido»), declaró a los 90 años), y por la guerra civil, que le llevó al exilio.

• **Rosa Sensat i Vila (El Masnou 1873-Barcelona 1961)**

Una sencilla e inquieta maestra, que quiso convertir las tareas domésticas en motivo de acercamiento a la ciencia y nos regaló un libro, en el que cada truco de cocina, cada truco de limpieza, es utilizado como material didáctico ejemplar:

1. La mantequilla que con la sola energía de los fogones pasa por los estados sólido, líquido y gaseoso
2. Una paellera a la intemperie se oxida. Ahí hay una reacción química: la humedad convierte el hierro en óxido de hierro
3. Si le ponemos sulfuro, se limpia. Otra reacción química: el ácido se combina con el óxido y así se desprende esa costra rojiza que había malogrado nuestra paellera. Habrá que secarla bien y untarla de aceite, para preservarla del contacto con la humedad y que no vuelva a estropearse
4. Una mancha de óxido en el pavimento, salta con un poco de sal y limón, otra vez una reacción química, similar a la de la paellera, pero menos agresiva.
5. Si el seno del fregadero es de acero inoxidable y os lo mancha alguien con un ácido (sulfuro, por ejemplo), echadle lo antes posible sosa cáustica, para neutralizar el efecto.
6. El aceite de las frituras, con sosa produce jabón

7. El huevo duro es el resultado de la coagulación de las proteínas por efecto del calor, no es un proceso de solidificación como en el caso de la mantequilla líquida cuando se enfría.
8. El baño María (de María la Judía) permite cocer a fuego lentísimo. A ella debemos la receta de los ricos flanes.

Y un largo etcétera que podéis disfrutar en su libro «Les ciències en la vida i en la llar» de la editorial Alta Fulla.

Así, Rosa Sensat, no sólo divulgó correctamente la ciencia, sino que la hizo útil a la población femenina, la más desfavorecida, culturalmente, de su época. Con acciones como la suya, se haría más sencillo y no excepcional el camino que va de los «Pucheros al Nobel».

- **María Cegarra Salcedo, docente, química y poeta (La Unión 1903 - Murcia 1993).**

La unionense reconocería más tarde que ella no eligió la química, pero acabaría por enamorarse de ella. Por paradójico que parezca, conforme se adentraba en el orden de las fórmulas químicas más significado encontraba su vida, confluyendo en su sentir más profundo de la mano de la poesía.

Desde 1928, tras la muerte de su hermano, solicita entrar a trabajar, consiguiendo una plaza como interina en Cartagena. Descubre su vocación por la enseñanza, impartiendo clases por la mañana y por la tarde en tres o cuatro lugares distintos.

Tras las penurias sufridas durante la Guerra Civil, recibiría la Licenciatura de ciencias químicas. Creó su propio laboratorio de análisis de minerales. Esta faceta de María despertó la atención de muchos, en una época en la que la mujer no estudiaba tan sólo se dedicaba a las tareas del hogar

La profesión de María como enseñante se prolongará durante 40 años, siendo profesora de química en la Escuela de Peritos Industriales y Maestría de Cartagena y en otros centros de Formación Profesional y Bachillerato.

María Cegarra mantuvo una relación con Miguel Hernández, quien le dedicó algunos sonetos de «El rayo que no cesa». Ella también escribe algunos poemas a Miguel.

- **Rita Levi Montalcini (Turín 1909)**

Nació en Turín, Italia en 1909 y obtuvo la licenciatura en Medicina doctorándose en Neurocirugía. Obtuvo el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en el año 1986 que compartió con Stanley Cohen.

