

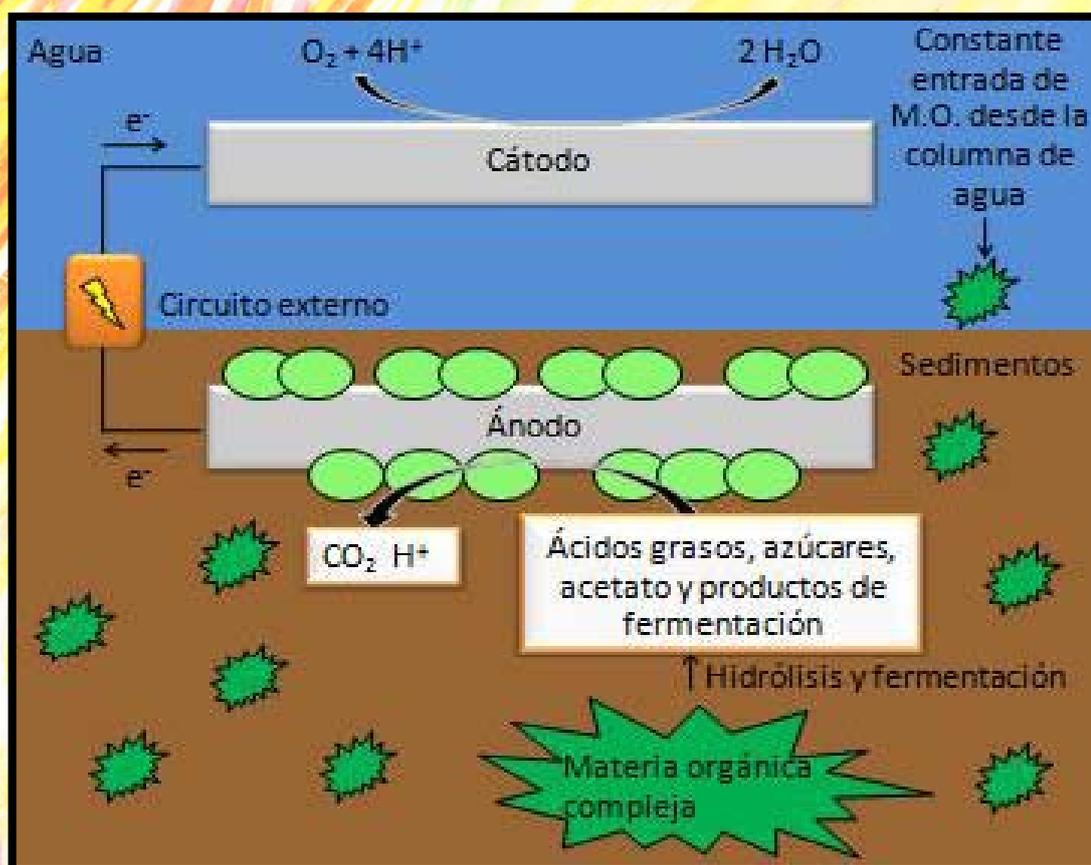
MoleQla

Revista de Química de la
Universidad Pablo de Olavide

Número 4

Diciembre 2011

ISSN 2173-0903



Fondo de portada

Juan Manuel García Arcos

Dibujo de portada

Gonzalo Ortiz Álvarez, Laura Moreno Guerrero y Julia Jiménez López

Logotipo

Juan Manuel García Arcos y Rafael Hoyos Manchado

Título de la revista

Rocío Escudero Ávila, Inés Maldonado Lasunción y Javier Revello Sánchez

Responsables de sección

MoleQla General: Sofía Calero Díaz

MoleQla Ambiental: Elena García Pérez

MoleQla Cristalina: Claudia Millán Nebot

MoleQla Energía: Juan Antonio Anta Montalvo

MoleQla Nanotecnológica: Ana Paula Zaderenko Partida

MoleQla Patrimonio: María Pilar Ortiz Calderón

MoleQla Viva: Guillermo López Lluc

MoleQla de andar por casa: Juan José Gutiérrez Sevillano

MoleQla Nutricional: Patrick J. Merklings

MoleQla Sanitaria: Ana Paula Zaderenko Partida

¿Sabías Que ...? Said Hamad Gómez

Pasatiempos: Patrick J. Merklings

MoleQla en Pósters: Alejandro Cuetos Menéndez

Responsables de maquetación

MoleQla General: Alina Georgiana Ioja

MoleQla Ambiental: Juan Antonio del Castillo Polo

MoleQla Cristalina: Antonio Barral Gil

MoleQla Energía: Jorge Martínez Cano

MoleQla Nanotecnológica: Rafael Ruiz González

MoleQla Patrimonio: Clara Rodríguez Fernández

MoleQla Viva: David Cabrerizo Granados

MoleQla de andar por casa: Alejandro Salguero Jiménez

MoleQla Nutricional: María Remedios Domínguez

MoleQla Sanitaria: Rafael Blanco Domínguez

¿Sabías Que ...? Javier Macías León

Pasatiempos: Jesús Lavado García

Editores

Sofía Calero Díaz

Ana Paula Zaderenko Partida

Juan Antonio Anta Montalvo

Patrick J. Merklings

ISSN 2173-0903

Editado el 21 de Diciembre de 2011

Universidad Pablo de Olavide

Sevilla, España

MoleQla cumple su primer año y lo celebra lanzando su cuarto número. En sólo un año nuestra revista ha experimentado grandes mejoras, no sólo desde un punto de vista cuantitativo sino también -y sobre todo- desde un punto de vista cualitativo.

Hemos pasado de tener una única sección a tener quince y de ser cuatro las personas implicadas en la edición y maquetación de la revista a ser más de una veintena. Este aumento en el equipo editorial ha supuesto importantes mejoras. Ahora cada una de las secciones está a cargo de dos personas que se ocupan de que la revisión de los contenidos y su maquetación cumplan los niveles de calidad cada vez más rigurosos de la revista.

La distribución en secciones permite más flexibilidad a los autores y simplifica la búsqueda de artículos al lector. La revista dispone de una sección general de química, *MoleQla General*, y también secciones de química más específicas como son *MoleQla Ambiental*, *MoleQla Cristalina*, *MoleQla Nanotecnológica* y *MoleQla Energía*.

Los contenidos de nuestra revista también contemplan áreas afines a través de secciones como *MoleQla Nutricional*, *MoleQla Patrimonio*, *MoleQla Sanitaria* y *MoleQla Viva*. Por último hemos incorporado otras secciones como *MoleQla de andar por casa*, en la que los autores pueden compartir experimentos de química

caseros, la sección *¿Sabías que...?* sobre curiosidades científicas, y secciones *Entre Cuentos y Chistes*, *Pasatiempos* y *MoleQla en Póster*. Con ello pretendemos hacer que esta revista sea más dinámica, divertida y accesible.

MoleQla se está difundiendo por la red. Podéis contactar con nosotros a través de moleqla@upo.es y encontrar información sobre la revista y sobre cómo publicar en ella en la web oficial de la Universidad <http://www.upo.es/moleqla>.

Moleqla también está en Dialnet, en redes sociales como Facebook y en Twitter y en breve también dispondremos de un blog. El objetivo que nos hemos marcado es el de hacer que esta revista no sea sólo nuestra, sino de todos. Desde aquí os animamos a participar en ella. Por nuestra parte seguiremos trabajando en su mejora y difusión. Desde MoleQla y a través de este nuevo número os deseamos unas felices fiestas.



El equipo de MoleQla

ÍNDICE

MoleQla General

1. ¡Neutrinos más rápidos que la luz!
2. La pila: almacén de electrones
3. La botella magnética
4. Transferencia de electrones. Corrosiones metálicas.
5. Que no nos engañen, esto no es química
6. Conozcamos la química del río con nombre de vino
7. Los peligros del cloro
8. La interesante historia del hielo seco
9. Ácido sulfúrico: el rey de los químicos
10. El compuesto que logró cambiar el mundo
11. La química como arma
12. La conquista del frío
13. Los superátomos , ¿nuevos superelementos?
14. Al final, el principio

MoleQla Ambiental

15. Las dos caras del ozono
16. Lagos asesinos
17. El océano como sumidero de carbono
18. ¿Con qué combustible me quedo?
19. El problema de la contaminación atmosférica en la industria oleícola y su implicación directa en la localidad de Marchena (Sevilla)
20. Fitorremediación de suelos contaminados con pesticidas

MoleQla Cristalina

21. ¿Y por qué cristalina? Bienvenida
22. Daniel Shechtman, un nobel tardío
23. Cuasicristales: Cristales imperfectos, ¿o todo lo contrario?
24. El desorden solidificado
25. El reto de la Castafiore ¿Puede un cristal antibalas ser destrozado por la voz de una soprano?

MoleQla Energía

26. Bacterias eléctricas
27. Hidrógeno: Del gas más simple al combustible del futuro
28. Producción de biobutanol. Fermentaciones ABE

MoleQla Nanotecnológica

29. La red metálica más ligera del mundo

MoleQla Patrimonio

30. La lluvia ácida ¿nos dejará sin monumentos?

31. La química del arte

MoleQla Viva

32. Invasiones biológicas: Diagnóstico y solución

MoleQla de andar por casa

36. Editorial

37. Indicador de pH casero

MoleQla Nutricional

38. La química y el sabor

39. Las curiosidades del vino

40. Los alicamentos

MoleQla Sanitaria

41. Medicina nuclear. Tomografía por Emisión de Positrones

42. Un veneno natural. La apitoxina

43. DMT: Una droga misteriosa

44. Una singular estrategia de evasión contra el SIDA

45. Alzheimer: un mal con presente y futuro

46. *Ginkgo Biloba*. El árbol que sobrevivió

47. Conjugados anticuerpo-fármaco: la terapia no agresiva contra el cáncer

MoleQla Pasatiempos

48. El Gran Juego sobre la Nanotecnología

¿Sabías Que...

49. ¿Sabías que...

50. El origen de Eureka

51. La vida es breve, la ciencia extensa

MoleQla en Póster

52. Materiales Poliméricos

MOLEQLA GENERAL





Artículo realizado por

Rafael Blanco Domínguez

¡NEUTRINOS MÁS RÁPIDOS QUE LA LUZ!

Estas partículas subatómicas han causado un enorme revuelo en la comunidad científica tras la publicación de unos resultados que han puesto en duda la respetada teoría de la Relatividad de Einstein, pues se ha obtenido que puedan superar la velocidad de la luz.

Resultan, como poco, conmovedores los resultados obtenidos por el **CERN** (Centro Europeo de Investigaciones Nucleares) a finales de septiembre. Los experimentos muestran que los neutrinos viajan 60 nanosegundos por encima de la velocidad de la luz, lo que contradice la gran teoría de la Relatividad especial de Einstein y, por consiguiente, choca con toda la concepción moderna sobre la física y el universo. Tras numerosas pruebas realizadas por la colaboración internacional Opera, que se desarrolla en el CERN, y tras no poder localizar ningún posible fallo, han publicado los resultados, motivo que ha alertado a la comunidad científica.

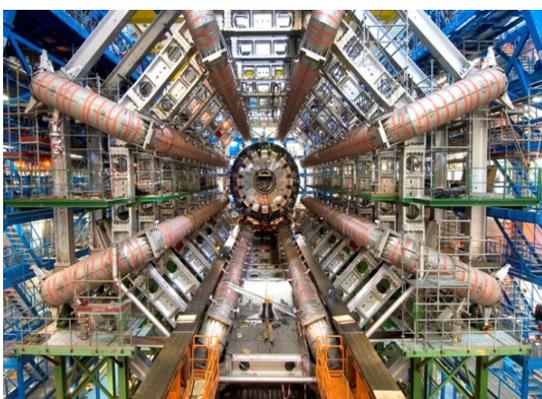


Figura 1. Imagen del CERN¹

Al parecer los neutrinos, emitidos desde el acelerador de partículas del CERN (situado en Ginebra) por reacciones nucleares, tardan menos de lo teórico en recorrer bajo tierra los 730 km que lo separan del detector situado en el laboratorio del Gran Sasso, en Italia. Es decir, una velocidad superior a la de la luz entra en el margen de error de las mediciones obtenidas.

Los **neutrinos**, para que el lector entre en materia, son unas partículas subatómicas que carecen de carga, tienen una masa muy pequeña ($5.5eV/c^2$) y apenas interactúan con la materia (de ahí que puedan viajar bajo tierra). Se forman en las reacciones nucleares donde un neutrón se descompone en un protón, una radiación beta menos y un neutrino. También son emitidos por la atmósfera y las estrellas, y se cree que todavía algunos proceden de la radiación cósmica de fondo.

De comprobarse los resultados, la teoría base para demostrar la unidad esencial de la materia y la energía, el espacio y el tiempo, y la equivalencia entre las fuerzas de la gravitación y los efectos de la aceleración de un sistema se vería en peligro. La **teoría de la Relatividad** postula la equivalencia entre masa y energía con la ecuación $E=mc^2$, en la que la velocidad de la luz, c , representa la velocidad de un cuerpo cuando toda su masa se convierte en energía. Es decir, que **UN CUERPO CON MASA NO PUEDE SUPERAR LA VELOCIDAD DE LA LUZ**. Los neutrinos tienen masa, por pequeña que sea, luego los datos obtenidos no cuadran con la teoría.

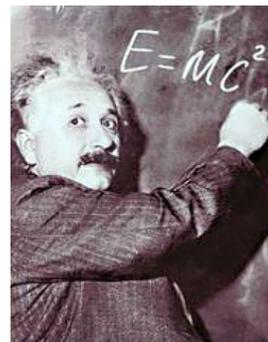


Figura 2. Einstein y la ecuación de equivalencia entre masa y energía².

Las conclusiones científicas y filosóficas de ser verídicos los experimentos son muy amplias y variopintas, sin embargo, los expertos piden calma a la hora de interpretar los resultados. Stephen Hawkins, el físico más importante de nuestros días, ha dicho que “*se necesitan más experimentos y aclaraciones*”. Además, los científicos implicados en el experimento también reconocen que es mejor ir despacio antes de dar la alarma y han pedido a distintos laboratorios que realicen experimentos independientes con neutrinos para buscar entre todos una solución.

Muchos ya se han aventurado a dar posibles soluciones al misterio. El cálculo del tiempo de partículas que viajan a velocidades comparables con la velocidad de la luz resulta bastante difícil. Además, el proyecto se construyó para estudiar la apariencia de los neutrinos tau y no para calcular su velocidad. Hay quien cree que el resultado puede darse porque los neutrinos son capaces de encontrar una especie de atajo espacio-temporal a través de las supuestas dimensiones ocultas que postulaba la teoría de supercuerdas. Contaldi, desde el I. C. de Londres, ha dicho que *los físicos no tomaron en cuenta la misma ley de la relatividad general de Einstein*. Apunta que las cargas gravitacionales en CERN, en Suiza y bajo las montañas en Gran Sasso son ligeramente dispares, ya que el CERN estaría algo más cerca al centro de la Tierra, y un reloj allí iría un poco más lento, pues su fuerza gravitacional sería mayor. Contaldi ha sido el que más ha hecho pensar a día de hoy a los científicos del CERN, pero todavía no ven claro que los 60 nanosegundos conflictivos se deban a lo anteriormente postulado.

Figura 3. Tunel en el interior del CERN

Esta no es la primera vez que se encuentra algo que atente contra la relatividad. En

2009 resolvieron el enigma sobre dos estrellas binarias que parecía que la precesión de sus órbitas cambia su inclinación más despacio de lo que podría indicar la teoría. Al final la relatividad salvó una bala al descubrir que las estrellas estaban tumbadas y no erguidas como se pensaba.

Como vemos, la concepción que tenemos de nuestro alrededor, del universo, no es fija, sino que cambia con el tiempo y con las demostraciones experimentales. Una teoría científica, por antigua que sea (en este caso la relatividad fue formulada a principios del siglo veinte), y por comprobada y más que comprobada que esté experimentalmente, puede verse en jaque en cuanto se encuentra algo en la realidad que la contradice. Es más, aunque Einstein tiene un prestigio enorme mundialmente, enseguida han puesto en alerta su teoría ante los datos empíricos obtenidos.

A lo largo de la historia, numerosos modelos científicos se han precedido en la búsqueda de satisfacer la necesidad humana de explicar su entorno. Tratamos de modificar la teoría ante una contradicción empírica porque lo que queremos es explicar la realidad que nos rodea. No tiene sentido llegar a superteorías matemáticas que no tienen cabida en las ciencias experimentales. En definitiva, la retórica final sería si seremos capaces de comprender todo el mecanismo del universo o no. Al menos, planteamos teorías que nos son útiles temporalmente para evolucionar humanamente, incluso aunque no sepamos si realmente estamos en lo cierto.

Referencias:

Imágenes

- ¹.<http://www.micinn.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=63e938effdb33210VgnVCM1000001d04140aRCRD>
- ².http://www.peritajedrsuperby.es/un_torrente_de_luz.htm

Información

- <http://www.telegraph.co.uk/science/8782895/CERN-scientists-break-the-speed-of-light.html>
- <http://librodenotas.com/cienciasyletras/21138/neutrinos-superlumnicos-error-o-dimensiones-ocultas>
- <http://www.popsci.com/science/article/2011-09/baffling-cern-results-show-neutrinos-moving-faster-speed-light>

- http://www.lavozdegalicia.es/sociedad/2011/09/23/0003_201109G23P29991.htm
- <http://www.lavanguardia.com/ciencia/20110926/54221409584/el-cern-crea-que-el-estudio-sobre-los-neutrinos-debe-ser-verificado.html>
- <http://elcomercio.pe/tecnologia/1309077/noticia-neutrinos-ponen-jaque-teoria-albert-einstein>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Neutrino>
- <http://www.biografiasyvidas.com/monografia/einstein/relatividad.htm>
- <http://www.ici.edu.uy/cien1/fis/22-resuelven-el-enigma-de-dos-estrellas-que-parecian-contradecir-la-teoria-de-la-relatividad>



LA PILA: ALMACÉN DE ELECTRONES

Artículo realizado por
Cristina Ojeda González

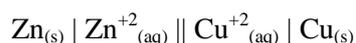
A todos nos rodean las pilas pero, ¿conocemos realmente su funcionamiento? A continuación descubriremos algo tan cercano para algunos y tan desconocido para otros.

Una pila es una celda en la que se da una oxidorreducción espontánea que produce energía eléctrica.

En 1780, Galván descubrió que cuando dos metales se unen y tocan un nervio de un anca de rana, hacen que se contraigan sus músculos. De esta manera, una pila tiene dos electrodos donde el número de electrones transferidos en ambas direcciones debe ser el mismo. Para que esto se produzca es necesario separar las dos semirreacciones. Cuando un metal se oxida, se transfieren aniones a la celda para equilibrar la carga eléctrica del catión producido. Los aniones son liberados de la otra celda cuando un catión se reduce y pasa a través de un puente salino en forma

de U que permite el contacto entre las disoluciones, pero impidiendo que se mezclen para mantener la neutralidad en cada semipila.

El voltaje de una pila se mide conectando un voltímetro a los dos electrodos, y es la diferencia de potencial entre ambos, lo cual depende de sus concentraciones. La notación de una pila es la siguiente:



A la izquierda se coloca el electrodo negativo (ánodo), donde se produce la oxidación. A la derecha, el electrodo positivo (cátodo), donde tiene lugar la reducción. Los electrodos pasan del ánodo al cátodo a través del conductor.

Esta reacción, en la que se basa la pila de Daniell, se produce porque los iones Zn^{+2} que se disuelven dejan libres dos electrones que son captados por el Cu^{+2} de la disolución, reduciéndose a Cu metálico. Dichos electrones deben pasar por un conductor, que puede ser un puente salino con una disolución concentrada de electrolito inerte respecto al proceso redox (por ejemplo KCl). A medida que transcurre el proceso, la concentración de Zn^{+2} aumenta, mientras que la de Cu^{+2} disminuye, hasta que se agota.

