



“La otra ‘historia’ de la química”

Con la venia,
Sr. Consejero de Educación del Gobierno de Navarra,
Sra. Vicerrectora de Estudiantes de la UNED,
Sr. Director y Sra. Secretaria General del Centro,
Autoridades,
Claustro académico,
Estudiantes,
Señoras y señores,

Permítanme que comience con una anécdota:

Hace algo más de 20 años un grupo de investigadores estudiaban científicamente el control de las cualidades organolépticas del vino durante su elaboración. De hecho crearon una serie de vinos que embotellaron y en la parte inferior de la etiqueta figuraba ‘*elaborado por el departamento de química*’. Hasta hace bien poco he tenido unas cuantas botellas en mi casa. No conseguí que ninguno de los amigos que nos visitaron se dignara a probar un vino elaborado por el departamento de química. De nada sirvió decirles que no estaba hecho de polvos y agua sino de uva, como todos, y que los investigadores solo estudiaban como iba cambiando la composición del mosto durante su transformación en vino.

En su fuero interno chocaba la palabra química como algo bueno. Ese pensamiento, desgraciadamente muy generalizado, ha inspirado esta lección inaugural del curso 2015-16. Soy perfectamente consciente que estoy ante un auditorio muy diverso en cuanto a formación y campos de interés. Por ello intentaré ser lo más divulgativo posible. Solo necesito que tengan claras unas pocas premisas.

Nosotros mismos y todo lo que nos rodea está constituido por átomos. Pequeñísimas entidades que aisladas suelen ser menos estables que si se combinan unos con otros formando agrupaciones de átomos, que llamamos moléculas. Las sustancias pueden estar formadas por moléculas tan ligeras como el oxígeno que respiramos, cuya molécula solo tiene 2 átomos, tan fluidas como el agua que bebemos, que tiene tres átomos, o tan densas como la roca caliza de los montes que mayoritariamente está compuesta por moléculas empaquetadas de 5 átomos.

¿Por qué los átomos se combinan para formar moléculas?: Simplemente porque las moléculas son más estables que los átomos por separado. Principio básico que no solo rige la química si no también nuestras vidas. Las

posibilidades de combinación de los átomos para dar moléculas son casi infinitas. Pensemos que con solo 4 tipos de moléculas se conforma el código genético humano que contiene más de tres mil millones de ellas combinadas de formas diferentes. Ahí está contenida la información que nos permite crecer, multiplicarnos y nos destina a morir. Crecemos, porque unas moléculas interaccionan entre sí y crean otras moléculas. Nos multiplicamos, porque ciertas moléculas interaccionan desencadenando el proceso de reproducción. Y morimos, porque de nuevo otras moléculas interaccionan y disparan el colapso del sistema. Aunque nos cueste admitirlo, todo ello son simples reacciones químicas, es decir: formación y rotura de enlaces entre todo tipo de átomos acompañados de emisión o absorción energía. Por ejemplo, las células madre pluripotentes pueden transformarse en diferentes tejidos en función de las moléculas que les rodean, esto es de su entorno químico.¹

Otro principio clave que rige la química y nuestras vidas es el principio de máxima estabilidad, o mínima energía interna molecular. Este principio está detrás de la producción de calor o energía cuando quemamos un papel o el combustible de un motor, y de algo tan bello como los fuegos artificiales. En todos esos casos la reacción química produce moléculas más estables que las que contiene el papel, la gasolina o el explosivo pirotécnico. La diferencia de energía entre las moléculas que reaccionan y las que se producen, es la que se desprende en forma calor, luz o se transforma en trabajo.

Pero si el papel es menos estable que el CO₂ y el agua que se desprenden cuando arde, ¿por qué entonces existe el papel y no está ardiendo permanentemente?. Afortunadamente una molécula puede ser menos estable que otra, pero para que se transforme en otra es necesario romper los enlaces que unen los átomos en la primera y eso cuesta energía. Este papel que tengo en mi mano efectivamente está ardiendo aunque ustedes no lo vean. Pero lo hace de forma tan lenta que es imperceptible. Si calentamos el papel, o le ponemos una llama, entonces muchas moléculas superan la barrera energética para romper sus enlaces y se produce la combustión rápida que vemos. Otras sustancias necesitan mucha menos energía que el papel para iniciar la combustión. El simple calentamiento del material pirotécnico o de algunos fertilizantes agrícolas en un día muy caluroso puede ser suficiente para romper los enlaces de sus moléculas y generar una explosión (en las noticias recientes tenemos un triste ejemplo ocurrido en un empresa pirotécnica). Otras sustancias explotan simplemente con la energía de un golpe. Pensemos en la nitroglicerina, o en el explosivo que inicia un disparo después de que el percutor del arma le golpee. Igualmente la electricidad estática que produce la gasolina al rozar con el tubo que la conduce desde un camión cisterna hasta el depósito de una gasolinera, puede ser suficiente para que las moléculas de combustible que están en el aire inicien la combustión y una reacción en cadena. Se habrán fijado que en las gasolineras conectan con cables el camión cisterna al suelo y así evitan la acumulación de electricidad. Por una razón similar debemos apagar el motor del coche o los móviles cuando cargamos combustible.