«Mi cerebro con casi cien años es mejor que cuando era joven»

«Nunca he pensado en mí misma. Vivir o morir es la misma cosa», explicaba la Premio Nobel de Medicina Rita Levi-Montalcini antes de ser investida Doctora *Honoris Causa* por la Universidad Complutense de Madrid. «Porque naturalmente la vida no está en este pequeño cuerpo. Lo importante es la forma en que hemos vivido y el mensaje que dejamos. Eso es lo que nos sobrevive. Eso es la inmortalidad». En el Paraninfo de la universidad madrileña se vivió en octubre de 2008 un momento de excepción. La neuróloga centenaria (el 22 de abril de 2009 cumplió los 100 años), regaló a los asistentes una lección de lucidez intelectual, compromiso social y un optimismo vital estrechamente ligado a una cierta indiferencia por la propia vida.

«Lo importante es la forma en que vivimos y el mensaje que dejamos»

Además de su actividad científica, a la que todavía se dedica, la científica italiana ocupa el resto de su tiempo en combatir la pobreza, el hambre y las epidemias a través de la Fundación Rita Levi-Montalcini Onlus, creada junto a su hermana.

Su fundación ha centrado su actividad en repartir más de 6000 becas de estudio a jóvenes africanas para contribuir a la formación cultural de las mujeres en países emergentes, algo que Levi-Montalcini ha considerado fundamental para «desactivar estos procesos de falta de libertad».

Rita Levi-Montalcini se declara de izquierdas, laica y feminista y está incurso en la modernidad de la era digital, pero siente un rechazo visceral a ciertos ensayos genéticos. «Con fines terapéuticos, bien, pero los niños a la carta como quería Hitler, ¡nunca!».

Como, me han enseñado que es «de bien nacidos/as ser agradecidos/as», no quiero terminar esta lección sin mencionar el nombre de Enrique Moles, farmacólogo, químico y físico español, considerado el químico más relevante de la ciencia española anterior a la guerra civil. Director de la Sección de

Química-Física del Instituto Nacional de Física y Química, fue el miembro de la sociedad que más mujeres presentó, 27 de un total de 150 socias, un 18% del total. Es importante recordar no sólo a las grandes investigadoras y científicas olvidadas, sino también a aquellos hombres que con gestos como el de Enrique Moles ayudaron a cambiar en parte el destino de muchas mujeres de la época y con ello el destino de la mujer científica en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

- EVELYN FOX KELLER: *Reflexiones sobre género y ciencia*, trad. d'Ana Sánchez, Institució Valenciana d'Estudis i Investigació, Edicions Alfons el Magnànim, 1991.
- NÚRIA SOLSONA: *Mujeres científicas de todos los tiempos*, Madrid, Talasa, 1997
- CARMEN MAGALLÓN: *Pioneras españolas en las ciencias. Las mujeres del Instituto Nacional de Física y Química*, Madrid, CSIC, 1998
- CARMEN MAGALLÓN: *Dorotea Barnés González*, entrada en el *Diccionario Biográfico Español*, Real Academia de la Historia, 2005
- EULALIA PÉREZ SEDEÑO (ed.): *Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 144, núm. 565, Monográfico Mujer y Ciencia. Arbor, 1993
- TERESA ORTIZ GÓMEZ, GLORIA BECERRA CONDE, (eds.): *Mujeres de ciencias*, Granada, Universidad de Granada/Feminae, 1996
- MARINA CRUZ RODRÍGUEZ, LUISA RUIZ HIGUERAS, (eds.): *Mujer y ciencia*, Jaén, Universidad de Jaén, 1999
- TERESA ORTIZ GÓMEZ: *Las mujeres y la actividad científica en los siglos XIX-XX. En femenino plural*, Córdoba, Diputación Provincial, 1999.
- Blog del Prof. Dr. Juan J. Irwin. Catedràtic de Química Física, Universitat del País Basc.

Gracias, en especial a Pepe (mi marido), a Ana (mi hija), al resto de mi familia, a los/as profesionales de la sanidad pública por su tesón, formación, dedicación (por favor, Sr. President incremente las dotaciones en el sector público de sanidad, educación e investigación, son garantía de nuestro futuro), sin olvidar a todas aquellas personas que, en un periodo de tiempo muy duro para mí, me han demostrado todo el cariño que me tienen.



UNIVERSITAT
JAUME·I