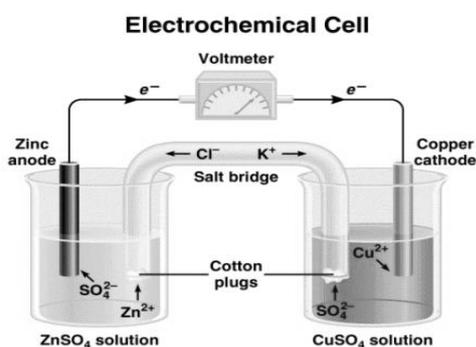


Figura 1. Esquema de una pila de Daniell.¹

Hay varios tipos de pilas: **pilas primarias**, como las de dióxido de Zinc-Manganeso, que es la más usada. A su vez, hay dos tipos: la pila Leclanché y la pila alcalina. La primera es la más económica y tiene como ánodo zinc con plomo, cadmio y mercurio y como cátodo, dióxido de manganeso mezclado con carbón para crear un sistema húmedo. Las pilas alcalinas tienen como cátodo un dióxido-grafito de manganeso y como ánodo una aleación de zinc con hidróxido de potasio. Asimismo, hay pilas de Litio que, debido a su alta actividad química, usan electrolitos no acuosos, como sales, que permiten no tener separación entre el ánodo y el cátodo. Sus usos van desde la aeronáutica hasta marcapasos.

Algunas compañías, como Sony o Motorola, están trabajando en pilas biológicas que generan energía a partir de alcohol y oxígeno, o de azúcares, utilizando

enzimas como catalizadores, por lo que no necesitan enchufes para generar electricidad, y serán dedicadas a aparatos electrónicos.

También se están estudiando pilas de papel con un 90% de celulosa y un 10% de carbono como electrodo. Son muy ligeras y útiles a temperaturas extremas, se recargan más rápido que las convencionales y tienen suficiente voltaje para iluminar una bombilla. No obstante, aunque el papel no contamina el medio ambiente, sí requiere la tala de árboles, igual de perjudicial para la Tierra. Por ello se está desarrollando la extracción de celulosa en algas verdes.

Pilas secundarias (de almacenamiento o recargables): como las de ácido-plomo, la más usada hoy en día. Son construidas con plomo, donde el electrodo positivo está cubierto con dióxido de plomo y el electrolito está compuesto de ácido sulfúrico.

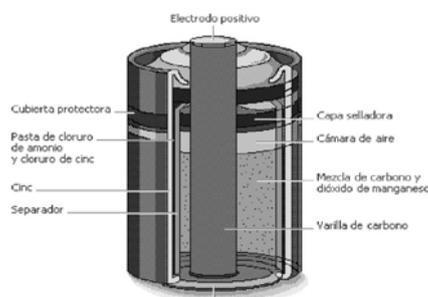


Figura 2. Esquema de una pila galvánica, donde se muestran los distintos componentes de ésta.²

En la actualidad usamos pilas para casi todas nuestras acciones y por este motivo la tecnología crea pilas de mayor duración y efectividad. Así, las pilas se usan desde por la mañana para despertarnos con un despertador, hasta un marcapasos para sobrevivir. Además, gracias a ellas se han logrado avances en transporte, telecomunicaciones y satélites puestos en órbita.

No obstante, las pilas también tienen desventajas, tales como contener mercurio, que es muy contaminante y va a parar a la tierra cuando las tiramos. Esto hace que lo ingeramos y ello acarrea daños en el cerebro, en los riñones y en el sistema motor. Algunas pilas recargables no tienen mercurio, pero sí níquel y cadmio, dos metales muy tóxicos: el níquel puede destruir las membranas nasales y el cadmio se considera cancerígeno y crea trastornos en el aparato digestivo.

Sabiendo todo esto, apostemos por las pilas ecológicas para que se desarrollen por completo y no destruyan nuestro planeta.

Referencias:

-¹.Imagen tomada de:

<http://www.fq.uh.cu/dpto/qf/uclv/infoLab/practics/practics/Pilaselectroquimicas/P5.htm>

-².Imagen tomada de:

<http://quimicaredoz.blogspot.com/2007/11/pilas.html>

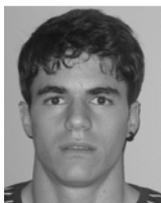
-Información extraída de wikipedia

<http://html.rincondelvago.com/baterias-y-pilas.html>

<http://www.fq.uh.cu/dpto/qf/uclv/infoLab/practics/practics/Pilaselectroquimicas/teoria.htm>

www.lne.es

<http://ecoabc2.galeon.com/enlaces1075083.html>



Artículo realizado por
Juan Elías González Correa

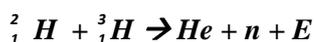
LA BOTELLA MAGNÉTICA

Calentar isótopos de hidrógeno hasta que sus núcleos fundan es una de las bases para obtener una nueva forma de energía más favorable y limpia. Recientemente, nuevos estudios han abierto la puerta hacia un nuevo futuro en este tipo de energía.

La fusión nuclear es la unión de dos núcleos atómicos más ligeros para dar otro más pesado. En este proceso una cierta cantidad de masa se convierte en energía. Un

ejemplo de este tipo de reacción es la que se produce en el Sol.

Una de las reacciones más favorables, energéticamente hablando, es la siguiente:



Es la reacción de fusión de los isótopos de hidrógeno (deuterio y tritio). La suma de las masas del neutrón y el núcleo del helio es menor que la suma de los núcleos iniciales. Si nos remitimos a la fórmula de Einstein: $E= m \cdot c^2$, la diferencia de masa origina una gran energía, dado que la velocidad de la luz es muy grande.

En la reacción anterior, cuando un deuterio se une a un tritio, se forma helio (partícula alfa), que tiene una energía de 3,6 MeV y un neutrón, con una energía de 14MeV, ambas energías en promedio. Con que la energía resultante de esta fusión es 17 MeV.

Pero, ¿cuál es el procedimiento a realizar para que el deuterio funda con el tritio? Ambos isótopos poseen un protón en el núcleo lo que hace que se repelan. Sus núcleos deben aproximarse hasta ponerse casi en contacto, hecho que requerirá un gran aporte energético.

Existen dos posibles mecanismos: el confinamiento inercial y el magnético. En este artículo nos ceñiremos a este último, aunque en el primero se han logrado grandes avances.

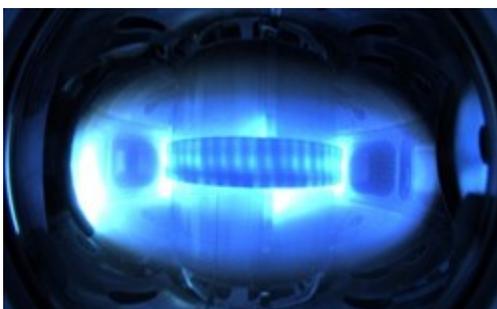


Figura 1. Confinamiento magnético¹

Para romper la “barrera eléctrica” (ya que ambos núcleos son positivos y se repelen) que separa a los núcleos del deuterio y tritio hay que elevar la temperatura hasta que

alcancen la energía suficiente como para superarla.

Uno de los inconvenientes es que hace falta una temperatura cercana a los cien millones de grados centígrados. El otro, es que cualquier material conocido funde a esas temperaturas.

Para superar ambos problemas se ha propuesto el anteriormente mencionado confinamiento magnético. A tan altas temperaturas, los electrones no están ligados a los núcleos, por lo que existirán nubes electrónicas de carga negativa, moviéndose libremente a una gran velocidad y nubes electrónicas de carga positiva, formada por los núcleos libres. Hablamos entonces de un nuevo estado de la materia, el plasma.

El confinamiento magnético consiste en desarrollar una especie de “botella” magnética que sea capaz de controlar el plasma a través de campos magnéticos que repelen tanto a los núcleos como a los electrones, manteniendo a las partículas del plasma en un movimiento toroidal (Figura 2). Sin embargo, este es un proceso bastante complicado dado que el plasma no posee una carga eléctrica definida. Los últimos avances han consistido en el desarrollo de un dispositivo en forma de toroide llamado Tokamak.

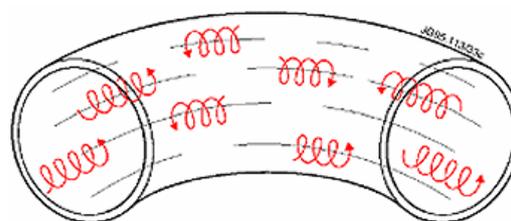


Figura 2. Movimiento de las partículas del plasma²

Aunque actualmente no se ha conseguido generar más energía de la que se consume en el proceso, es decir que el deuterio y el

tritio estén confinados el tiempo necesario para que la fusión se lleve a cabo, existen ambiciosos proyectos, como el ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). Este proyecto tiene como objetivo demostrar que la fusión es una fuente de energía del futuro y se encuentra emplazado en el sur de Francia.

El hecho de que se esté investigando tanto en esta forma de fusión es que la energía que se produce es “limpia” e ilimitada. Por una parte, decimos que es “limpia” porque el deuterio no es radiactivo. En cambio el tritio sí lo es, pero éste nunca llega a salir del Tokamak, por lo que no hay que almacenarlo en cementerios radiactivos y al cabo de unos 75 años de cesar el funcionamiento de un reactor, la radiactividad acabará desapareciendo. Por

otro lado, es ilimitada porque el deuterio está presente en la capa superficial de los océanos, siendo suficiente como para producir energía durante 4 millones de años.

Se nos presenta una energía no contaminante e ilimitada, en un siglo en el que los combustibles fósiles empiezan a escasear y la búsqueda de energías renovables e industrialmente rentables se hace cada vez de forma más pertinaz.

¹Figura obtenida de:

http://www.energiasostenible.net/iter_proyecto.htm

²Figura obtenida de:

<http://www.iter.org/sci/plasmaconfinement>

<http://www.iter.org/>

Nucleares ¿por qué no? Cómo afrontar el futuro de la energía, Manuel Lozano Leiva.

http://www.geofisica.cl/Tempo/mix/ITER_Jun06.htm



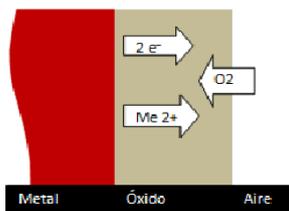
Artículo realizado por
Alina Georgiana Ioja

TRANSFERENCIA DE ELECTRONES CORROSIONES METÁLICAS

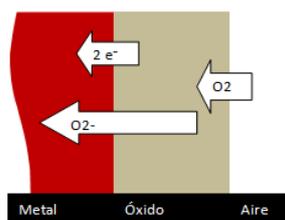
Procesos tan diversos como la corrosión de metales, el blanqueo de textiles, la respiración animal y vegetal, las pilas y las baterías, las mediciones de pH, el envejecimiento celular (por formación de radicales sueltos), los procesos de electrólisis están todos relacionados con los fenómenos REDOX.

Se limitará el enfoque de este fenómeno a efectos prácticos en la destrucción química y/o electroquímica de los metales. Se describe la oxidación como un proceso de

pérdida de electrones, y la reducción como un proceso de ganancia de electrones. El agente oxidante es el que recibe electrones y el agente reductor, es el que los cede.

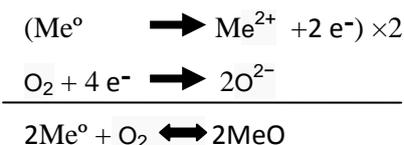


Oxidación



Reducción

Figuras 1 y 2.



En los cursos elementales de química generalmente se incluye un experimento que consiste en poner varios metales en contacto con ácidos para observar la susceptibilidad relativa de los metales a oxidarse (disolverse) y en sumergir metales en soluciones de los diferentes iones metálicos para determinar la susceptibilidad de esos iones a ser reducidos (depositados sobre el metal). Así se ordenan los metales en la llamada serie electroquímica o serie de actividad, en la cual los metales más reductores quedan al principio, los más oxidantes al final y el hidrógeno en alguna posición intermedia. En otras palabras, se ha medido de forma aproximada la capacidad relativa para donar y recibir electrones.

Existen corrosiones por gases (como el hierro expuesto al aire) o corrosiones por líquidos (como en el caso de un casco de un barco expuesto al agua).

Las corrosiones como fenómenos redox están presentes en la vida cotidiana más de

lo sospechado, entorpeciendo en la mayoría de los casos. Afectan a los metales más utilizados en la industria moderna (hierro, aluminio y cobre), teniendo consecuencias directamente reflejadas en el día a día, siendo la corrosión la causante de grandes perjuicios económicos en instalaciones enterradas o en superficie.

Con frecuencia al analista se le pide que analice productos de corrosión, como medio de investigación de los métodos para proteger metales. Dicha investigación se ve entorpecida en el caso de que sean varios los caminos que causan el deterioro electroquímico. Entre ellos están los siguientes. Las celdas galvánicas se producen cuando dos metales diferentes tienen contacto entre sí y además con una solución, dando así lugar a una celda cortocircuito. Como ejemplo, un niple de bronce en un tubo de hierro por el que circula agua origina la reacción $Fe + Cu^{2+} = Fe^{2+} + Cu$ tal y como indican los potenciales de oxidación. El Fe^{2+} se oxida a Fe^{3+} debido al oxígeno del aire y el Fe^{3+} se hidroliza formando $Fe(OH)_3$ lo cual desplaza aún más a la derecha la reacción.

El galvanizado, el recubrimiento de Cd y el uso del ánodo de Mg se realizan todos para proteger el hierro de la corrosión. El galvanizado consiste en aplicar una capa de metal sobre otro material mediante el uso de una corriente eléctrica o bien dar un baño de cinc fundido a una superficie metálica, para que no se oxide. El uso del ánodo de Mg se usa como consecuencia de su alto potencial con respecto al hierro y está diseñado para obtener el máximo rendimiento posible, en su función de protección catódica. Éstos cátodos se utilizan en oleoductos, pozos, tanques de almacenamiento de agua incluso para estructuras que requieran una protección temporal. En condiciones diferentes de las que existen en un laboratorio, como ocurre con un tanque enterrado en suelo húmedo, un barco en el mar o nuevas aleaciones usadas, la tabla de los potenciales de oxidación suele tener poco valor y el experimentador tiene que determinar las características de cada nueva situación.

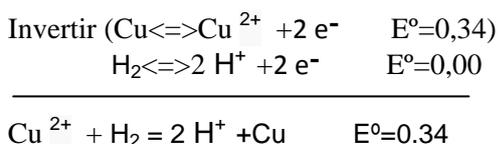


Figura 2 en la que se muestra un barco en corrosión.

Las celdas de concentración son normalmente sistemas en los que están en contacto dos electrodos iguales con soluciones de composición variable, como ocurre en el caso del recubrimiento de hierro de un pozo que está en contacto con el agua salada que presenta una concentración diferente. Todo ello ayuda a que la corrosión del metal se produzca más fácilmente en la solución más diluida.

Otra causa de la corrosión son las celdas de tensión diferencial y la temperatura diferencial. Es decir una temperatura elevada acelera el movimiento de los iones y el desprendimiento de gases actúan en conjunto a favor de la corrosión. Las zonas del metal sometidas a tensión por ejemplo a causa de su uso también se ven más propicias a la corrosión.

En las celdas de aeración diferencial se dispone de un metal en contacto con dos soluciones que solamente se distinguen en la cantidad de aire disuelto en ellas; y puede ser sorprendente averiguar que la corrosión es mayor en la solución que tiene menor concentración de O₂. Por ejemplo al tratar de disolver cobre en ácido clorhídrico y calcular la constante de equilibrio de la reacción resultante observamos que la tendencia del cobre a reducir protones y formar gas hidrógeno es pequeña, pero se puede suponer que para alcanzar el equilibrio se deposita una pequeña capa de hidrógeno gas sobre el cobre.



La constante de equilibrio se calcula así:

$$K = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{Cu}^{2+}] \times p(\text{H}_2)} = 3,6 \times 10^{11}$$

Se dice que el cobre está polarizado por el hidrógeno gas. Si hay oxígeno presente, éste desplazará la reacción y produce una demanda de electrones por parte de las zonas que no se encuentran depolarizadas por el hidrógeno gas. Estas zonas acaban desprendiendo electrones volviéndose anódicas y en ellas se disuelve el metal. Por este proceso la corrosión ocurre en las zonas del sistema donde hay menos oxígeno.

También hay que mencionar las celdas de corriente externa. Es el caso de una fuga de corriente de una máquina que puede provocar que haya un flujo de electrones desde un metal como por ejemplo desde una tubería lo que causará el deterioro del metal en dicho punto. El agua es el que recibe los electrones, produciendo hidrógeno gas e iones hidroxilo; pero si contiene oxígeno disuelto, solamente se producirán iones hidroxilo. Así se tendrá como producto final hidróxido de hierro tres, que en algunos casos puede incluso depositarse sobre el metal y protegerlo. Se han de evitar fugas de corriente en la reparación de la maquinaria para frenar la corrosión desde sus inicios.

La corrosión de los metales constituye el mayor gasto excesivo y superfluo en el que incurre la civilización moderna.

Las roturas en los tubos de escape y silenciadores de los automóviles, la sustitución de los calentadores de agua domésticos, explosiones por fugas de gas, roturas en las conducciones de agua, incluso el derrumbe de un puente, son algunos de los problemas que enfrentan al hombre. Nada metálico parece ser inmune a estos acontecimientos.

Algunos ejemplos de corrosión que ocurren con cierta frecuencia en la vida diaria son las tuberías de agua, la lavadora automática, el automóvil, las construcciones y edificaciones en concreto, la corrosión de envases metálicos para conservas, etc.

Con todo lo mencionado anteriormente habría que tener en cuenta ciertas recomendaciones para evitar la corrosión. Aumentar la conciencia acerca de los grandes costos de la corrosión y los potenciales ahorros, cambiar la mentalidad errónea de que no se puede actuar contra ella, cambiar y mejorar la educación y el entrenamiento del personal en cuestión e impulsar prácticas para crear nuevas tecnologías avanzadas contra ella a través de investigación, desarrollo y aplicación. Con todo ello cabe destacar la gran recompensa económica y social que se produciría si alguien encontrara solución a estos fenómenos.



Figura 3 en la que se muestran las consecuencias de la corrosión en lavadoras, edificios, latas y tuberías.

Bibliografía

- W.T.Hall, J Chem.Educ., 21,403(Serie de f.em)*
W.F.Luder y A.A.Vernon,(Convenciones acerca de f.em)
F.K.McAlpine,J.Chem.Educ.,(Algunos agentes oxidantes)
R.B.Spacht,J.chem.Educ(Corrosión)
J.A.Timm(Electrólisis)
A.E.Harvey y D.L Manning,(Potenciales de oxidación experimentales)
La figura 1 ha sido realizada por la autora del artículo.
Las figuras 2 y 3 se han obtenido en wikipedia.



Artículo realizado por
Alba Jiménez Díaz

QUE NO NOS ENGAÑEN, ESTO NO ES QUÍMICA.

A lo largo de la historia, ha sido imprescindible para el ser humano establecer un método que explicara la realidad con rigor, mediante la combinación de la razón y las experiencias. Esta necesidad culmina en la creación de lo que hoy conocemos como método científico. Sin embargo, no son pocos los investigadores que, obviando los pasos correctos, han falsificado sus resultados, llevando a la humanidad a caer en grandes errores. Veamos algunos de ellos en este artículo.

En la Edad Antigua, los griegos ya eran conscientes de la necesidad de elaborar un método capaz de dirigir el estudio de la realidad de forma apropiada. En la Edad Media, fueron varios los personajes del mundo islámico que heredaron esta filosofía griega. Sin embargo no fue hasta la Edad Moderna, con Descartes y su método cartesiano, que se establecieron por vez primera unas normas para dirigir la razón hacia la verdad de las ciencias. Leonardo da Vinci, Copérnico, Kepler y Galileo Galilei fueron los primeros en basarse en el método científico.

No obstante, en ocasiones algunos experimentos han sido modificados o sus resultados falsificados por obra de quienes se saltaron el método.

Un ejemplo lo constituyen los quelantes de plutonio de Schubert. Una sustancia quelante es aquella capaz de formar complejos con iones de metales pesados. Los metales pesados permanecen en las células uniéndose a grupos reactivos que tienen otra función por lo que resultan altamente tóxicos y difíciles de eliminar. Por eso, los quelantes tienen una gran aplicación médica, ya que facilitan la excreción de los metales pesados.