Junto al principio de máxima estabilidad, nos acompaña otro fundamental: Espontáneamente todo tiende al máximo desorden. Miremos al universo que está en expansión desde su origen. Cómo una gota de leche que cae al café o al té, lentamente se expande hasta ocupar todo el líquido sin necesidad de agitar con la cucharilla: O cómo un olor desagradable o el exquisito aroma de un perfume se extiende hasta ocupar todo el volumen de una habitación. Son ejemplos de que el desorden, o entropía, siempre tiende a aumentar.

¿Solo puede existir entonces algo desordenado?. No, pero para mantener el orden necesitaremos gastar energía. Mirémonos a nosotros mismos. Mantener el orden de las moléculas que componen nuestro cuerpo nos cuesta energía. Todos los días comemos para vencer la entropía y mantener el orden. Si dejamos de hacerlo, morimos y la entropía sigue su curso esparciendo y desordenando nuestras moléculas: 'Polvo eres y en polvo te convertirás....' Es un claro ejemplo de que la entropía sigue su curso, escrito hace 2500 años.

Todo esto que les estoy contando es la química y sus principios. Entonces ¿Es mala la química?. Gracias a ella vivimos y vivimos más. Las píldoras que tomamos ante una afección médica son moléculas químicas que producen reacciones en nuestro cuerpo, aliviándonos o curándonos. Los agroquímicos permiten la producción de alimentos más sanos y en mayor proporción. La conversión del petróleo en los plásticos que nos visten, los materiales que recubren superficies y los hace más resistentes o cómodos de usar, nos facilitan la vida. Gracias a las reacciones químicas nos calentamos en invierno, producimos energía o generamos trabajo mecánico que igualmente hacen nuestras vidas más agradables.

¿Dónde está entonces el problema con la química? Cuando una persona desprecia algo indicando que es química, generalmente está pensando que es tóxico y se suele argüir que los productos naturales son saludables porque no son química. Espero que después de todo lo que les estoy contando nadie de los presentes sostenga ya esa afirmación.

Un producto tan natural y fuente de vida como es el agua puede matarnos si ingerimos algo más de seis litros de una vez. Un fármaco que nos alivia una dolencia, puede resultar tóxico. Una infusión 'natural' como el té, café o manzanilla, igualmente pueden serlo. En realidad ¿dónde reside la toxicidad?. Simplemente en la dosis que ingerimos. Una dosis puede ser saludable o peligrosa dependiendo de la cantidad y tipo de molécula que tomamos.

Los científicos solemos referirnos a parámetros como la dosis letal 50, para indicar la cantidad de sustancia que produce la muerte del 50% de los seres usados en la experimentación. Por ejemplo se estima que esa dosis letal 50 para personas de 75 kg² está en solo 10 g de la cafeína que contiene el café (unas 10 cucharillas de cafeína sólida), 20 g del analgésico paracetamol, 172 g de sal común de cocinar o 352 g de etanol (el alcohol de bebidas como el vino o la cerveza). Sin embargo todos asumimos que las sustancias anteriores en su justa medida producen efectos beneficiosos. La química es, por tanto, beneficiosa y fuente de vida mientras se respeten las dosis adecuadas.

Nuestra sociedad necesita materiales de todo tipo, fármacos y productos agroquímicos para mantener o mejorar nuestra calidad de vida. De ello se ocupa la industria química que, en el caso de nuestro país, contribuye con más del 10% al producto industrial bruto.³ No puedo negar que se han producido a lo largo de la historia grandes desastres relacionados con accidentes en la industria química o con la excesiva permisividad de gobiernos que han consentido, y desgraciadamente algunos siguen consintiendo, la producción de todo tipo de sustancias sin el debido control de las emisiones contaminantes, bien sean gases, efluentes o material sólido. Por tanto el problema no es de la química, ya que seguiremos necesitando materiales novedosos para hacer frente a los retos que nos esperan y nuevos tratamientos para enfermedades desconocidas o para el control de plagas porvenir. El principal problema es legislativo y ejecutivo.