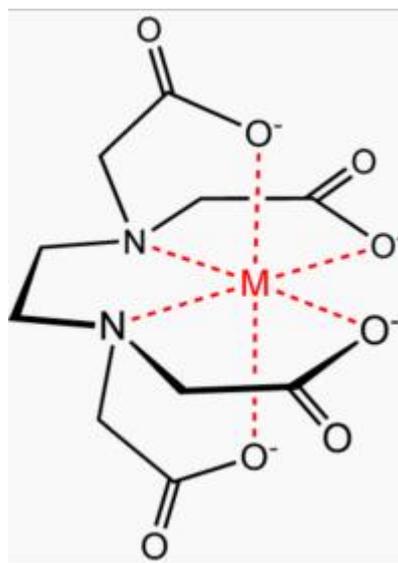


Figura 1. Molécula quelante constituida por ácido etilendiaminotetraacético unido a un metal pesado (simbolizado con la letra M)¹.

En un congreso celebrado en 1979, en Tokyo, el químico Jack Schubert confesó que los resultados que él y su compañero S.K. Derr habían publicado eran inventados. En estos resultados afirmaban la existencia de una solución que actuaba como quelante de plutonio en los tejidos óseo y hepático. El interés de esa mentira puede hallarse probablemente en los usos que podrían tener estos quelantes ya que servirían para, en relación con la industria

nuclear, eliminar sus desechos y descontaminar a los afectados. Sin embargo, el resultado real de este fraude fue que, al ser descubierto, Estados Unidos rebajó los créditos concedidos para este tipo de trabajos.

Otro fraude fue la fusión fría de Stanley Pons y Martin Fleischmann. El 23 de marzo de 1989 ambos científicos publicaron en la revista *Nature* que habían encontrado la manera de producir una reacción nuclear de fusión en condiciones aproximadas a las normales. El término, acuñado por Paul Palmer en 1986 para designar reacciones nucleares que podrían tener lugar en el núcleo de un planeta, pasó a designar entonces la reacción descrita por Pons y Fleischmann, que consistía en la producción de energía partiendo de la fusión de átomos de deuterio, provenientes de agua pesada sometida a una electrolisis con electrodos de platino y paladio. Según estos investigadores, tras centenares de horas, el deuterio se concentraba en el electrodo de paladio hasta que se convertía en helio y así emitía energía.

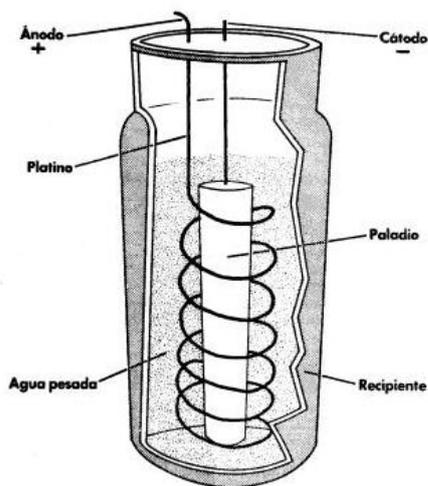


Figura 2. Esquema de la cubeta de electrolisis utilizada por Stanley Pons y Martin Fleischmann en sus experimentos.²

Con esto, los autores afirmaban que podían obtener una energía mayor que la que aplicaban. Tal afirmación tuvo un gran eco

en los medios ya que implicaba una obtención de energía de forma prácticamente gratis (se necesitaban materiales muy baratos, de fácil adquisición). Por ello, muchas universidades intentaron reproducir el experimento. No obstante, los resultados nunca salían como se esperaba. En un primer momento, la explicación que los científicos ofrecieron era que el agua pesada que ellos habían utilizado era muy pura y que por tanto, resultaba muy dificultoso reproducir las mismas condiciones. Poco a poco fueron surgiendo más discrepancias y aunque se pensó que se trataba de las empresas petroleras que temían perder su hegemonía, más tarde se hizo evidente que la fusión fría no era más que un fraude. Si se sigue el hilo de las conferencias que Stanley y Pons daban en las distintas ciudades puede observarse cómo van modificando los datos sobre los que alguien planteaba una duda inexplicable o nombraba errores cometidos.

“Los dos investigadores que se atribuyen la primera fusión nuclear controlada en un tubo de ensayo, han retirado en el último momento un trabajo de la revista científica Nature, lo que ha suscitado dudas en algunos sectores sobre el valor de su descubrimiento.”³

El escepticismo generado sobre este tema era tal que, en mayo de ese mismo año, Estados Unidos mandó a su Departamento de Energía formar un grupo de científicos que investigaran si este fenómeno era o no veraz. Tras cinco meses de estudio, se concluyó que no existía evidencia alguna de que la fusión fría tuviera lugar ante tales condiciones, de manera que una vez más, dejaron de financiarse las investigaciones con fines similares. Actualmente, ambos científicos han desaparecido de la vida pública y trabajan para empresas privadas.

Similares engaños suceden alrededor de la química orgánica, ya que se comercializan sustancias atribuyéndoles nombres o conceptos que no les corresponden, buscando el marketing que ello genera. Encontramos así el ejemplo de llamar vitaminas a compuestos que en realidad no lo son. El inositol, por ejemplo, es necesario para los ratones porque su carencia les provoca calvicie. No es, por el contrario, esencial para el ser humano y además lo podemos encontrar sin problemas en una dieta equilibrada. Aún así, el inositol se comercializa como vitamina contra la calvicie. Igualmente, la vitamina B13 es simplemente ácido orótico, un compuesto que nuestro cuerpo ya produce en las cantidades que necesita. La carnitina también se vende como vitamina adelgazante, lo cual también es otro fraude. Esta sustancia transporta los ácidos grasos a las mitocondrias para que allí sufran la oxidación. Es de este consumo de los ácidos grasos en la obtención de energía de lo que depende directamente su eliminación, y no del transporte de la carnitina. Otro claro ejemplo es la vitamina B17; su nombre verdadero es amígdalina. No sólo no produce los efectos con los que se le da publicidad (agente anticanceroso) sino que, además, es tóxica. Una vez en el tubo digestivo, las enzimas digestivas la degradan en ácido cianhídrico. Aunque está prohibida su venta en varios países, es

relativamente fácil conseguirla a través de Internet.

Estas sustancias constituyen un ejemplo de las graves consecuencias en nuestra salud que provoca la falsificación de resultados obtenidos.

Finalmente, podemos afirmar la necesidad del cumplimiento del método científico no sólo por el rigor de los datos obtenidos y la reputación que podamos lograr sino más bien porque obviar el método y ajustar los datos según nuestros intereses puede desencadenar graves problemas a la sociedad.

Información obtenida de:

<http://dimensionparalela.wordpress.com/fusion-fria-fraude-o-realidad/>

<http://milksci.unizar.es/nut/mitos.html>

¹ Figura obtenida de

http://es.wikipedia.org/wiki/Agente_quelante

² Figura obtenida de

<http://www.noticiasdelcosmos.com/2009/09/se-viene-el-experimento.html>

³ Extracto de la noticia publicada en ELPAIS.com

http://www.elpais.com/articulo/sociedad/ESTADOS_UNIDOS/NATURE/_REVISTA/Fleischmann/Pons/retiran/articulo/revista/Nature/elpepisoc/19890422elpepisoc_9/Tes



Artículo realizado por

Purificación Jiménez Martín

CONOZCAMOS LA QUÍMICA DEL RÍO CON NOMBRE DE VINO

Diversas investigaciones que siguen la línea química, biológica y astrológica, han llevado a científicos a estudiar con detenimiento las aguas del “Rio Tinto”, situado al norte de la provincia de Huelva.

Esta zona rica en minerales (Pirita, Goethita, Covellina...) y de características geológicas singulares, está siendo lugar de especial interés para el desarrollo de investigaciones de diversos campos científicos.

Conozcamos lo más característico de este territorio, el Río Tinto.



¹. Río tinto a su paso por las Minas de Río Tinto(Huelva)

Es un río con aguas de pH medio 2, que atraviesa una franja cuyo mineral más abundante es la pirita (sulfuro de hierro: FeS_2); Más adelante, se explica por qué este río tiene un pH tan anormalmente acidificado.

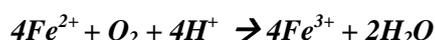
El río, por lixiviación en el terreno adquiere una alta concentración de sulfuros, y estos sufren una serie de reacciones hasta dar como producto final ácido sulfúrico (H_2SO_4), que en adición a los cationes libres de hierro (Fe^{3+}) aportan la acidez característica del medio. La abundancia de este metal es la razón por la que el río tenga el llamativo color rojo de sus aguas y nombre de vino.

Observemos qué reacciones aportan estas características. Las peculiaridades más destacables son el alto contenido en H_2SO_4 e iones férricos (Fe^{3+}) en altas concentraciones. Como antes he comentado, el terreno es rico en FeS_2 , que

en contacto con el O_2 o con H_2O , se oxida espontáneamente según la reacción:



Este proceso se encuentra “catalizado” por la actuación de bacterias quimiolitótrofas que habitan en el río, debido a las características idóneas de temperatura y nutrientes que les aporta ese hábitat. De tal modo que:



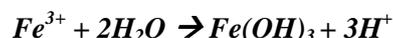
Dando lugar a un pH muy bajo.

En la reacción de oxidación del ión ferroso, se genera muy poca energía, por lo que estas bacterias tienen que oxidar mucho Fe^{2+} para su subsistencia, generando grandes cantidades de Fe^{3+} .

Toda esta acidez, se ve incrementada porque algunas de las bacterias oxidan el tiosulfato obtenido, generando ácido sulfúrico, como podemos ver en la siguiente reacción:



Igualmente, otro factor que incrementa la acidez es la hidrólisis del ión férrico:



Esta acidificación no es neutralizada, porque la cantidad de compuestos básicos no es la suficiente para que pueda llevarse a cabo la neutralización.

Una vez conocida la composición, veamos por qué es objeto de investigación.

Según las hipótesis de distintos investigadores, el Río Tinto, puede ser un

reflejo de cómo era la vida hace millones de años.

Las peculiares características químicas que presenta la zona, han sido comparadas con otras zonas del planeta. Este hecho, ha llevado a la NASA a investigar sobre estas tierras comparándolas con la composición existente en Marte.

Según la rama de investigación, se ha llegado a varias conclusiones:

En el sentido biológico, podrían llegarse a comprender metabolismos basados en el hierro. En el campo de astrobiología, la posibilidad de que haya o hubiese habido vida en el planeta vecino.

La investigación química se basa en la división de isótopos, que pueden determinar si hubo vida con un metabolismo basado en el hierro, tanto en lugares terrestres o en otros planetas



² *Río tinto en su paso por La Naya (Minas de Riotinto, Huelva)*

El Río Tinto es un lugar de investigación en el que varias ramas de la ciencia trabajan para llegar a conclusiones que realmente podrían aclarar cuestiones tales como que existan otras rutas metabólicas, cómo era la vida hace millones de años o enigmas que siempre han rondado la cabeza del ser humano de si existe vida fuera de nuestro planeta.

Para concluir, todo esto es posible por el conocimiento que hoy podemos tener sobre los tipos de reacciones químicas y los resultados que se obtienen de ellas.

Referencias:

http://www.nasa.gov/centers/ames/spanish/news/releases/2003/03_74AR_span.html

Ayuntamiento Minas de Riotinto

<http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/110.pdf>

¹ <http://agrupacionastronomicamagallanes.wordpress.com/2009/02/03/350/riotinto1/>

² <http://eledyblog.blogspot.com/2010/07/bacterias-de-la-cuenca-del-rio-tinto-en.html>



LOS PELIGROS DEL CLORO

Artículo realizado por
Javier Macías León

El cloro es uno de los elementos más utilizados por nuestra sociedad, tanto en la fabricación de otros productos como formando parte de los mimos. De hecho, es tan importante que incluso lo encontramos en el agua que bebemos, pero, ¿es en realidad tan inocuo como pensamos?

El cloro (Cl) es un elemento químico del tipo de los halógenos, que en condiciones normales forma un gas diatómico (Cl_2) altamente tóxico. Es un elemento esencial para la vida y con una gran cantidad de usos para los seres humanos, pero, como ocurre con muchos otros compuestos, el aumento desproporcionado de este elemento por causa del hombre puede suponer graves problemas para el medioambiente y las personas.

Uno de los usos más conocidos del cloro es el de desinfectante, usado tanto para limpiar lugares de ocio como piscinas como para producir agua potable, dado que el cloro tiene un gran poder destructivo contra bacterias y microorganismos. Aún así, la presencia de un exceso de cloro en aguas de ríos y lagos, al igual que sucede al potabilizar el agua, mata a los microorganismos que habitan en la masa de agua, afectando considerablemente al ecosistema. Además, el exceso de cloro produce graves problemas en la fauna y flora marina. Además, volviendo al tema de la cloración del agua, recientes estudios defienden que el consumo de agua clorada (aún siendo barata y efectiva para eliminar organismos que podrían resultar infecciosos) tiene más inconvenientes de los que se creía. Un reciente estudio del

Consejo para la Calidad del Medio¹ demostró que el riesgo de padecer cáncer entre aquellos que beben aguas cloradas es un 93 % más alto que entre aquellos cuya agua no tiene cloro. Además de éste, el cloro tiene otros efectos negativos sobre nuestra salud: destruye la vitamina E, produce irritación de colon y estómago, alteración de la flora intestinal, anemia o problemas respiratorios. El agua clorada tiene otros efectos en niños nadadores, pudiendo causar problemas respiratorios como asma, bronquitis de por vida. Debido a estos problemas asociados al agua clorada, cada vez son más las ciudades, como París y Berlín, que potabilizan sus aguas usando métodos y productos alternativos, como la potabilización mediante ozono (O_3) y radiación UV, que no deja contaminantes en el agua.

El cloro es también un importante contaminante en la atmósfera, siendo uno de los principales compuestos que aceleran la destrucción de la capa de ozono. El cloro, en estado natural (Cl_2), no es nocivo para la atmósfera, sin embargo es muy dañino cuando forma parte de algunos compuestos producidos por el hombre, especialmente de los famosos CFCs. Los CFCs (clorofluorocarbonos) son compuestos derivados de los hidrocarburos, en los que

se han sustituido átomos de hidrógenos (H) por átomos de cloro y/o Flúor (F). Estos CFCs se usan principalmente en la industria, aunque también se encuentran en aerosoles, pinturas o aparatos de refrigeración. Estos CFCs se desprenden a la atmósfera y, al incidir sobre ellos una radiación, se desprende un átomo de cloro, que rompe una molécula de ozono (que se transforma en O_2) uniéndose a un átomo de oxígeno, formando monóxido de cloro. Posteriormente esta molécula reaccionará con los átomos de oxígeno de la atmósfera formando O_2 y volviendo a dejar el radical de cloro libre, que volverá a repetir el proceso con otra molécula de O_3 .

Una sola molécula de CFC puede destruir miles de moléculas de ozono, disminuyendo el grosor de la capa de ozono. Esta capa protege la superficie terrestre de muchas radiaciones nocivas del Sol, como los ultravioletas (UV), que afecta directamente a la salud de las personas, aumentando el número de casos de cáncer de piel.

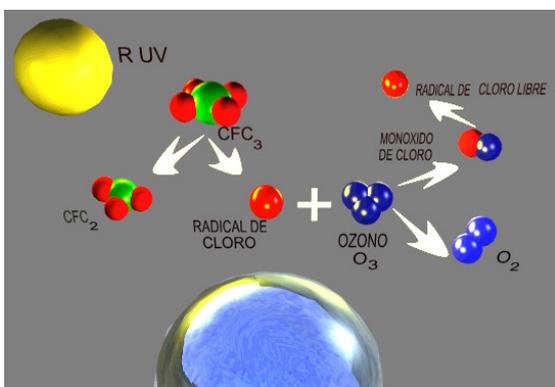


Imagen que representa el proceso de destrucción del ozono debido al cloro.²

Debido a este perjudicial papel, los CFCs fueron prohibidos en numerosos países en el año 1995. Aún así, sus sustitutos no son del todo inofensivos: los HCFCs

(hidroclorofluorurocarbonos) también destruyen la capa de ozono (aunque en menor medida) y los HCFs (hidrofluorurocarbonos) no dañan la capa de ozono, pero aumentan el efecto invernadero. En los seres humanos el gas cloro también causa problemas en la salud, principalmente respiratorios. De hecho, el gas cloro (Cl_2) tuvo una breve carrera como arma durante la 1ª Guerra Mundial, usada en principio por los alemanes y, posteriormente por británicos, aunque pronto se sustituyó este gas por otros gases más eficientes. Como curiosidad, el creador de este arma, Fritz Haber, recibió el premio Nobel, aunque por investigaciones diferentes a ésta.

El cloro es un elemento muy útil para el ser humano, pero debido a su toxicidad para el medio ambiente y para las personas se le están buscando alternativas menos perjudiciales. Aún así, hay un uso para el que aún es indispensable el uso de cloro, la estabilización del color verde, proceso que desprende gases de cloro nocivos para la atmósfera, lo que es irónico, dado que el verde es el color que simboliza la naturaleza.

Referencias:

¹<http://omco.org/Purificacion/cloro-y-salud.html>

²http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mol%C3%A9cula_de_Ozono.jpg (imagen)

http://www.elpais.com/articulo/sociedad/nuevo/ano/Europa/dice/adios/CFC/peor/enemigo/capa/ozono/elpepisoc/19950102elpepisoc_1/Tes

<http://www.ly2gm.com/t269-el-gas-de-cloro-el-primer-letal>

http://tiemposazules.multiply.com/journal/item/119?&show_interstitial=1&u=%2Fjournal%2Fitem

http://www.clearwater-tec.com/es/contaminantes_organicos.html

http://es.wikipedia.org/wiki/Cloro#Purificaci.C3.B3n_y_desinfecci.C3.B3n

<http://omco.org/Purificacion/cloro-y-salud.html>



Artículo realizado por
Sara Molero Rivas

LA INTERESANTE HISTORIA DEL HIELO SECO

¿Qué es el hielo seco?, ¿realmente conoces todo a cerca de esta extraña e interesante sustancia?, ¿hielo seco en Marte? Adentrémonos en todas las respuestas.

El hielo seco (nieve carbónica) se trata de dióxido de carbono en estado sólido. La característica tan interesante de este material es que mientras que el hielo al fundirse pasa a estado líquido convirtiéndose así en agua, el hielo seco pasa directamente al estado gaseoso, es decir, sublima.

La temperatura de sublimación del dióxido de carbono es de -78.2°C por eso es tan difícil de conservar.

El dióxido de carbono está formado por la repetición de unas moléculas apolares con estructura lineal. Cada una de estas moléculas está formada por **dos átomos de oxígeno** unidos **covalentemente enlaces dobles** a un átomo central: el **carbono**. Este enlace es polar, pero debido a que los momentos dipolares se anulan, el resultado es una molécula completamente apolar.

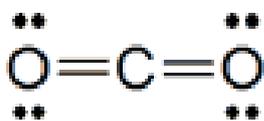


Figura 1: Estructura de Lewis de la molécula de dióxido de carbono. La molécula en total posee 16 electrones (8 pares), repartidos de la siguiente forma: cuanto pares enlazantes formando dos dobles enlaces, y cuatro pares de electrones no enlazantes¹.

El dióxido de carbono es de mayor densidad que el aire. Al tratarse de un gas

no posee ni una forma ni un volumen definidos, pues se adapta a la forma del recipiente que lo contiene, es decir, se expande.

Podemos comparar los **diagramas de fases** del dióxido de carbono y del agua, y así poder entender con mayor facilidad las características de ambas sustancias.

Antes de proceder a comparar dichos diagramas es conveniente conocer las características de éstos: Un diagrama de fases es una representación gráfica de los diferentes estados de una materia determinada. Suelen utilizarse los diagramas en los que se representan la *presión frente a la temperatura*. En el eje de ordenadas se coloca la presión (medida en atmósferas) y en el eje de abscisas se coloca la temperatura (medida en grados centígrados). En una presión y temperatura determinadas la materia presenta una única fase, exceptuando los siguientes casos:

El punto triple: en el que coexisten los estados sólido, líquido y gaseoso.

Las líneas de coexistencia representan estados de equilibrio entre fases.

En la línea que separa las fases líquido y gas encontramos el **punto crítico**. A partir de éste, la materia presenta propiedades tanto de los líquidos como de los gases, siendo difícil su estudio.

En la siguiente imagen podremos observar que a presión atmosférica (1 atm) el hielo seco sublima dando lugar a dióxido de carbono en estado gaseoso (temperatura de -78.2°C). Podremos conseguir la licuación del hielo seco con una presión y temperatura superiores.

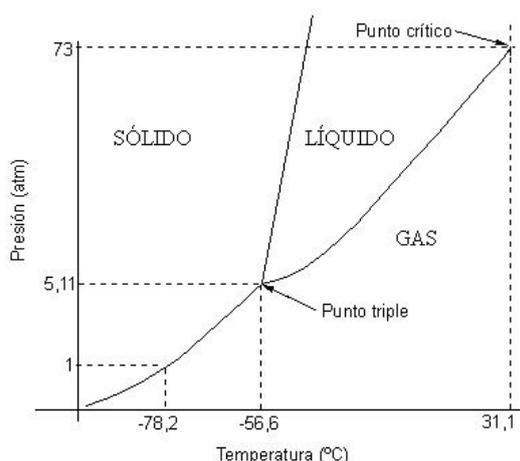


Figura 2: Diagrama de fases del dióxido de carbono².

Sin embargo en el diagrama de fases del agua podemos observar que a presión atmosférica el hielo no sublima, si no que licua dando lugar al agua líquida (temperatura de 0°C). El agua líquida sublima dando lugar a vapor de agua (temperatura de 100°C).

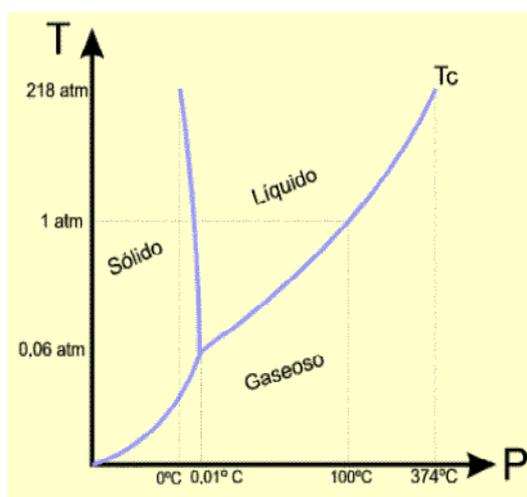


Figura 3: Diagrama de fases del agua³.

Inconvenientes y ventajas:

El hielo seco presenta algunos **inconvenientes** que debemos conocer antes de utilizarlo. Al tratarse de dióxido de carbono y ser más denso que el oxígeno, éste se acumula en alturas bajas siendo perjudicial para las personas que podemos inhalarlo sustituyendo al oxígeno necesario e imprescindible para la respiración celular. Por eso, si vamos a utilizar hielo seco es indispensable hacerlo en lugares bien ventilados para evitar este inconveniente.

Sus **ventajas** son variadas. Como ya sabemos, éste pasa directamente del estado sólido al vapor, sin pasar por el estado líquido, por eso no deja ningún rastro de humedad. Es por ello por lo que se utiliza para la *refrigeración* de alimentos en lugar de hielo, y así poder evitar en parte la proliferación de bacterias que necesitan del agua para subsistir. Es muy empleado también en *medicina*. Podemos destacar por ejemplo: el empleo de dióxido de carbono sólido para la conservación de muestras de semen o para la conservación de vacunas, pues al igual que para los alimentos, al ser tan buen refrigerante es muy útil en estos ámbitos.

En cuanto a algo característico del hielo seco podemos destacar que al encontrarse a tan baja temperatura, condensa con facilidad el vapor de agua que le rodea, formando así pequeñas estructuras de hielo que lo cubre a lo largo de su superficie.

Curiosidades sobre el hielo seco:

Descubrimiento de grandes cantidades de hielo seco en Marte. Este hallazgo, publicado en abril de este año en diversos periódicos⁴, se trata de un gran descubrimiento llevado a cabo por profesionales de la NASA.

Hoy en día sabemos que la atmósfera del planeta Marte es muy delgada en

comparación con la de la Tierra. Pero estudios llevados a cabo por la NASA se inclinan a que esta atmósfera fue más densa durante algún tiempo. A estas conclusiones han llegado gracias al descubrimiento de grandes cantidades de dióxido de carbono congelado debajo del polo sur. En un pasado no muy lejano, el eje de Marte se inclinó hasta el punto que los rayos solares incidían con fuerza sobre el polo sur. De esta manera esta masa de hielo seco comenzó a derretirse, es decir, a sublimarse y a pasar a estado de vapor, quedando en el aire y formándose así fuertes tormentas.

En aquel momento, la atmósfera siendo más densa podía significar la probabilidad de encontrar agua líquida en este planeta.

Sin embargo hoy en día este dióxido de carbono se encuentra congelado, formando lo que llamamos hielo seco. Así de nuevo la atmósfera es poco densa, desapareciendo la atmósfera del pasado. Aun así sabemos que la composición de la atmósfera de Marte es un 95% de dióxido de carbono, mientras que la atmósfera de la Tierra se encuentra tan solo en un porcentaje de un 0.03%.

La duda vuelve de nuevo al mismo lugar: ¿hubo de verdad agua en Marte?, y más intrigante aun: ¿existió vida en aquel planeta? La única solución a la que podemos aferrarnos: seguir investigando en el camino de la ciencia.

Referencias:

¹<http://www.textoscientificos.com/quimica/inorganica/vserp>

²http://www.fq.profes.net/especiales2.asp?id_contenido=44796

³<http://quimicaunfrt.galeon.com/TemaN8.htm>

⁴<http://www.semana.com/ciencia/lago-hielo-seco-indica-hubo-tormentas-polvo-marte/155561-3.aspx>
<http://www.regiosfera.com/identifican-lago-de-hielo-seco-en-marte/>



ÁCIDO SULFÚRICO: EL REY DE LOS QUÍMICOS

Artículo realizado por
Antonio Rafael Ruiz González

Todos hemos escuchado alguna vez el nombre del ácido sulfúrico, pero ¿Realmente sabemos su importancia a nivel mundial?, si la respuesta es negativa, puedes tener por seguro que, aunque parezca extraño, en algún momento del día has estado en contacto aunque no sea directamente, con alguno de sus derivados.

El término de ácido sulfúrico está muy extendido entre la sociedad en general, sin embargo, uno tiende a reconocerlo en base

a sus propiedades, dejando a un lado su gran importancia industrial. Este elemento es el más sintetizado a nivel mundial con

una media de unos 165 millones de toneladas al año, llegando a considerarse un marcador del desarrollo industrial a nivel internacional.



Figura 1. Dibujo realizado por el autor del artículo.

Esta sustancia fue sintetizada por primera vez por el alquimista Abu Musa Javir ibn Hayyan, también conocido como Geber que llamó al ácido aceite de vitriolo (si lees Mortadelo y Filemón y te lo estás preguntando, sí, aparece alguna vez en sus tebeos). Nacido en Tus (Jorasán) hacia el año 721 y habiendo desarrollado la mayor parte de sus estudios en Kufa (Irak). En su trabajo destacaba el misticismo, que lo llevó a realizar una clasificación de la materia en espíritus, piedras y metales, e incluso a buscar una receta para la creación de vida artificial, hechos que lo convirtieron en un referente para el resto de alquimistas árabes y europeos. Aunque también es cierto que dio una gran importancia al empirismo, llevando a cabo una gran cantidad de avances en la química.

Las principales características del ácido sulfúrico son las que lo convierten en una sustancia tan valiosa a nivel mundial, y, sin embargo, en un elemento altamente peligroso.

En primer lugar, cabe destacar su alto poder corrosivo, hecho que se aprovecha, por

ejemplo, en los desatascadores. También es empleado para la fabricación de fertilizantes, gracias a su reacción con el fosfato cálcico para dar lugar a ácido fosfórico, o la síntesis de detergentes mediante la sulfonación orgánica. Además se emplea en la creación de múltiples clases de fosfato gracias a su capacidad para, tras reaccionar con metales, sustituir el hidrógeno por el metal, formando, por ejemplo, sulfato de aluminio que, entre otras cosas, forma parte de la fabricación del papel e que interviene en la potabilización del agua.

Cabe destacar que su reacción con el agua es un proceso altamente exotérmico, en el que se libera una gran cantidad de calor, que lo convierten en una sustancia usada en ciertos tipos de calderas. Sin embargo, además de la liberación de calor, cuando reacciona con agua, ésta desaparece, por lo que también es empleado como un potente deshidratante.



Figura 2. Planta de ácido sulfúrico. Imagen tomada de cement-plant.com.

Otras de sus múltiples aplicaciones son la creación del nylon, o el refinamiento del petróleo. Dadas sus inmensas aplicaciones y su desorbitado consumo, podríamos preguntarnos ¿Cómo se obtiene el ácido sulfúrico?, pues la mayor parte usada en la industria se obtiene mediante distintos medios como el proceso de cámaras de plomo o el proceso de contacto que, aunque en ambos el método seguido se diferencia

en gran medida, el proceso principal es la oxidación y posterior disolución en agua del dióxido de azufre.

Sin embargo, también puede obtenerse en la naturaleza, la mayor parte por el calentamiento de los sulfatos procedentes, por ejemplo, de las aguas residuales del drenado de las minas de hierro. E incluso, llegamos a producirlo sin realmente quererlo, como se da comúnmente en las fábricas en las que se queman combustibles los cuales contienen una porción de azufre que reaccionan formando SO_2 . Esto, en última instancia, dará lugar a ácido sulfúrico que precipitará en forma de lluvia ácida causando a múltiples problemas con el medio ambiente, dañando seriamente monumento, esculturas e, incluso, empeorando la salud de los que viven en grandes ciudades. También es producido, curiosamente, cuando cortamos cebollas, ya que, debido a la rotura de sus células, se mezclan distintos enzimas que, al establecer contacto con el agua presente en nuestros ojos, se descomponen dando lugar, entre otras sustancias, ácido sulfúrico, que daña la membrana conjuntival e induce a la segregación de las lágrimas.

Pero no solo existe este ácido como tal en nuestro planeta, también existe en otros como Venus, en el que se encuentra formando nubes de gran espesor, o en Europa, satélite de Júpiter, que se distribuye por su superficie congelada y por su interior.



Figura 3. Simulación virtual de la superficie de Venus. Imagen tomada de eltamiz.com.

Pese a su presencia en la naturaleza, el consumo de ácido sulfúrico es tan grande que nos vemos obligados a producirlo industrialmente, ya que sin esta sustancia, la industria actual tal y como la conocemos se derrumbaría prácticamente y dejaríamos de tener, como ya hemos visto, una gran cantidad de objetos de uso cotidiano.

Referencias

<http://eltamiz.com/2007/05/01/%C2%BFque-tiene-que-ver-conmigo-el-h2so4/>

http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_sulf%C3%BArico#Aplicaciones

http://www.fisicanet.com.ar/quimica/inorganica/ap01_acido_sulfurico.php



EL COMPUESTO QUE LOGRÓ CAMBIAR EL MUNDO

Artículo realizado por
Cristina Ulecia Morón

En la actualidad, se producen millones de toneladas de compuestos nitrogenados que son la fuente principal de explosivos, fibras textiles, abonos agrícolas, colorantes, medicamentos... Entre estos compuestos, encontramos el amoníaco (NH_3), el sulfato amónico (NH_4NO_3) y la urea (H_2NCONH_2). Sin ellos, la producción industrial no habría evolucionado como lo ha hecho desde el siglo pasado.

El nitrógeno es uno de los elementos de mayor importancia, tanto por sus múltiples funciones como por sus aplicaciones. Lo encontramos constituyendo un 78.1% del aire. Este gas diatómico es muy estable puesto que contiene un enlace triple y resulta muy difícil de romper. Esto representa una dificultad inicial para formar cualquier compuesto nitrogenado: su difícil obtención. La forma de conseguirlo es bastante complicada y ya en el siglo XX se dieron cuenta de este hecho. Era necesario crear un proceso que permitiese obtener nitrógeno de forma fácil y rápida, para poder crear materiales y abonos que tan útiles eran para la vida del hombre^[1].

A pesar de las dificultades, en el siglo pasado, se crearon varios procesos que lograron este objetivo. El que mayor éxito y trascendencia mundial tuvo y tiene es el **Proceso de Haber-Bosch**. Este permitía fabricar amoníaco a partir del nitrógeno presente en el aire atmosférico y con él, se pueden sintetizar muchísimos compuestos del mismo:



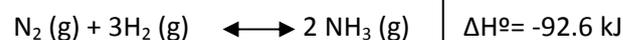
Llegados a este punto, os preguntareis, queridos lectores, en qué consiste exactamente el Proceso de Haber-Bosch. Pues bien, como dijimos, el objetivo era obtener grandes cantidades de amoníaco. Muchos científicos se dedicaron a estudiar

la manera de sintetizarlo, y fue Fritz Haber, químico alemán del siglo XX, el que dio con la solución, y ayudado por Carl Bosch, otro ingeniero y químico, fueron capaces de idear la manera de crearlo a gran escala. Por eso, este proceso es conocido como la **síntesis de Haber-Bosch**.



Figura 1: Fritz Haber en su juventud

Que Haber descubriera una forma más fácil de obtener el nitrógeno, así como las condiciones óptimas para hacerlo, supuso una auténtica revolución en Alemania, y posteriormente, en todo el mundo. Se trataba de un equilibrio químico reversible, de forma que según las condiciones ambientales, tales como la presión o la temperatura, se influía notablemente en la síntesis de amoníaco, pudiendo modificar estos factores para que la reacción transcurriera hacia la derecha o hacia la izquierda.



Se preguntará, lector, cómo afectan al equilibrio químico estos factores. De forma



Figura 2. Diseño experimental de Fritz Haber y Robert Le Rossignol para producir amoníaco a partir de hidrógeno y nitrógeno. Este proceso tenía lugar a la izquierda [2].

breve, se lo explicaré: un químico industrial francés, Henry Le Châtelier, estudió los cambios que se producen tras modificar una o más variables de un sistema en equilibrio. Llegó a la conclusión de que, cuando se somete un sistema en equilibrio a una modificación de los factores que lo mantienen estable, el sistema se desplazará en sentido contrario, para contrarrestar los cambios impuestos. Así, por ejemplo, si a un sistema en equilibrio le disminuimos la temperatura, y la reacción es exotérmica, como en nuestro caso, el equilibrio se desplazará hacia la formación de amoníaco, puesto que como la temperatura es menor, el sistema tiende a contrarrestarlo, es decir, a liberar calor.

Todo ello llevó a Haber a la conclusión de que alterando las condiciones en las que la reacción se producía, obtendría mayor o menor cantidad de amoníaco, a su antojo.

Este descubrimiento tuvo notable trascendencia en la agricultura y en la creación de nuevos fertilizantes así como en la creación de nuevos explosivos, ya que hasta entonces tan solo se contaba con la pólvora y la dinamita. Ello permitió que la industria alemana sufriese un mayor avance

gracias a los descubrimientos en los laboratorios. La sociedad se dio cuenta de que la ciencia no era una disciplina ajena a la vida real, sino que servía para mejorarla.

Haber le dio a Alemania la posibilidad de producir mayores cantidades de alimentos y de municiones ^[3], lo que tuvo gran importancia en la Primera Guerra Mundial que empezaba a cocerse. Curiosamente, fue precisamente el ejército el que propuso a los científicos del momento que desarrollasen métodos químicos para poder utilizarlos contra los enemigos en el campo de batalla. Este proceso proporcionaba el 45% del HNO_3 necesario para la fabricación de los explosivos de la Guerra ^[4].

Fueron muchas las consecuencias históricas y sociales que trajo consigo este proceso: por un lado, resolvió los problemas de desnutrición en Alemania y también, permitió la producción de materiales sintéticos, tales como el nylon,



Figura 3: Haber en la época nazi

colorantes, y medicinas ^[5]. Por otro lado, apareció una industria más limpia y comprometida con el medio ambiente, ya que no producía ni desechos ni olores contaminantes.

Pero no todo fueron ventajas. Se prolongó la Guerra durante un par de años más, a causa de los nuevos explosivos, que mejoraron la defensa alemana. La adquisición y utilización de nuevos explosivos aumentaron la crueldad y dureza de la guerra. Además, al aumentar el uso de fertilizantes, los compuestos nitrogenados de los mismos fueron arrastrados a lagunas y ríos, lo que provocó que las algas

creciesen sobremanera e impidiesen que los rayos del sol atravesasen la superficie de los mismos a unos cuantos centímetros de profundidad. Las algas de las profundidades murieron, así como peces, ya que el O_2 disuelto en el agua fue absorbido también^[6].

Por esta gran contribución, Haber fue galardonado con el Premio Nobel de Química en 1918. Fueron estas sus últimas palabras en su discurso: "Mientras que el objetivo inmediato de la ciencia es su propio desarrollo, su fin último debe estar ligado a la influencia moldeadora que ejerce sobre la vida en general y sobre toda organización humana de las cosas que nos rodean"^[7].

Así, este artículo es únicamente un pretexto para recalcar la importancia de la Química en nuestra vida diaria. Actualmente, por ejemplo, este proceso tiene un rendimiento del 98%, permitiendo la creación de toneladas de fertilizantes al año.

Por último, para comprobar que realmente, lector, comprendió el Proceso de Haber-Bosch, le expongo a continuación un ejercicio muy simple, que pondrá a prueba sus conocimientos:

El amoníaco constituye la materia prima para la industria de los fertilizantes nitrogenados, obteniéndose industrialmente

mediante la llamada síntesis de Haber. Se pide:

- ¿Cómo influiría en el equilibrio un aumento de la temperatura?*
- Si aumentamos la presión, ¿en qué sentido se desplaza el equilibrio?*
- ¿Cuáles serían las condiciones de presión y temperatura que favorecen la producción de NH_3 ?*
- Si $\Delta S < 0$, ¿será espontánea la reacción?*

Soluciones: a) hacia la izquierda; b) hacia la derecha; c) baja temperatura; d) espontánea a baja temperatura.

-Referencias:

[1]: <http://quimica.laguia2000.com/reacciones-quimicas/proceso-de-haber>

[2]: <http://www.escriitoscientificos.es/trab1a20/carpetas/fhaber/proces01.htm>

[3],[5],[6]: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/01IntrCompl/105BienMal.htm>

[4]: <http://www.escriitoscientificos.es/trab1a20/carpetas/fhaber/biog08.htm>

[7]: <http://www.escriitoscientificos.es/trab1a20/carpetas/fhaber/biog09.htm>



LA QUÍMICA COMO ARMA

Artículo realizado por Lucía Morales Cacho

El mismo conocimiento que se destina a la obtención de curas para enfermedades mundialmente extendidas puede ser el origen de algunas de las armas más poderosas y destructivas que existen.

La industria armamentística mueve alrededor de 150.000 millones de dólares al año, siendo una de las industrias a las que se destinan más fondos. Por tanto se trata de un campo muy desarrollado en el que la química siempre ha estado presente, ya sea en el humo de azufre empleado por los griegos en el siglo 4 a.C. o en la fabricación de pólvora para las armas de fuego. Pero ha sido en este último siglo donde se ha dado el gran desarrollo de las armas químicas, lo cual es motivo de preocupación dado el enorme potencial destructivo de esta ciencia usada con fines bélicos. Esta alarma ha provocado el intento de llegar a un acuerdo definitivo de no proliferación de este tipo de armas por diversos organismos internacionales, siempre fracasados debido a la negativa de países con una gran capacidad bélica como Estados Unidos o Japón, a los que se han sumado países como Irak. Y esta preocupación se mantiene por el miedo al terrorismo químico o a la carrera armamentística química encubierta de algunos países (recientemente se han encontrado arsenales de armas químicas en Libia).