Sirva como ejemplo el problema energético mundial que, dicho sea de paso, está directamente relacionado con la química.⁴ Los últimos 150 años han marcado una era donde la economía del planeta se ha basado en la explotación de materias primas fósiles (carbón, petróleo y gas natural). En el año 2000 la Organización de Naciones Unidas (ONU) emitió un informe donde se infería que las fuentes fósiles no tardarían mucho en agotarse⁵ y plasmaba la necesidad de evolucionar hacia fuentes renovables de energía (eólica, solar, etc.) y de materias primas (biomasa).⁶ Dos años después la ONU publicó su 'libro blanco' para alcanzar un desarrollo sostenible y este fin de semana acaba de fijar los objetivos para 2030 en el mismo sentido.⁷ Paralelamente la Comisión Europea puso en práctica toda una serie de medidas políticas para potenciar el desarrollo y consumo de energía de fuentes renovables.⁸ Muchos gobiernos de los estados miembros así lo han hecho en la última década. Navarra es un excelente ejemplo de ello ya puede producir más del 70% de la electricidad que consume a partir de sus aerogeneradores. Los años transcurridos del presente siglo nos han permitido observar como el precio del petróleo se ha incrementado y sostenido en niveles insostenibles. En el mismo período se ha conseguido desarrollar la tecnología de aprovechamiento de las fuentes renovables gracias a la aplicación de políticas favorables. Pero desde la segunda mitad de 2014 se ha inundado el mercado de gas y petróleo provenientes de la sobreexplotación de pozos mediante fractura hidráulica, comúnmente llamada *fracking*,⁹ o la extracción a cielo abierto de petróleo de arenas bituminosas¹⁰. Sin embargo, ambos métodos son muy agresivos con el medioambiente.^{9,10} La economía globalizada y el frenazo de la acción política han hecho el resto. Acompañando al descenso de precios del petróleo y gas, se han cerrado los centros de producción de biocombustibles, hay problemas con las fotovoltaicas, se desploman las acciones de las empresas dedicadas a las energías renovables, etc. En resumen, se ha conseguido frenar todo el progreso alcanzado. El refranero popular define perfectamente esta situación: 'Pan para hoy y hambre para mañana'.

El estado en que vivimos prácticamente no tiene fuentes fósiles, pero tenemos viento y sol de sobra para producir energía, biomasa suficiente para producir las materias primas¹¹ y la tecnología necesaria para crear nuestra propia

economía basada en fuentes renovables. Solo falta la decisión política para desarrollarla. Ello nos permitiría reducir nuestra dependencia exterior y repercutiría muy positivamente en el empleo.

La química pues es necesaria para mejorar nuestra calidad de vida, y las nuevas generaciones de químicos están formadas no solo para conseguir nuevos materiales, medicamentos y agroquímicos, sino para hacerlo de una manera energéticamente eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Lo digo con conocimiento de causa, pues los últimos 12 años he dirigido un Master en Química Sostenible.

Necesitamos que los políticos legislen¹² de forma que no se pueda consumir aquello producido de manera no-sostenible medioambientalmente, provenga de este o de terceros países, y que los órganos adecuados hagan cumplir las leyes.

Basten las pinceladas anteriores para afirmar que 'La química ha sido, es y será nuestra fuente de vida.....en las dosis adecuadas'.

Muchas gracias por su atención.

Referencias:

1. De Los Angeles, A., Ferrari, F., Xi, R., Fujiwara, Y., Benvenisty, N., Deng, H., Hochedlinger, K., Jaenisch, R., Lee, S., Leitch, H. G., Lensch, M. W., Lujan, E., Pei, D., Rossant, J., Wernig, M., Park, P. J., and Daley, G. Q. *Hallmarks of pluripotency*, *Nature*, **2015**, 525, 469-478.
2. Walum, E. *Acute oral toxicity*, *Environmental Health Perspectives* **1998**, 106, 497-503.
3. Federación Empresarial de la Industria Química Española. <http://www.feique.org/>
4. Martínez Merino, V., Gil, M. J. *Fuentes renovables para la producción de materias primas y energía*, *An. Quim.* **2012**, 108, 205-214.
5. a) Rogner, H. H. *Energy Resources in World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability*, chap. 5 . United Nations Development Programme, Bureau for Development Policy, **2000**, New York. USA. b) Goldemberg, J., Johansson, T. B. (Eds.) *World Energy Assessment: overview 2004 update*. United Nations Development Programme, Bureau for Development Policy, **2005**, New York. USA.
6. Turkenburg, W. C. *Renewable Energy Technologies in World Energy Assessment: Renewable Energy Technologies*, chap 7, United Nations Development Programme, Bureau for Development Policy, **2000**, New York. USA.
7. a) Johansson, T. B., Goldemberg, J., Eds, *Energy for Sustainable Development: a Policy Agenda*, United Nations Development Programme, Bureau for Development Policy, **2002**, New York USA b) *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations Sustainable Development Summit 2015, 25 - 27 September 2015, New York. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
8. a) *White Paper: Energy for the future - renewable sources of energy COM*, **1997**, 599 final of 26.11.1997; b) *Energy for the Future: Renewable Sources of Energy*. European Comision, **2007**; c) *The promotion of the use of energy from renewable sources*. European Comision, Directive 2009/28/EC, **2009**. http://ec.europa.eu/energy/renewables/index_en.htm.
9. Mooney., C. *The Truth about Fracking*. *Scientific American Magazine*, November 1, **2011**.
10. Biello, D. *Greenhouse Goo*. *Scientific American Magazine*, July 1, **2013**.
11. Martínez-Merino, V., Gil, M. J., and Cornejo, A. *Biomass Sources for Hydrogen Production*, in *Renewable Hydrogen Technologies* (Diéguez, L. M. G. A. M., Ed.), Chapter 5, **2013**, pp 87-110, Elsevier, Amsterdam.
12. Krugman, P. *El fin de la guerra contra las normas*. *El PAIS*, 27 de septiembre de 2015. (lectura relacionada). http://economia.elpais.com/economia/2015/09/25/actualidad/1443194289_679154.html