Existen muchos tipos de armas químicas

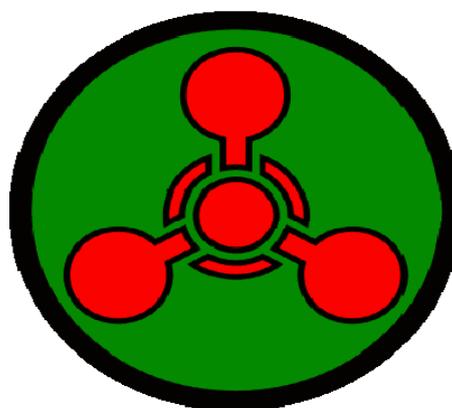


Figura 1. Símbolo de arma química. Imagen tomada de www.gizig.com

que pueden causar desde muerte hasta incapacidad dependiendo de su toxicidad y su permanencia. Una de las armas químicas más conocidas es el gas mostaza. Se trata de un arma química vesicante, es decir, causante de ampollas, cuyo componente principal es el cloro. Fue empleado por primera vez durante la Primera Guerra Mundial por Alemania en Ypres. Su acción se debe a la formación de enlaces covalentes con numerosas moléculas del cuerpo humano, destruyéndolas. Esto provoca irritación de ojos, inflamación de la piel, quemaduras e

incluso la muerte por asfixia. Los efectos de esta arma en estado gaseoso son más difíciles de detectar ya que son internos, pero los causados por su variante líquida son más graves.

Los agentes nerviosos son algunas de las armas químicas más destructivas, siendo las protagonistas de la Segunda Guerra Mundial. Se trata de ésteres de ácido fosfórico en los que se ha sustituido los grupos hidroxilo por otros radicales más tóxicos (nitrógeno cuaternario, flúor, CN, SCN, etc). Estas sustancias penetran en el sistema nervioso e inhiben la acción de la acetilcolinesterasa, interfiriendo en la transmisión del impulso nervioso. Esto provoca que la señal no llegue correctamente a los diferentes músculos del cuerpo, causando espasmos e incluso la muerte por asfixia. La intoxicación se produce mediante inhalación o por contacto con la piel. Un peligro añadido a este tipo de arma química es su relativamente fácil sintetización, ya que derivan de insecticidas (de hecho se descubrieron accidentalmente al buscar un insecticida especialmente potente), lo que los convierte además en productos muy baratos. Los principales productos pertenecientes a esta apartado son el sarin, soman y el tabún. Aparte de los métodos preventivos, existen antídotos,

Otra de las armas químicas más extendidas y más tristemente famosas por ser el elemento empleado por los nazis en sus cámaras de gas es el cianuro de hidrógeno (HCN). Durante la Segunda Guerra Mundial este gas recibió el nombre de ZICKLON B. Hay indicios de su uso en combate por Irán en la Guerra Irán-Irak en la década de los 80 y por Estados Unidos en Vietnam. Una vez que ha penetrado en el organismo, inhibe las enzimas encargadas de proporcionar energía a las células empleando oxígeno, provocando la muerte de dichas células. En bajas concentraciones tiene aplicaciones metalúrgicas y mineras, e incluso se encuentra en algunos frutos como las almendras amargas, pero en concentraciones mayores provoca dificultad respiratoria, dolor de cabeza, inconsciencia y finalmente la muerte.

También existen otro tipo de armas químicas que no provocan la muerte, cuyos efectos desaparecen sin consecuencias permanentes. Se tratan de gases lacrimógenos y de sustancias psicotrópicas.



Figura 2. Soldado francés con equipo de protección durante la 1ª Guerra Mundial. Imagen tomada de www.armasquimicasybiologicas.blogspot.com

Los gases lacrimógenos provocan irritación en los ojos y mucosas, y son en su mayoría de origen vegetal. En combate no son muy frecuentes, pero se suelen usar en manifestaciones y protestas. Por otro lado, las sustancias psicotrópicas tienen efectos alucinógenos, anestésicos y pueden llegar incluso a provocar un coma. Algunas sustancias psicotrópicas son los glicolatos y la fenciclidina. Para todas estas armas no mortíferas, no se conoce un antídoto excepto el propio proceso de depuración del organismo.

La historia demuestra que el uso de armas químicas desemboca en muertes y afecciones a largo plazo indiscriminadas entre la población civil, efectos impredecibles sobre la salud y contaminación de la zona donde se han empleado. La solución reside en el consenso internacional que incluya a los

principales productores de estas armas y que conlleve el desarme químico definitivo.

Referencias

www.cinu.org
www.wikipedia.es
www.opcw.org
www.europapress.com
www.mityc.es
www.al-quimicos.blogspot.com
www.bt.cdc.gov/agent/nerve/es/
www.IllinoisPoisonCenter.org
"Libros de investigación y ciencia" (Mathew Meselon, Julian Perry Robinson)



Artículo realizado por Sergio Sánchez Rivas

LA CONQUISTA DEL FRÍO

El mayor triunfo de la civilización es frecuentemente atribuido a nuestro dominio del calor. Sin embargo, la conquista del frío, es una hazaña épica similar; durante siglos permaneció como un misterio desconcertante sin ningún beneficio práctico, pero en los últimos 100 años ha transformado de forma drástica la realidad en la que estamos inmersos.

Damos por sentada la tecnología del frío, que nos ha permitido explorar desde el espacio exterior (elaboración de combustibles), hasta las profundidades de nuestro cerebro, a medida que desarrollamos la tecnología ultra fría para crear ordenadores cuánticos y redes de alta velocidad.

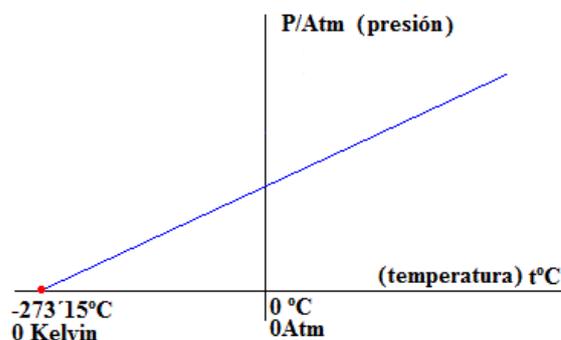
El primero en intentar controlar el frío fue el alquimista, Cornelius Drebbel, quien creó lo que puede ser considerado como el primer prototipo de *aire acondicionado*. La obsesión con las bajas temperaturas también sacudió a Robert Boyle, que descartó su hipótesis de frío como sustancia, al comprobar que un cuerpo congelado no pesaba más que estando a temperaturas normales.

La primera escala de temperatura ampliamente adoptada, fue diseñada por Daniel Fahrenheit (32° - 212°), graduada respecto a los puntos de congelación y ebullición del agua (a nivel del mar) que, debido a su complejidad, fue sustituida por la de un astrónomo sueco, Anders Celsius, cuyo manejo era más sencillo al ir de 0 a 100 grados (centígrados). Sin embargo, esta otra indicaba un descenso de grados cuando el calor aumentaba, al contrario de como es conocida actualmente. Su compatriota, el científico Carlos von Linneo, la invirtió tres años más tarde.

El pensamiento acerca de la existencia de un límite inferior absoluto de temperatura, comenzó con los experimentos del físico francés Guillaume Amontons, en los que observó, que cuando una masa de aire se enfría la presión disminuye. Al representar la gráfica de la temperatura con respecto a la presión, se planteó la posibilidad de proyectar la línea hacia atrás, es decir, hasta que ésta última magnitud fuese cero, considerándose por primera vez el

concepto de **cero absoluto**: cero presión, cero temperatura.

William Thomson (Lord Kelvin), trabajó en numerosos campos de la física, destacado especialmente en sus estudios sobre termodinámica. Definió y calculó el *cero absoluto* (apoyándose en las investigaciones anteriores de Amontons), *temperatura mínima alcanzable por la materia en la que las partículas de una sustancia quedan inertes y sin movimiento*.



Gráfica de la temperatura con respecto a la presión, cuya existencia fue teorizada por Guillaume Amontons en el año 1702

Este punto se encuentra a los $-273,15^{\circ}$ Celsius; siendo la escala de temperatura de Kelvin la aceptada en el Sistema Internacional.

Heisenberg, con su principio de incertidumbre, afirma que es imposible medir simultáneamente, de manera precisa, la posición y el momento lineal de una partícula, por lo que no podrá haber una ausencia completa de energía ni en el cero absoluto, ya que si las partículas quedaran totalmente inmóviles, sólo sería necesario determinar su posición, puesto que la velocidad equivaldría a cero, y para ello habría que alterar esta última magnitud.

La "Teoría calórica" de Antoine Lavoisier; la hipótesis del movimiento de las partículas como fuente de calor de Rumford; la aproximación a los -130°C de Faraday... Son algunas de las investigaciones anteriores al enunciado de *Las Leyes de la Termodinámica*, creadas por Thomson, a partir de la combinación de los estudios de Joule y Carnot:

La primera, del trabajo de Joule, establece que la energía puede transformarse, pero nunca crearse o destruirse: Ley de conservación. (A cero kelvin, la entalpía de un sistema sería todo trabajo útil) La segunda, del trabajo de Carnot, determina que no es posible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura. (En el cero absoluto la entropía de un sistema es nula, al perder este toda capacidad de movimiento)

La tercera ley afirma que no se puede alcanzar el cero absoluto en un número finito de etapas. Al llegar a 0 K, cualquier proceso de un sistema físico se detiene y su entropía alcanza un valor mínimo y constante.

En los laboratorios gracias a la licuación de los gases, los aventureros del frío, dieron los primeros pasos hacia este "lugar" donde los átomos llegan a un virtual estancamiento completamente drenado de toda energía térmica.

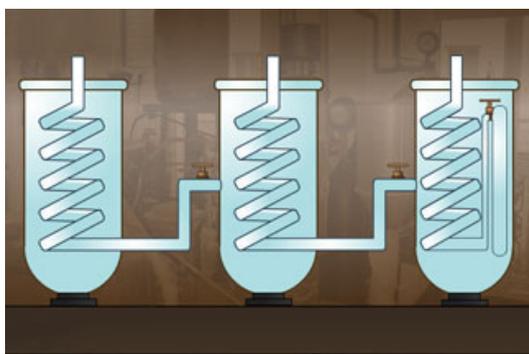


Figura 1. Técnica conocida como "cascada". Basada en el enfriamiento y compresión de

gases que licuan a diferente temperatura y presión, siendo cada uno utilizado como refrigerante para el siguiente.

Hendrik Keesom descubrió que para solidificar el Helio, hay que someterlo a una presión de 25 atmósferas, a temperaturas menores a 1 K. Igualmente esclareció el diagrama de fases de este sorprendente elemento (el diagrama p-T). En 1932 Keesom y sus colaboradores descubrieron que el Helio (isótopo 4) a cierta temperatura, sufre una transición de fase, pero no a la fase sólida, sino a otra fase líquida.

Diagrama de fases del helio

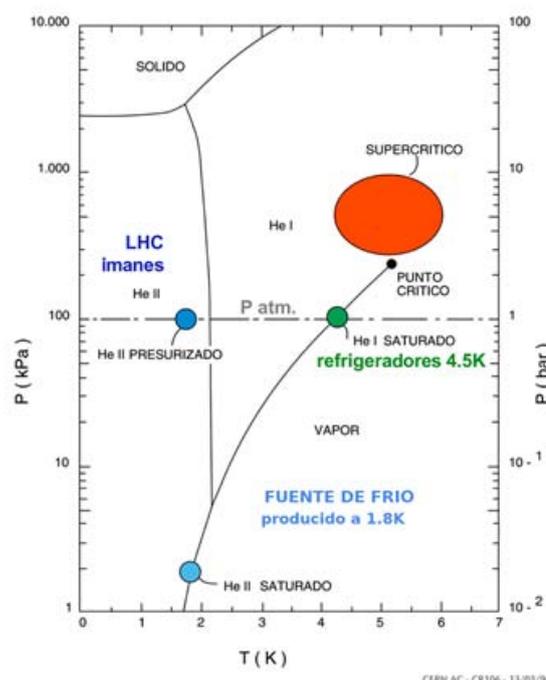


Figura 2. Diagrama que muestra las diferentes fases del helio. Primero, el gas se enfría a 4,5K. Entonces, la presión se reduce a 15 milibares y la temperatura desciende a 1,8K, momento en el que el helio se convierte en superfluido.

Bajo condiciones extremas de presión y temperatura (próximas a 0 grados kelvin), comienzan a imperar las leyes de Incertidumbre Cuántica, y los átomos de ciertos elementos, como el helio, se comportan como si fueran *sólidos y fluidos a la vez*. La materia presenta propiedades inusuales, como por ejemplo la *superconductividad*, la *superfluidez* y la *condensación de Bose-Einstein* (tipificada como un nuevo estado de agregación de la materia, que presentan ciertos materiales a temperaturas muy bajas).

Los materiales superconductores no ofrecen resistencia al paso de corriente eléctrica. Tomando como modelo el ya mencionado helio-4, observamos que presenta un estado de superfluidez a temperaturas por debajo de $-270,98^{\circ}\text{C}$, en las que una fracción de los átomos comienzan a desplazarse a través de la película como una sustancia conocida por el nombre de "súper-fluido", un líquido que se mueve sin ninguna fricción. Entre las características de los "súper-fluidos", se encuentra la capacidad de poder circular sin dificultad por los capilares más estrechos concebibles, por donde el agua misma no lo puede hacer; una película delgada puede escalar paredes y escapar de su contenedor. Todo esto se debe a que el "súper-fluido" tiene viscosidad 0.

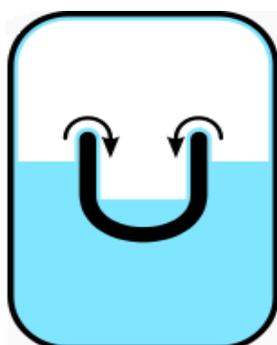


Figura3. Representación gráfica de la capacidad del súper-fluido de reptar por la superficie de los cuerpos con los que está en contacto.

La temperatura más baja hasta el momento fue registrada en septiembre de 2003. Los científicos del Massachusetts Institute of Technology (MIT) anunciaron que habían enfriado una nube de átomos de sodio a una temperatura récord de 0,45 nanoKelvins. Para poder llevar a cabo experimentos a estas condiciones se usan dispositivos como los criostatos, que son *sofisticados aparatos que permiten llegar a temperaturas próximas al cero absoluto*.



Figura 4. Criostato de campos magnéticos de un centro de investigación finlandés (Laboratorio de Bajas Temperaturas).

Los criostatos están extremadamente bien aislados del exterior y existen diferentes modelos en el mercado, en función del rango de temperaturas que se pretende lograr. Si se quiere trabajar a temperaturas no inferiores a 0,7 grados Kelvin, se pueden usar criostatos que utilicen helio líquido.

Para lograr temperaturas por debajo de 0,7 grados Kelvin, además de gases licuados, hacen falta campos magnéticos.

Como hemos visto, el cero absoluto puede ser inalcanzable, pero si seguimos intentando llegar a él, los secretos fundamentales de la materia serán revelados: si nuestro pasado fue definido por nuestro dominio del calor, quizás nuestro futuro esté marcado por la continua conquista del frío.

1. <http://www.google.es/imghp?hl=es&tab=ii>
2. «CERN Document Server: Record#834142: LHC: A cool 1.8 K is achieved for the first time» portaleureka.com/accesible/química/81-química/337-cero-absoluto.
3. <http://www.google.es/imgres?q=superfluido&um=1&hl=es&sa=N&biw=1366&bih=667&tbn=isch&tbnid=4JFO9Fr89T4ApM:&imgrefurl=http://es.wikipedia.org/wiki/Superfluidez&docid=vxDibsnQpEox5M&imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/Helium-II-creep.svg/200px-Helium-IIcreep.svg.png&w=200&h=278&ei=K5LftQPVI83Hsgb-ndTUCA&zoom=1>

4. <http://www.portaleureka.com/content/view/337/69/1ang,es/>
bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/104/htm/sec_9.htm
portaleureka.com/accesible/química/81-química/337-cero-absoluto
 ATKINS /Química física/8ªEDICIÓN/
 Principios de Química: Los caminos del descubrimiento, 3ª Edición, editorial Medica Panamericana, Atkins, Jones.



Artículo realizado por
Laura Castro Morales

LOS SUPERÁTOMOS, ¿NUEVOS SUPERELEMENTOS?

Un grupo de investigadores de la universidad de Pensilvania, bajo la dirección de A. Welford Castleman, ha descubierto que existen agrupaciones de átomos que se comportan como otros elementos de la tabla periódica.

El descubrimiento de estos grupos atómicos ha supuesto un hecho revolucionario pues podría significar una reconstrucción de la tabla periódica o incluso la creación de otra nueva con ellos.

La investigación ha estado basada en supuestos teóricos que fueron comprobados experimentalmente por Castleman y su equipo. De hecho, según el propio Welford “con solo mirar la tabla se pueden predecir cuales son las extrañas combinaciones y a qué elemento imitan”. Para ello utilizaron una serie de técnicas avanzadas como la espectroscopia de fotoelectrones de imágenes. Esta técnica es capaz de medir la energía necesaria para extraer electrones de átomos o moléculas en distintos niveles energéticos y además obtener imágenes de los distintos desprendimientos con una cámara digital. Esto permite estudiar las energías de enlace de los electrones además de la naturaleza de los orbitales en los que estaban antes de ser extraídos.

Algunos de estos superátomos son el monóxido de titanio (TiO) que tiene similitud con el níquel, el monóxido de circonio con el paladio o el carburo de tungsteno con el platino.

Las investigaciones demuestran que la energía de ionización de los átomos y la cantidad necesaria para extraer electrones (figura 1): los puntos brillantes que se observan se corresponden con las energías de los electrones emitidos durante la

de las moléculas es la misma. Esto es debido a que las parejas están formados por especies isoelectrónicas, es decir, en las que coincide su número de electrones de valencia y su estructura. Comprobamos que el Titanio tiene cuatro electrones en su capa más externa y lo movemos seis puestos hacia la derecha en la tabla periódica pues se enlaza con el oxígeno que tiene seis electrones, obtenemos entonces diez electrones de valencia que son los que tiene el níquel. Por lo que, de la combinación de oxígeno y titanio obtenemos una molécula isoelectrónica del níquel. Estas fueron las suposiciones teóricas que Castleman utilizó para comenzar su investigación empírica, las cuales le llevaron a la conclusión de la posible existencia de un patrón en la tabla periódica.

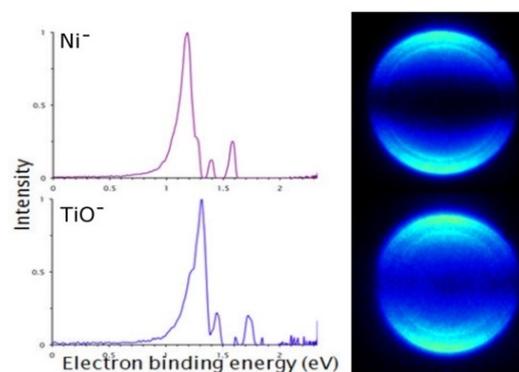


Figura 1: Imagen obtenida por espectroscopia de fotoelectrones¹.

Los investigadores analizaron las imágenes de las parejas obtenidas por espectroscopia extracción de la capa de valencia y, como podemos comprobar, son similares entre el níquel y el monóxido de titanio así como

también se observaron dichas similitudes en las otras parejas. De igual forma si nos fijamos en las gráficas de la izquierda se reafirman estas similitudes energéticas. Por tanto el monóxido de titanio es el superátomo del níquel pues es un conjunto de átomos que muestra alguna característica propia de este elemento, así como también lo serían las moléculas de ZrO (del paladio) o de WC (del platino).

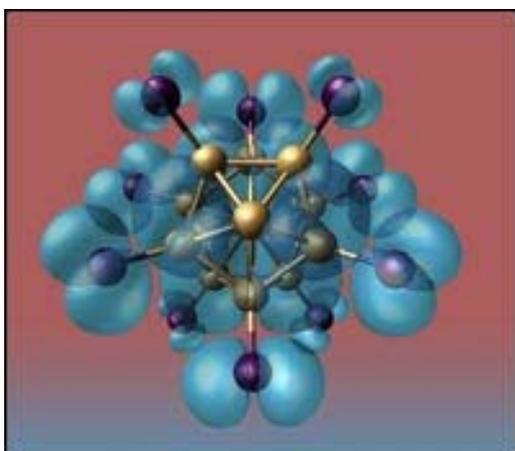


Figura 2: Representación en tres dimensiones de una agrupación de átomos de aluminio y sus posibles combinaciones².

Ya con anterioridad a estos superátomos se había investigado el similar comportamiento entre las agrupaciones de átomos de aluminio y diversos elementos según el número de átomos. De hecho, se llegó a la conclusión de que los grupos pueden ser adaptados para imitar según qué elemento nos interese. El equipo de investigación Shiv N. Khanna de la *Virginia Commonwealth University* estudió el comportamiento de agrupaciones de 13 y

14 átomos de aluminio descubriendo que las de 13 tenían comportamientos similares a los átomos de yodo y que bastaba un electrón para obtener comportamiento de gas noble, mientras que las de 14 se comportaban mas bien como un alcalino térreo, por ejemplo el berilio. Además se comprobó que la reactividad de los “superyodos” era más estable en la naturaleza debido a que en ellos había más uniones o enlaces que en un solo átomo.

Estas agrupaciones de Al^{13} podrían utilizarse en la elaboración de materiales inoxidables lo que puede ayudar a superar un problema importante en los combustibles que queman aluminio.

Este mismo equipo de científicos asociado al de Castleman descubrió hace poco las curiosas propiedades de un nuevo superátomo de magnesio que contiene átomos magnetizados del elemento cuando se consideraba no magnético.

Concretamente está compuesto por ocho átomos de magnesio y uno de hierro y da lugar a un pequeño imán que obtiene su fuerza magnética de los elementos que lo conforman. Este superátomo tiene la misma capacidad magnética que un átomo de hierro pero al estar compuesto por la combinación del mismo con ocho de magnesio permite a los electrones con distintos spines redistribuirse por todo el clúster, además de que se añade que es buen conductor eléctrico. De manera que podría inducirse el carácter magnético en átomos

que, se considera que no lo tienen, combinándolos correctamente con un átomo que sí es magnético*. Esto podría tener aplicaciones muy importantes en la elaboración de ordenadores cuánticos y nanoelectrónica pues permitirían generar memorias infinitamente mayores y procesadores mucho más potentes a los actuales**. Resultados parecidos se obtuvieron con un átomo de vanadio rodeado por ocho de cesio.

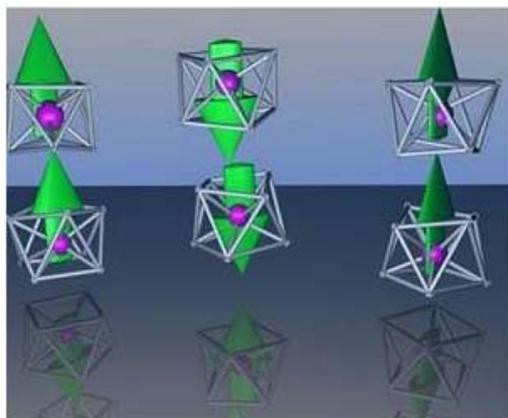


Figura3: Representación de superátomos de magnesio: átomo de hierro rodeado de ocho de magnesio y sus momentos magnéticos indicados con flechas.³

Como conclusión práctica podemos afirmar que las aplicaciones de los superátomos pueden llegar a ser muy importantes pues podrían fabricarse materiales mucho más económicos que nos aportarían las mismas o incluso mejores cualidades para su uso industrial, además de su utilidad en la obtención de energía, en medicina, reducción de la contaminación o en la elaboración de catalizadores más eficientes.

Lo que ni Castleman ni Khanna saben aún es si el patrón de superátomos que imitan elementos o bien adquieren carácter magnético se repetirá a lo largo de toda la tabla periódica o sólo en una determinada parte. Ambos equipos continúan tratando los metales de transición en busca de abrir una nueva puerta al conocimiento de la química.

¹Figura1, obtenida de http://www.scitechnews.com/2010_10_08_archive.html

¹Figura 2, obtenida de <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=aluminum-clusters-exhibit>

³Figura3, obtenida de <http://nanociencianoensinobasico.blogspot.com/2011/07/cientistas-descobrem-super-atomo-com.html>

**Aunque hay que destacar que no todas las combinaciones son posibles pues no todas son estables. En esta agrupación el magnesio llena su capa de valencia adquiriendo una configuración estable. Esto no suele ocurrir con elementos magnéticos aunque en este caso el grupo muestra estabilidad.*

***Las distintas orientaciones de los spines de los electrones se utilizan en electrónica molecular a modo de combinación binaria de unos y ceros.*

Webgrafía:

<http://www.noticias21.com/node/2102>

[https://docs.google.com/viewer?url=http://www.manizales.unal.edu.co/oam/manizales/circulares/548.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http://www.manizales.unal.edu.co/oam/manizales/circulares/548.pdf&chrome=true)

<http://www.manizales.unal.edu.co/oam/manizales/circulares/548.pdf>

<http://nanociencianoensinobasico.blogspot.com/2011/07/cientistas-descobrem-super-atomo-com.html>

<http://www.wimre.imre.oc.uh.cu/cmblog/?p=3004>

<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/06/110608153544.htm>

<http://www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090615153120.htm>



AL FINAL, EL PRINCIPIO

Realizado por Nuria Morales Puerto

Amadeo Avogadro, Linus Carl Pauling, Marie Curie, Dimitri Mendeléiev, Antoine Laurent Lavoisier... ¿Quién no ha escuchado alguna vez estos sonadísimos nombres? Todos estos personajes son posteriores al siglo XVIII. ¿Quiere decir esto que la Química es una ciencia reciente? La respuesta es no. ¿Les apetece que retomemos los principios de la Química actual?

Comenzaremos nuestra ruta viajando aproximadamente unos 500.000 años a.C.: el hombre (por aquel entonces *Homo erectus*) descubre el fuego.



Figura 1: Descubrimiento del fuego

El primer interés del ser humano por la Química comienza al observar una reacción que surgía del interior de la Tierra y era expulsado por volcanes o bien caía del cielo en forma de relámpago, originando un incendio. Pronto el hombre de la época comprendió sus múltiples beneficios: proporcionaba luz y calor, ahuyentaba a las fieras, permitió la cocción de alimentos y resultaba muy útil en la fabricación de herramientas más eficaces. El fuego produjo una mejora considerable

de la calidad de vida, llegando a desencadenarse guerras por su posesión hasta que el hombre aprendió a provocarlo y consiguió dominarlo. Tras esto, el nomadismo fue sustituido por el sedentarismo y se desarrolló la cerámica y la metalurgia del cobre, del bronce y del hierro. Así fue como sin saberlo surgió el primer “químico” de la historia: un hombre se interesa por un curioso fenómeno, el fuego, reacción de combustión, y sigue investigándolo hasta conseguir comprender sus causas y sacar rendimiento de él, provocando un avance para la sociedad del momento.

Adelantémonos un poco más y detengámonos en el siglo VI a.C.: es el turno de los presocráticos. En aquel entonces ya se conocían y trabajaban muchos metales como cobre, hierro, oro, plata o plomo y se sabía la forma de obtener tintes. En la Antigua Grecia, durante el conocido como periodo arcaico, muchos pensadores se preocuparon por la *fisis*, la naturaleza. Éstos, en su intento por explicar el origen de la realidad y la composición del Universo, buscaban un elemento relativamente sencillo que diera comienzo a todo lo existente. Este elemento se conoce como arjé. El primer filósofo en exponer el arjé fue Tales de

Mileto, cuyo elemento mítico es el *Agua*, debido a que se podía encontrar en gran cantidad: rodeaba la Tierra, estaba en la atmósfera y también en los seres vivos. El siguiente fue Anaxímenes de Mileto, que propuso como arjé el *Aire*, que evidentemente se encontraba en lo vivo al respirar. Heráclito de Éfeso consideró que el Agua y el Aire eran estables, lo que le hacía parecer que no podían ser la esencia de la vida, ya que él defendía la dinamicidad de lo real. Por ello, dedujo que el arjé era el *Fuego*. Frente al pensamiento monista que pensaba que todo se formaba de una sola esencia, surgieron las teorías pluralistas. Así, Empédocles de Agrigento, asumió estos tres elementos anteriores y añadió uno más: la *Tierra*. Para Empédocles la naturaleza se identifica con el “sphairos” en dos fases: en la fase de discordia los elementos se separan y ocupan su lugar, mientras que en la de concordia los elementos se mezclan. *Agua, Aire, Fuego y Tierra*: los cuatro elementos de la Antigüedad que conformaban la realidad.



Figura 2: Agua, Aire, Fuego y Tierra: los cuatro elementos de la Antigüedad

Esta teoría subsistió hasta el Renacimiento, influenciando la cultura y el pensamiento de la época, no solo en Europa, sino también en corrientes filosóficas orientales de la Antigua China y Japón y en la Astrología. Como curiosidad, otros arjés

de la época fueron: el “*ápeiron*” (lo indeterminado) de Anaximandro de Mileto; los “*números*” de Pitágoras de Samos y sus discípulos; el “*ser como fisis*” de Parménides de Elea; y “*spermata*” (semilla) u “*homeomerías*” de Anaxágoras de Clazomene (pluralista).

Más tarde, en el siglo IV a.C. sería Aristóteles el que incluiría un quinto elemento: la *quintaesencia*. Este filósofo dividió la fisis en mundo sublunar, formado por los cuatro elementos clásicos, y mundo supralunar, la dimensión celestial de las estrellas, que debía estar compuesto por algo incorruptible, a lo que llamó *Éter*. La idea del *Éter* no fue abandonada hasta la formulación de la Teoría de la Relatividad de Einstein. Sin embargo, el *Éter* tuvo una gran rival en la aspiración al quinto elemento: la *Sal Común*, compuesto químico sencillo muy abundante en la Tierra, pero un producto raro hasta el siglo XIX. El hombre pronto asumió su utilidad para la conservación de alimentos con la técnica de Salmuera, ya practicada en tiempos de Homero y Hesíodo, y con el paso de los años, la sal llegó a ser objeto de guerras y disputas y sometida a grandes impuestos hasta hace pocos siglos. Hoy día, es uno de los compuestos de mayor producción a nivel mundial.

Siguiendo en la era helena, cabe destacar una corriente filosófica que establece una de las principales ramas de la Química: el atomismo. Leucipo de Mileto y su discípulo Demócrito de Abdera fueron los dos grandes autores de este pensamiento.

Los atomistas pensaban que la *fisis* se componía por la agrupación de unas partículas materiales homogéneas, dinámicas e indivisibles. El arjé de estos filósofos fue denominado átomo (del griego “*áthomos*”, que no se puede dividir). Aunque eran homogéneos, la

multiplicidad de lo real se explicaba con las diferentes formas de los átomos. Además, fueron los únicos autores griegos que aceptaron el vacío, ya que lo identificaban como el espacio entre átomos. El atomismo, afín al pluralismo de Empédocles y Anaxágoras, fue rechazado por filósofos relevantes como Platón y Aristóteles y recibió gran oposición en la Edad Media por causas teológicas. Sin embargo, con la Revolución Científica y la crítica aristotélica, el atomismo cobra auge y es aceptada como una hipótesis razonable sobre la composición del Universo. Sin lugar a dudas, Leucipo y Demócrito son los antecedentes ancestrales de la teoría atómica moderna instaurada a partir del siglo XVIII de la mano de John Dalton.

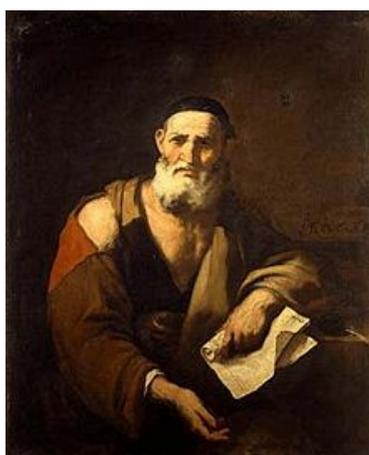


Figura 3: Leucipo de Mileto, atomista

Continuando el viaje toca detenerse para hablar de la Alquimia. La Alquimia es una práctica protocientífica que mezclaba conocimientos de química, astrología, metalurgia, física, medicina y espiritualismo, y por ello es considerada la antecesora del proceso de consolidación de la Química como ciencia. Es difícil determinar su comienzo y origen, pero las evidencias apuntan a que se desarrolló primero en tierras de Oriente, concretamente en China hacia el siglo VIII

a.C., extendiéndose su práctica por todo el mundo y dominando la preocupación química hasta bien entrada de Edad Moderna. Cada civilización de la Antigüedad, dependiendo de su cultura y creencias, se ocupó de diferentes temas dentro de la Alquimia, pero los más relevantes fueron: la transmutación, es decir, la conversión de metales poco valiosos como el plomo en oro o plata; la alquimia de la medicina, buscando remedios naturales bien a partir de metales o de plantas; la inmortalidad, mediante la preparación de elixires, muchos de los cuales resultaron venenosos y de los que existen más de mil recetas (en Occidente esta parte se vio eclipsada por las promesas religiosas); y la razón alquímica principal: la búsqueda de la piedra filosofal, catalizador de las reacciones de transmutación e igualmente fuente de inmortalidad. Siglos después, durante la Edad Media, la Alquimia se vio oscurecida por las inquietudes religiosas y más tarde recuperada por los árabes, quienes habían acumulado conocimientos de los antiguos griegos y egipcios. La Alquimia se puso de moda en Europa hacia el siglo XII nuevamente con la búsqueda de la piedra filosofal y el elixir de la eterna juventud.



Figura 4: Alquimia: piedra filosofal y elixir de la eterna juventud

En esta época, los cuatro elementos clásicos fueron sustituidos por el mercurio, el azufre y la sal común y, si bien los alquimistas tenían como prioridad la

transmutación de metales y los elixires, produjeron indudables progresos en la Química: preparación de nuevas sustancias, invención de aparatos útiles y desarrollo técnicas posteriormente empleadas, entre ellas, una de las más importantes: la operación de pesar, el método cuantitativo. Durante el Renacimiento, la Alquimia alcanza su apogeo y pasa a ser llamada Química. Aparecen las primeras obras químicas en el sentido moderno de la palabra y se adopta una perspectiva más científica, aunque muchos químicos seguían trabajando en el marco de la Alquimia, retrasando su desarrollo. A pesar de todo, la Química avanzaba a pasos agigantados en esta época y comienzan a sonar nombres de grandes genios (algunos químico-alquimistas) que marcarían hitos en la historia de la Química: Boyle, Newton, Cavendish, Paracelso, Lavoisier, Davy, van Helmont... Algunos de los avances alcanzados fueron: definición del concepto moderno de elemento, ley de los gases, descomposición del agua y aire en sustancias más simples, derrumbando la teoría antigua de los cuatro elementos, y con ello el descubrimiento de nuevos elementos, preparación química de medicamentos, creación de un vacío... A finales del Renacimiento, la Alquimia abandona sus

propósitos religiosos y es relevada por la Química moderna, que durante los siglos XVIII, XIX y XX y hasta la actualidad produciría grandes avances en el mundo científico general.

2011 ha sido declarado por la Unesco Año Internacional de la Química (AIQ 2011) en celebración de los logros alcanzados y su contribución al bienestar del hombre. Bien conocidos son los químicos del siglo XVIII en adelante, pero sus descubrimientos son debidos en gran parte gracias a una larga lista de personajes que se preocuparon en estudiar acontecimientos que como hemos visto se remontan a los orígenes de la humanidad. Desde este artículo, un pequeño homenaje a todas esas personas a las que no siempre se les hace justicia y que marcaron el curso de la historia con su insaciable curiosidad por esta ciencia, la Química.

Bibliografía:

Historia de la Filosofía 2º Bachillerato, Editorial Algaida, Grupo Anaya
<http://www.educacontic.es/blog/2011-ano-internacional-de-la-quimica>
http://www.quimica2011.es/sites/default/files/hitos_de_la_quimica.pdf
<http://www.monografias.com/trabajos/alquimia/alquimia.shtml>
Imágenes: Google Imágenes

MOLEQLA AMBIENTAL

MoleQla



Artículo realizado por
Marta Lovera Ulecia

LAS DOS CARAS DEL OZONO

El ozono. Un gas azulado, de intenso olor que se compone sencillamente de tres átomos de oxígeno; algo simple, tan simple, que resulta sorprendente los desastres que puede desencadenar su eliminación: cáncer de piel, huracanes, y lo que probablemente más nos preocupa: aumento del nivel de mares y océanos, con la consiguiente inundación de ciudades costeras y, poco a poco, del mundo entero. Cualquiera diría que la solución es fácil y lógica: crearlo. Pero una gran concentración también acabaría por matarnos. Entonces, ¿qué hacer?

Muchas veces hablamos de dos “tipos” de ozono: el bueno y el malo. Pero realmente en ambos casos estamos ante la misma sustancia química. La única diferencia está en las consecuencias que tiene este elemento en función de su localización dentro del planeta.

La formación de ozono es diferente en la estratosfera y en la troposfera. Cuando el ozono se sitúa en la primera, lo llamamos “beneficioso”. En esta zona atmosférica se encuentra lo que conocemos como **capa de ozono**; algo similar a una madre, que durante casi mil millones de años nos ha protegido de los efectos de los rayos ultravioleta perjudiciales y procedentes del Sol; pero que deja pasar aquellos rayos UV que nos son convenientes (es decir, la luz que permite la fotosíntesis). Del mismo modo, todos hemos oído hablar de la catastrófica serie de sucesos que desataría su destrucción.

En esta capa atmosférica, el O_3 es resultado de una disociación del oxígeno molecular:



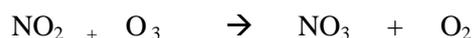
Pero si tan solo se formase, la ozonofera estaría en continuo crecimiento, hasta no dejar pasar ni un solo rayo solar,

provocando una disminución drástica de la temperatura en el planeta, y limitando el desarrollo de la vida en el mismo. Por este motivo, existen otras reacciones que compensan la creación de ozono, que en combinación con las anteriores son denominadas “reacciones de Chapman”:



El problema surge con el “desarrollo” y la acción del hombre, al invadir la naturaleza sin reparar en las consecuencias y efectos que puedan conllevar sus actos.

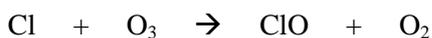
A comienzos de los años setenta se pensaba que todo era muy simple: tan sólo los óxidos nitrogenados provenientes de aviones supersónicos podían dañar nuestra capa, y serían eliminados por una mera reacción, siendo mínima la injerencia sobre la capa de ozono.



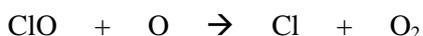
Sin embargo, la realidad no es tan sencilla, ni mucho menos. Montones de productos químicos afectan a esta capa, desprotegiéndonos cada día un poco más. Los más importantes: Los CFC (cloro-fluoro-carbonos), muy empleados actualmente en los conocidos “sprays”.

Los CFC son compuestos químicos muy estables, ni inflamables, ni tóxicos; unas características propicias para que perduren durante mucho tiempo en nuestra atmósfera, concretamente, en la estratosfera.

El problema radica en que cuando estos compuestos ingresan en la zona fotoquímica, los rayos UV rompen los enlaces que mantienen unidos sus componentes, y además se liberan lo que son conocidos como azonófagos: radicales libres de cloro que buscan unirse de manera inmediata a una molécula de ozono. Así:



Y seguidamente, otra reacción:



alarmante, su enorme actividad: al finalizar las dos reacciones, el átomo de cloro puede unirse de nuevo a otra partícula de O_3 , de tal manera que una sola molécula de cloro puede destruir hasta 100.000 moléculas de ozono. Teniendo en cuenta que la cantidad de cloro en la atmósfera ha aumentado en más de un 33% desde que comenzamos a emplear estos productos, está claro que hace falta una actuación inmediata.

De modo que tenemos un ozono favorable, cuya destrucción podemos evitar prohibiendo el empleo de los compuestos químicos nocivos, lo cual se está corrigiendo a través de ciertas medidas, como el protocolo de Montreal. Pero aún queda otro problema: el ozono troposférico, cuya concentración excesiva afecta al aire que respiramos, provocándonos tos, fuertes dolores de cabeza o náuseas, entre otros perjuicios.

El ozono troposférico es un contaminante secundario, lo que se traduce en que no se emite de manera directa a la atmósfera, sino que su producción se lleva a cabo mediante una reacción entre el dióxido de nitrógeno (NO_2) y compuestos orgánicos volátiles. Todo ello en presencia de una abundante luz solar. Esta es la razón por la que la concentración de ozono es más alta conforme más intensas sean las radiaciones solares, o sea, entre mayo y agosto, de las 12 a las 17 horas.

Dichos óxidos de nitrógeno se obtienen en su gran mayoría de la quema de combustibles fósiles, aunque también pueden tener origen natural, como un volcán o incendio forestal. Por otro lado, los compuestos orgánicos volátiles proceden tanto de la evaporación de combustibles como de ciertos productos químicos, por ejemplo, las pinturas.

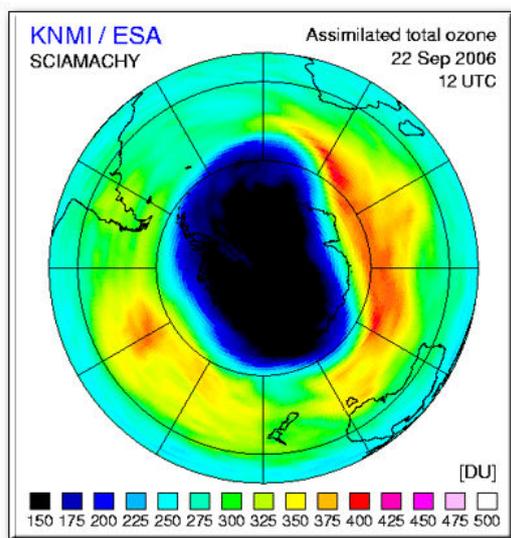


Figura 1. Agujero de ozono de la Antártida. Imagen registrada el 22 de septiembre del año 2006 y obtenida mediante el satélite Envisat de la ESA(European Space Agency).²

Hay otros inconvenientes, como que los CFCs son insolubles en agua, por lo que no pueden ser disueltos en el mar ni eliminados por las lluvias. Y el más

Por esto, los niveles de óxidos de nitrógeno, y por tanto de ozono, suelen ser mucho mayores en las grandes ciudades y sus alrededores. Allí, el consumo de combustibles es muy superior, y se emiten grandes cantidades de NO, que posteriormente se transforma en NO₂.

Asimismo, hay que aclarar que el avance científico en sí no es malo, tan sólo lo es su uso irresponsable. Y por muy destructor que sea el ser humano, a menudo se da cuenta de sus errores y trata de mitigarlos.

Recientemente, científicos de la Universidad de California han descubierto una reacción química que genera ozono³. Y una vez conocida su existencia, puede controlarse para mejorar de manera considerable el aire que respiran millones de personas en el mundo, sobre todo, en ciudades como Distrito Federal (capital de México), Beijing (China) o Pekín.

Los cálculos fueron realizados por un bioquímico de la Universidad de California en San Diego (UCSD), llamado Amitabha Sinha.

El descubrimiento⁴ fue el siguiente: en las grandes ciudades, los radicales hidroxilo intervienen diez veces más en la formación de ozono de lo que anteriormente se estimaba. La participación de los OH[•] en las reacciones productoras de ozono urbano fue descubierta hace 11 años por una serie de científicos alemanes. Sin embargo, Sinha descubrió que no solo intervienen en las reacciones químicas, sino que son elementos esenciales para que estas tengan lugar.

Y, ¿cómo obtener los radicales hidroxilo? Durante mucho tiempo se creyó que el OH[•] que interviene en la producción de ozono se había generado por la reacción entre átomos de oxígeno excitados por la luz de Sol y

vapor de agua. No obstante, el equipo de la UCSD halló como resultado en sus estudios que la reacción entre el H₂O y el NO₂ (procedente de la quema de combustibles) también produce una gran cantidad de OH[•]. En presencia de radiación ultravioleta y NO₂ la molécula de agua se rompía, acabando con el enlace entre el oxígeno y el hidrógeno. Con lo que se llegó a la conclusión de que la formación de OH[•] es mucho más rápida en las ciudades de lo que antes se consideraba, pues los niveles de NO₂ son muy superiores, principalmente por la cantidad de vehículos que circulan diariamente.

Hasta hace poco también se había creído que esta reacción no tenía importancia en la calidad del aire. Sin embargo, con este gran avance, se sabe que el OH[•] es uno de los factores principales de la contaminación en grandes núcleos urbanos. Controlando, inhibiendo esta reacción, se obtendría un aire con mucho menos ozono, más puro.

Así pues, el ser humano, con su tecnología y falta de conocimiento está acabando con toda nuestra atmósfera. Resulta paradójico pensarlo: tenemos un ozono “bueno” (que destruimos) y un ozono “malo” (que creamos). Es cierto que se han puesto en marcha medidas para poner un remedio, pero lo cierto es que si no nos concienciamos pronto, será demasiado tarde, y ni siquiera la ciencia podrá solucionar lo que hemos empezado, o terminado.

¹<http://saludambientalnerva.galeon.com/productos1191995.html>

²Imagen: *Los cambios diarios en el agujero del Ozono 2006. ESA.*

³www.cronica.com.mx/nota.php?id_notas=353299

⁴Los experimentos fueron plasmados tanto en la revista especializada “Science” como en el “Journal Estadounidense de Medicina Familia



Artículo realizado por Lucía Moreno Lama

LAGOS ASESINOS

“Al menos 1.200 personas han resultado muertas y otras 300 se encuentran hospitalizadas en Camerún a consecuencia de las emanaciones naturales de gas tóxico que se iniciaron el pasado viernes en una zona de lagos volcánicos al noroeste del país, según informó ayer el presidente camerunés, Paul Biya. No obstante, los primeros evacuados hablan de más de 1.500 muertos. Las emanaciones comenzaron sobre las 10 de la noche del viernes, al producirse una explosión, ocasionada, según los expertos, por una acumulación de gas en el subsuelo.” -El País- 26/08/1986

La mañana del 26 de agosto de 1986 los primeros supervivientes de las localidades cercanas al lago Nyos, Wum y Nkambe (al oeste de Yaundé) despertaron después de haber perdido el conocimiento durante varias horas. Despertaron para encontrar que todo a su alrededor yacía inerte. Familiares y vecinos además del ganado y todos los animales salvajes habían fallecido de la noche a la mañana.

El desencadenante de dicha tragedia fue una erupción límnica del lago que se encuentra sobre un volcán que parecía inactivo. Lo que significa que de las profundidades del Nyos escapó una enorme burbuja de dióxido de carbono hasta entonces disuelto en sus aguas.



Figura 1. Lago Nyos tras la erupción límnica del 26 de agosto de 1986, Wikipedia.

Toxicidad del CO₂: El anhídrido carbónico, dióxido de carbono o CO₂ se encuentra en el aire en concentraciones que oscilan entre

0,03 y 0.05 % en volumen, es decir, 300-500 partes por millón (ppm). Se trata un gas más pesado que el aire, incoloro e inodoro, no conductor o inflamable. Resulta de la combustión entre el carbono y el O₂ e interviene en reacciones metabólicas de los organismos tales como la regulación respiratoria y la circulación cerebral, o la fotosíntesis.

Aún siendo parte fundamental de la vida, la exposición a concentraciones superiores al 10% de CO₂ puede causar la pérdida de conocimiento, convulsiones o incluso la muerte. El CO₂ en su forma gaseosa no es una sustancia tóxica sino asfixiante, pues interrumpe el suministro de oxígeno. La elevación de sus niveles en sangre se conoce como hipercapnia.

Existen valores límite para la sostenibilidad de la vida y además muchas fuentes de consumo habitual del mismo como, por ejemplo:

- CO₂ en forma de gas: bebidas con gas, extintores y en algunas técnicas médicas.
- CO₂ líquido: en botellas y cisternas de transporte, industria alimentaria y farmacéutica o extintores de incendios.
- CO₂ sólido: refrigeración, industria de bebidas y alimentación.
- CO₂ procedente de la fermentación: cubas de vino (entre 40-60% de CO₂ en el fondo),

biogeneradores, cultivo del champiñón, silos, purines en granjas, etc.

- CO₂ telúrico: volcanes, lagos y cuevas.
- CO₂, minas de carbón.
- CO₂ endógeno en medios cerrados: submarinos, equipos de buceo, aparatos de anestesia, aviones, tanques, buques mercantes, etc.
- CO₂ de otras fuentes: industria del aluminio, incendios, utilización terapéutica y experimental

En la UE por ejemplo se acepta como nivel máximo de dióxido de carbono durante ocho horas de trabajo profesional un 0,5% es decir unas 5000 ppm. Aunque sus efectos son inversamente proporcionales a la cantidad de O₂ presente, es necesaria una rigurosa medida de la concentración de dióxido de carbono y no extrapolar conclusiones de la medida de oxígeno. Deben tomarse precauciones extremas sobre todo en lugares de trabajo vinícolas, de producción y fermentación de vino.

| % CO ₂ | Tiempo | Efectos sobre la salud |
|-------------------|--------------------|---|
| 2 | en horas | Dolor de cabeza, taquipnea. |
| 3 | 1 hora | Dilatación de los vasos cerebrales, incremento de la ventilación pulmonar y de liberación de oxígeno a los tejidos. |
| 4-5 | Pocos min | Sudoración, disnea, dolor de cabeza |
| 6 | 1-2 min <15 min | Alteraciones visuales y auditivas Temblores |
| 10-15 | 1 min | Vértigo, ahogamiento, contracciones musculares, inconsciencia |
| 16-30 | <1 min | Inactividad, inconsciencia, convulsiones, coma, muerte. |

Figura 2. Tabla figurativa de la relación entre la concentración de CO₂ y clínica.

Tras producirse la erupción en el lago Nyos se liberaron más de 80 millones de metros cúbicos de CO₂ y éste, al ser más denso, descendió empujando el aire respirable hacia zonas más altas, lo cual provocó la asfixia de los seres vivos a los que alcanzó la nube.

Dos años antes se había producido una erupción similar en otro lago camerunés, el Monoun; el desastre se había cobrado la vida de 37 personas, pero dicha cifra no llamó la atención de los medios. Sin embargo, en el incidente de Nyos perecieron unos 1800 cameruneses y eso sí atrajo a la prensa internacional.

Numerosos expertos se desplazaron a Camerún, descartando la primera impresión de que se tratara de arma biológica coincidieron en que la abrupta liberación del gas había sido la causa de la tragedia. Algunas de las observaciones que se registraron fueron el extraño color en la piel de los cadáveres y la pérdida de la vegetación de las orillas del lago arrasadas por el tsunami también creado por la erupción repentina.

Un equipo de científicos franceses comenzaron a experimentar en el lago Monoun y en el Nyos en 1990, usando sifones para desgasificar las aguas de modo controlado.

Para ello colocaron un tubo verticalmente, con uno de los extremos sobre la superficie del lago. La presión más baja en la superficie permite que el gas salga de la solución, formando sólo burbujas. En definitiva, el agua desgasificada actúa como una bomba que permite que el flujo se mantenga solo.

¿Es posible evitar que se repitan tragedias como las que tuvieron lugar en los lagos Nyos y Mounum?

Ahora sabemos que existen técnicas de prevención y extracción del fondo de los lagos de gases que pueden llegar a ser tan dañinos como el CO₂, pero el mayor problema lo plantea la financiación de las mismas.

Los países en los que lagos tropicales de estas características, como el lago Kivu (situado entre Rwanda y la República del Congo) son potencialmente peligrosos; carecen de los recursos económicos y tecnológicos necesarios.

El lago Kivu, además de ser 2.000 veces más grande que el Nyos, está situado en una zona con una densidad de población mayor. Aunque su saturación de CO₂ no es demasiado elevada, al estar localizado muy cerca del volcán activo Nyiragongo, una repetición de la catástrofe podría suponer la muerte de más de dos millones de personas. Si esto llegase a ocurrir, no sería por otra razón que por la insolidaridad internacional.

¹. Viqueira Caamaño, José Antonio. *Toxicidades por oxígeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono. Medicina Hiperbárica. Fundación Hospital de la Caridad. Cartagena, Murcia. Disponible en:* <http://www.jano.es/ficheros/sumarios/1/0/1707/23/00230030-LR.pdf>

². W. Kling, George; C. Evans, William; Tanyileke, Greg; Kusakabe, Minoru; Ohba, Takeshi; Yoshida, Yutaka, V. Hell, Joseph. *Edited by Stephen R. Carpenter, University of Wisconsin, Madison, WI. Degassing Lakes Nyos and Monoun: Defusing certain disaster. Disponible en:* <http://www.pnas.org/content/102/40/14185.full?sid=20f05812-e2fa-43cb-a0a9-49f993838573>

³. *Revista Creces. Disponible en:* <http://www.creces.cl/new/index.asp?tc=1&nc=5&tit=&art=1205&pr>

⁴. *Diario el País. Edición digital 26/08/198. Disponible en:* http://www.elpais.com/articulo/internacional/CAMERUN/1200/muertos/emanaciones/gas/Camerun/elpepiint/19860826elpepiint_17/T



Artículo realizado por Juan Manuel Gavira Galán

EL OCEANO COMO SUMIDERO DE CARBONO

Los océanos del mundo captan grandes cantidades de CO₂ de la atmósfera, acumulándolos en depósitos sedimentación de los fondos marino. Esta capacidad de los océanos se consideró como una posible solución al problema del cambio climático. Nos obstante, las últimas investigaciones parecen apuntar a que los océanos presenta una capacidad limitada de absorción de CO₂, reduciéndose anualmente el volumen de CO₂ que captan. Esto podría tener unas consecuencias desastrosas para el clima global.

En la actual situación de cambio climático originado por el aumento de gases de efecto invernadero producido por el ser humano, como el CO₂, los océanos se muestran como posibles salvadores, constituyendo uno de los principales sumidero de CO₂.

Al aumentar el CO₂ en la atmosfera aumenta también el paso de CO₂ de esta a los océanos, causando un incremento de la concentración de CO₂ en las capas superficiales del océano. El CO₂ es captado por el fitoplancton durante la fotosíntesis pasando a carbono orgánico. Muchos organismos marinos utilizan el CO₂ disuelto en agua para la fabricación de sus conchas o caparazones de carbonato cálcico, las cuales tras su muerte precipitan al fondo marino, formando parte de los sedimentos, secuestrando de este modo el CO₂, permitiendo que los océanos continúen captando CO₂ de la atmosfera. Este fenómeno es conocido como bomba biológica de CO₂, y se cree responsable de los depósitos de carbono orgánico oceánico y de los yacimientos de combustible fósiles.

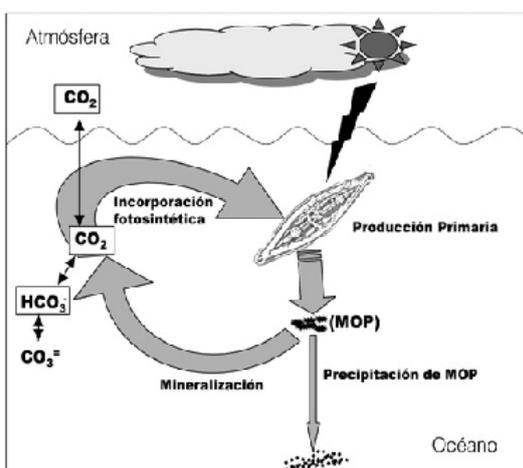


Figura 1. Representación esquemática del funcionamiento de la bomba biológica en el océano. La acumulación del CO₂ en la atmósfera permitiría un incremento de su concentración en el agua de mar, lo que propiciaría un aumento de su incorporación fotosintética por el fitoplancton. Gran parte de la materia orgánica producida es remineralizada en la columna de agua. Sólo una pequeña

fracción precipitaría hacia el sedimento, donde quedaría depositada en forma de materia orgánica particulada (MOP) durante varios centenares de años. (ECOFISIOLOGÍA Y BOMBA BIOLÓGICA EN EL OCEANO. Jesús M. Mercado. SCILO INCI v.27 n.10 Caracas oct. 2002)

El paso del CO₂ atmosférico al océano dependerá de la temperatura, la salinidad y la presión parcial del gas.

Existen métodos para aumentar la cantidad de CO₂ captado por los océanos. Uno de ellos consiste en aumentar la producción del plancton, esto se consigue mediante nanopartículas de hierro, llamadas hematitas o sulfato de hierro. El hierro constituye un nutriente estimulado la producción de plancton y por tanto a retiraría de grandes cantidades de CO₂ de la atmósfera vía fotosíntesis. No obstante, es un método discutible por presentar posibles consecuencias adversas.

Otro sistema propuesto, consiste en el bombeo directo del CO₂ al fondo marino, formando lagos de CO₂ líquido. Los experimentos realizados a profundidades de 3.600 m muestran que el CO₂ líquido pasa a estado sólido, siendo más denso que el agua, de modo que se hunde en el fondo marino sin causar daños ecológicos, para luego reaccionar y formar hidratos de metano que poco a poco se disuelven en las aguas.

El hidrato de metano se forma de hielo que contiene gran cantidad de metano en su estructura cristalina. Son frecuentes en los fondos oceánicos, que contienen grandes depósitos de hidratos de metano. Se cree que se formaron por la migración del gas natural a lo largo de fallas geológicas, donde cristalizaron en contacto con el agua fría del océano.

El método de inyectar CO₂ directamente al mar tiene consecuencias para el entorno. El CO₂ puede reaccionar con el agua formando H₂CO₃, sin embargo, la mayoría permanece disuelto en el agua en forma molecular CO₂. Pese al importante papel del océano a la hora de retirar CO₂ de la atmósfera, hay que decir que esta capacidad del océano no es ilimitada.

Estudios realizados en los últimos años muestran que la captura de carbono por los océanos varía anualmente, afectando a los cambios climáticos a gran escala.

“Algunos científicos han alertado del descenso en la captación de CO₂ por parte

del océano que puede ocurrir a medida que el cambio en el clima sea más pronunciado. Esto originaría un aumento en la acumulación de CO₂ en la atmósfera, incrementando el efecto invernadero, causando el calentamiento de las aguas superficiales y en consecuencia una mayor estratificación, debilitándose las corrientes marinas, intensificando en el intercambio de calor entre el ecuador y los polos.

Bibliografía:

-*ECOFISIOLOGÍA Y BOMBA BIOLÓGICA EN EL OCEANO*. Jesús M. Mercado. *SCILO INCI* v.27 n.10 Caracas oct. 2002)
 -*El océano, el gran sumidero de carbono*. : Ana Palicio Pire. *Atlantic Container Lines Inc./ Science*.
 -*Propuestas en el océano y en la atmósfera contra el cambio climático*. *Vidasostenible.org* (Marzo 2010)



Artículo realizado por María Remedios Domínguez Flores

¿CON QUÉ COMBUSTIBLE ME QUEDO?

Disponemos de numerosos combustibles para obtener energía pero, a la hora de elegir uno de ellos, no sólo hay que tener en cuenta su rendimiento sino también su emisión de CO₂. ¿Cuál escoger entonces?

Los combustibles son materiales que pueden ser usados como fuente de energía, liberándola generalmente mediante un proceso de combustión. Podemos clasificarlos en sólidos, fluidos o fósiles. Algunos ejemplos de combustibles son: la gasolina (formada principalmente por octano), el carbón, el gas natural (es fundamentalmente metano), el butano, el metanol, el etanol y el hidrógeno. ¿Cuál es mejor?. Podemos aplicar la termoquímica para decidirlo:

En primer lugar veamos cuáles son sus reacciones de combustión:

| Combustible | Reacción de combustión |
|------------------|---|
| Octano | $C_8H_{18(l)} + 25/2 O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 9H_2O_{(g)}$ |
| Carbono | $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ |
| Metano | $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ |
| Butano | $C_4H_{10(g)} + 13/2 O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 5H_2O_{(g)}$ |
| Metanol | $CH_3OH_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ |
| Etanol | $C_2H_6O_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$ |
| Hidrógeno | $H_{2(g)} + 1/2 O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ |

En las reacciones de combustión, al reaccionar el combustible con el oxígeno, se rompen los enlaces que los forman y se forman enlaces carbono-oxígeno y oxígeno-hidrógeno que generan los productos de la reacción: dióxido de carbono y agua. Como se libera energía, la fuerza total de los enlaces de los productos será mayor que la de los reactivos (combustible y oxígeno).

La entalpía de cada reacción sería la suma de la fuerza de los enlaces de los productos menos la de los reactivos. En nuestro caso, los datos concretos son:

| Combustible | Entalpía de combustión estándar (kJ/mol) |
|------------------|--|
| Octano | -5471 |
| Butano | -2876 |
| Etanol | -1368 |
| Metano | -890 |
| Metanol | -726,4 |
| Carbono | -394 |
| Hidrógeno | -284,5 |

Pero la forma más común de comparar combustibles es guiarse por su poder calorífico, es decir, el calor desprendido en la combustión completa de una unidad de masa. Según esto, el combustible más eficiente será aquel que tenga un mayor poder calorífico, ya que produce más energía por unidad de masa.

El poder calorífico aproximado de un combustible puede obtenerse a partir de su entalpía de combustión mediante factores de conversión utilizando la masa molecular de cada combustible. Si lo hacemos obtenemos el siguiente resultado:

| Combustible | Poder calorífico estándar (kJ/g) |
|------------------|----------------------------------|
| Hidrógeno | -142,25 |
| Metano | -55,62 |
| Butano | -49,58 |
| Octano | -47,99 |
| Carbono | -32,83 |
| Etanol | -29,73 |
| Metanol | -22,7 |

Como vemos, el combustible más eficiente es el hidrógeno y el menos eficiente el metanol. Sin embargo, a la hora de decantarnos por un combustible también debemos pensar en la cantidad de CO₂ que desprende en su combustión, ya que este es uno de los principales gases de efecto invernadero. ¿Qué combustible tiene una mejor relación eficiencia-contaminación?

Para averiguarlo, a partir de los datos anteriores calcularemos los kilojulios de energía que se producen por kilogramo de CO₂ emitido. Para ello tan sólo tenemos que usar de nuevo factores de conversión basándonos en los poderes caloríficos y en las reacciones de combustión: partimos de kJ emitidos por g de combustible, mediante la masa molecular de cada compuesto lo pasamos a moles y, una vez que tenemos los moles de combustible, los relacionamos con los de CO₂ mirando la reacción de combustión. Ahora sólo tenemos que pasar de moles a kilogramos de CO₂ mediante su masa molecular (44g/mol).

Si seguimos este procedimiento con cada combustible obtenemos lo siguiente:

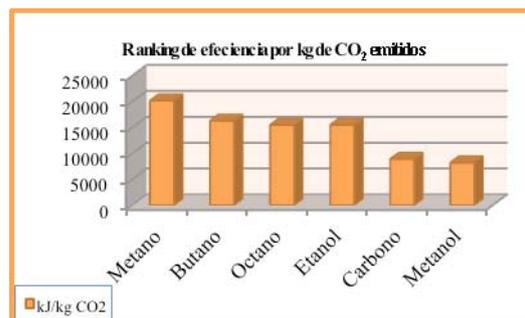
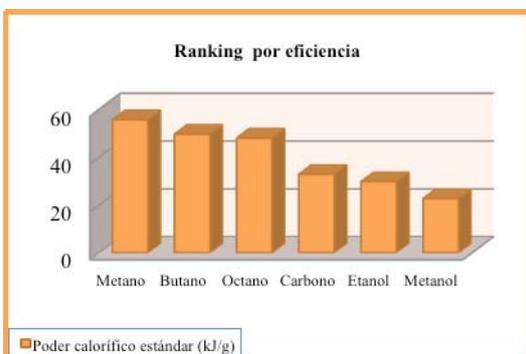
| Combustible | kJ/kg CO ₂ |
|------------------|-----------------------|
| Metano | 20225,45 |
| Butano | 16338,86 |
| Octano | 15542,22 |
| Etanol | 15540,68 |
| Carbono | 8953,64 |
| Metanol | 8254,54 |
| Hidrógeno | |

Ahora tenemos los diferentes combustibles ordenados de mayor a menor desprendimiento de energía por kilogramo de CO₂ emitido.

De este modo vemos que el mejor combustible es el hidrógeno porque, además de ser el más eficiente, no emite

CO₂. Sin embargo, el uso del hidrógeno como combustible presenta numerosos problemas al ser muy voluminoso en estado gaseoso a temperatura y presión ambiente. Por ello, suele ser almacenado y transportado en botellas a baja temperatura (-235°C) y alta presión. Al coste económico de esto, hay que sumarle el peligro que conlleva el hecho de que el hidrógeno sea un gas muy inflamable debido a su capacidad de liberación de energía. Por todo ello, actualmente se están investigando nuevos sistemas para almacenar el hidrógeno en estado sólido.

Teniendo en cuenta todos estos inconvenientes, es mejor que nos decantemos por otro combustible. Si miramos los órdenes que hemos establecido siguiendo el criterio de eficiencia y el de respeto al medio ambiente (sin contar el hidrógeno), vemos que debemos elegir sin duda el metano, ya que ocupa la primera posición en ambos casos:



En cuanto al uso de este combustible, el metano constituye hasta el 70% del gas natural empleado en la calefacción y la cocina de muchos hogares (transportándose en tuberías). Incluso es usado como combustible alternativo en vehículos, destacando países como Colombia, Argentina o Afganistán.

Referencias:

P. ATKINS y W. JONES (2007). *Principios de química. Los caminos del descubrimiento*, 3ª edición. Termodinámica: primera ley. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana

PETRUCCI, HARWOOD Y HERRING (2003). *Química general*, 8ª edición. Termoquímica. Madrid: Pentrice Hall

MARTIN S. SILBERBERG (2000). *Química. La naturaleza molecular del cambio y la material*, 2ª edición. Termoquímica. México: McGrawHill

www.gasbutano.org

http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/lecciones_fisica/energiasprimarias.htm

<http://www.madrimasd.org>



Artículo realizado por
Alejandro Fernández Vega.

EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA INDUSTRIA OLEÍCOLA Y SU IMPLICACIÓN DIRECTA EN LA LOCALIDAD DE MARCHENA (SEVILLA)



Planta extractora de orujo
(Marchena)

En este artículo estudiamos las emisiones de los óxidos de nitrógeno [NOx] y partículas en suspensión [PM₁₀] de una planta extractora de orujo. Para ello tomaremos como ejemplo la situada en la localidad de Marchena, aunque los datos no han sido proporcionados por la empresa responsable sino que han sido estimados y aproximados a partir de los datos de unas instalaciones similares. Finalmente, determinaremos cómo afectan las emisiones a la calidad del aire y por tanto su influencia en la salud de las personas y en el medio ambiente circundante.

Introducción

Actualmente, dada la crisis planteada en el sector energético por la disminución de fuentes de recursos fósiles (petróleo, carbón, etc.) se está investigando el uso de fuentes renovables de energía, que puedan sustituir a las no renovables en un futuro próximo. No obstante, éstas resultan ser menos eficientes y a día de hoy no se contemplan como una alternativa a corto plazo.

Un ejemplo de este tipo de fuentes renovables lo constituye el empleo de la biomasa para obtener energía. Industrias como la oleícola generan una gran cantidad de desperdicios orgánicos que podrían ser aprovechados. Además, esta actividad tiene un aspecto negativo, la emisión de contaminantes a la atmósfera como consecuencia de los procesos de combustión de la biomasa. Es necesario tener en cuenta los aspectos positivos y negativos para poder tomar una decisión adecuada en cuanto al trato que se le dará a los residuos

Metodología

Para elaborar nuestro estudio, nos hemos basado en la descripción teórica aportada por el Modelo Gaussiano de dispersión de contaminantes, el cual describe cómo se distribuye un contaminante en la atmósfera

al transportarse en la dirección del viento gracias a los movimientos perpendiculares y las turbulencias del aire.

El fundamento teórico de este modelo, nos permite hallar la concentración de cualquier contaminante a ras de suelo que se encuentre a una determinada distancia y altura del foco de emisión del mismo. Para lograrlo usamos la siguiente fórmula:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

Donde $C(x, y, z)$ es la concentración del contaminante ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Q es el caudal de emisión (g/s), u es la velocidad del viento (m/s), σ_y y σ_z son los coeficientes de dispersión dependientes del tipo de estabilidad y turbulencia, H es la altura efectiva de la columna de humo y por último Z e Y son las distancias (m) hasta el eje 0 y X es la distancia(m) hasta la zona de estudio.

Una vez conocida la teoría, la llevaremos a la práctica por medio de un simulador del

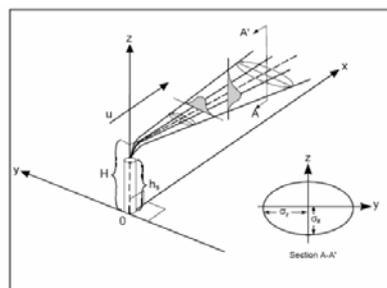


Ilustración 1: Esquema del modelo de dispersión de contaminantes en 2D

modelo gaussiano simplificado, tipo ISC3, proporcionado por la EPA (*Agencia de Protección Medioambiental de EEUU*). Para ello, se extrajo del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (*PRTR- España*), los datos correspondientes a la emisión tanto de NO_x como de partículas PM₁₀ de las instalaciones que conforman nuestro objetivo de estudio y se hizo un promedio, en cada caso medido en g/s.

En segundo lugar, fue preciso obtener datos acerca de la meteorología de la zona y éstos fueron solicitados a la *Agencia Estatal de Meteorología*. Se nos proporcionó información sobre la temperatura y velocidad de viento promedio de los 10 últimos años correspondientes a la estación de observación más cercana a la zona de estudio, que en nuestro caso se trataba de la situada en la localidad de Écija (Sevilla). Se tomaron los datos de los últimos 5 años y en base a la tabla de estabildades atmosféricas propuesta por *Pasquill-Gifford* se determinó el tipo de estabilidad atmosférica para dos tipos estacionales opuestos: verano e invierno.

Existen 6 tipos de estabilidad atmosférica según las categorías de *Pasquill-Gifford*, que se calculan en función de la información meteorológica de temperatura, radiación solar y dirección y velocidad de viento. Para condiciones de atmósfera inestable las clases de estabilidad pueden ser A, B o C, para condiciones neutras D, y para condiciones estables pueden ser E o F. Para cielos totalmente cubiertos, tanto de día como de noche, debe considerarse clase de estabilidad D.

En tercer y último lugar, se estudiaron las reacciones de combustión de biomasa y se estimó una temperatura aproximada de 1273K para llevar a cabo la combustión completa, al mismo tiempo que fue preciso

estimar la velocidad de salida de los gases (en base al caudal) en torno a un valor de 2m/s. Por otro lado, fue necesario estimar la altura de la chimenea y su diámetro interno (se han barajado dos posibilidades: 1,2 y 2,1 metros).

Resultados

A continuación se muestran dos casos distintos, NO_x Invierno (d=1,2m) y PM₁₀ Verano (d=2,1m) como ejemplo de gráficas resultantes de cada simulación. Se muestra también una tabla donde se resumen todos los resultados obtenidos.

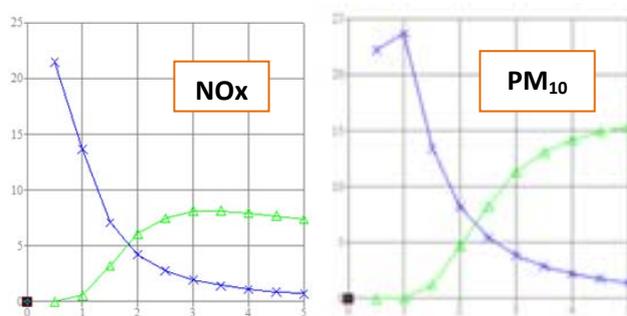


Ilustración 2: Concentraciones de cada contaminante (en µg/m³) a ras del suelo en función de la distancia (en km) al foco de emisiones.

| Contaminante | Clima | Diámetro (m) | Estabilidad | |
|--------------|----------|--------------|------------------------|------------------------|
| | | | B (µg/m ³) | F (µg/m ³) |
| NOX | Invierno | 2,1 | 2,8 | 15,78 |
| | | 1,2 | 2,9 | 29,48 |
| | Verano | 2,1 | 1,44 | 15,3 |
| | | 1,2 | 1,46 | 29,03 |
| PM10 | Invierno | 2,1 | 0,702 | 3,94 |
| | | 1,2 | 0,725 | 7,37 |
| | Verano | 2,1 | 0,361 | 3,824 |
| | | 1,2 | 0,364 | 7,258 |

Tabla 1: Resultados de las concentraciones a ras de suelo obtenidas en cada simulación

Discusión de los resultados

1. Observamos un incremento de la concentración a ras de suelo de los NO_x, dado que partíamos de unos datos de emisión mayores (4,47g/s de NO_x frente a los 1,69g/s de PM₁₀).
2. Cuando se trata de una atmósfera estable tipo F, observamos concentraciones muy similares, tanto en verano como en invierno

dentro del mismo valor de diámetro. Suponemos que esto se debe a que en verano al darse valores de velocidad del viento mayores, el contaminante se dispersa de un modo más efectivo, disminuyendo así levemente su concentración en la zona de estudio.

3. Dentro de la misma estación y mismo tipo de estabilidad (B), apenas se observan diferencias entre el diámetro 1,2m y 2,1m. Esto puede deberse a que por un lado la inestabilidad de la atmósfera genera una mayor dispersión de los contaminantes y a su vez, al aumentar el tamaño estamos vertiendo mayor cantidad de contaminantes, por lo que estos efectos se anulan el uno al otro sobre el global. No obstante, esta compensación no se produce cuando la atmósfera es estable ya que en ese estado no se permite que se diluya y disperse en la atmósfera, disminuyendo su concentración como sucedía antes. Es por ello que el incremento en la concentración que implica el mayor diámetro de salida de contaminantes no puede ser revertido de forma natural por la atmósfera como sucedía en el caso anterior, por tanto la concentración tal y como aportan los datos, subirá aproximadamente el doble al aumentar el diámetro. Todo ello es extrapolable para ambos contaminantes.

Conclusiones generales

1. A la luz de los resultados arrojados por la simulación, podemos concluir que bajo ninguno de los diferentes parámetros que hemos definido (condiciones estacionales, diámetro de chimenea igual a 1,2m frente a 2,1m) las concentraciones de óxidos de nitrógeno superan los límites de emisión establecidos por ley. No obstante los resultados predicen valores cercanos a los límites de emisión en condiciones de estabilidad atmosférica y diámetro de chimenea igual a 1,2m.

2. Es destacable que las concentraciones de PM_{10} tampoco superen los valores límite de emisión y se encuentran muy por debajo del límite en cualquiera de los diferentes parámetros establecidos.

3. Dado que los resultados obtenidos se consideran moderados, podemos descartar que se produzca un incremento elevado en el número de casos de enfermedades respiratorias producidas por la contaminación. No obstante sería necesario elaborar un estudio epidemiológico para confirmarlo con seguridad.

4. Es necesario tener presente que los resultados obtenidos parten de una estimación en determinados parámetros como por ejemplo la velocidad de salida de los gases o el diámetro de la chimenea. Por tanto para unos resultados más fiables habría que tomar medidas "in situ". Es por ello que no se deben interpretar más allá de una aproximación a la realidad, con incertidumbre, dada la cantidad de variables tratadas.

5. La valoración de los límites de emisión se ha realizado bajo el amparo de la normativa legal existente, siendo ésta la suscitada por el *Real Decreto 1073/2002, de 18 de Octubre* la que establece los límites en el caso del Dióxido de Nitrógeno y Óxidos de Nitrógeno.



Bibliografía

- *Registro Estatal de Emisiones y Fuentes de Contaminantes.* <http://www.prtr-es.es/>

- *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.* <http://www.marm.es>
 - *Agencia Estatal de Meteorología.* <http://www.aemet.es>
 - *Plataforma WebCT Universidad Pablo de Olavide.* *Asignatura Contaminación Atmosférica. Práctica 1 "Dispersión de contaminantes atmosféricos: Modelo Gaussiano de la columna de humo".*

- *Dispersión de nubes de gases, vapores y aerosoles: Formación de nubes tóxicas e inflamables.* http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_conse/Dispersion.htm
 - *Modelos de Dispersión Gaussianos. Seminario de Combustión Industrial Aplicada del 2007.* Mario Patiño. *Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción de Ecuador.* <http://www.cdts.espol.edu.ec/documentos/Presentacion/C3%B3n%20DISPERION%20MP.pdf>



FITORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON PESTICIDAS

Artículo realizado por Daniel Caro Gómez

Alumno de Postgrado en Biotecnología

Los plaguicidas son productos químicos ampliamente utilizados para la protección de cultivos y el control de las plagas a lo largo y ancho del mundo. El uso desmedido y en muchos casos inconsciente de dichos compuestos, unido a su inherente persistencia, ha provocado su acumulación en suelos y aguas, así como la entrada en el ciclo alimentario.

A lo largo de los últimos años, la Fitorremediación ha demostrado ser un método eficaz para la eliminación de contaminantes tanto en medios sólidos como acuosos. Los procesos de Fitorremediación se centran en la destrucción por parte de las plantas, bien mediante inmovilización o transformación de los compuestos contaminantes presentes en el medio. La efectividad de este método se ha comprobado en contaminantes tan dispares como metales pesados e incluso en materiales radiactivos, sin embargo, hay poca información disponible sobre los mecanismos vegetales de absorción, inmovilización y eliminación de productos agroquímicos usados como herbicidas y plaguicidas en los suelos agrícolas.

En este estudio se hace una revisión de los mecanismos fisiológicos que los vegetales utilizan para llevar a cabo la Fitorremediación de los compuestos agroquímicos, así como la interacción suelo-planta-microorganismos-contaminantes.

Introducción.

Pesticidas.

Los pesticidas son productos químicos ampliamente utilizados para la protección de cultivos y el control de las plagas a lo largo y ancho del mundo (1). Existen una gran variedad de plaguicidas, clasificados generalmente en función de su finalidad: insecticidas, fungicidas, acaricidas,

herbicidas, etc. (2) Su composición química es muy variada, pudiendo encontrar en su formulación compuestos organometálicos, compuestos orgánicos volátiles (COV), etc. De entre todos ellos los de mayor difusión y mayor peso son los organoclorados (OC), los organofosforados (OP), los carbamatos y los derivados nitrogenados.

Como ejemplo podemos encontrar (3):

Insecticidas: Diazinon, Dichlorvos, Dimethoate, Malathion, Parathion, Carbaryl, DDT, Aldrin, Chlordane, Dieldrin, Endosulfan.

Herbicidas: Atrazine, Diquat, Paraquat, Glyphosate (Roundup)

Fungicidas: Triazines, Dicarboximides, Creosote, hexachlorobenzene

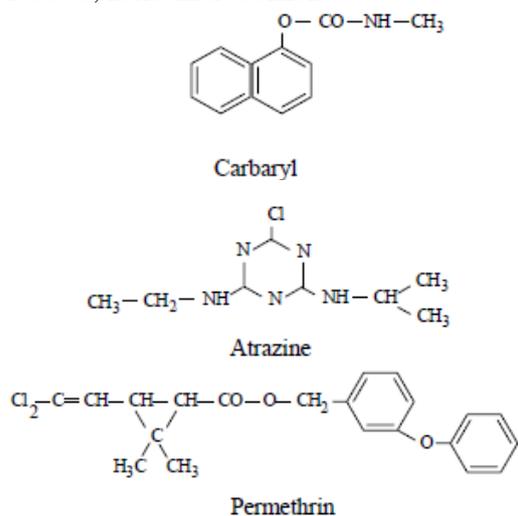


Figura 1. Algunos plaguicidas clasificados por su estructura. (4)

Técnicas de remediación.

De cara a hacer una diferenciación, podríamos clasificar las técnicas actuales de remediación como: técnicas “in situ” y técnicas “ex situ”.

Como su propio nombre indica, las técnicas “ex situ” se realizan sobre los suelos contaminados una vez estos han sido retirados por medios físicos. Entre las técnicas más usadas podemos encontrar: Desorción térmica, Lavado del suelo, Extracción con solventes y Dehalogenación química.

Las técnicas “in situ” son aquellas técnicas destinadas a ser usadas en el medio propiamente dicho y están experimentando un auge espectacular en los últimos años, debido no solo a la disminución de los costes que implican (comparadas con las anteriores), sino también a presentar una menor “agresividad” con el medio. Entre ellas podemos encontrar:

- Técnicas Físico-químicas, como la Atenuación Natural Controlada, las Barreras reactivas permeables, la Extracción de vapores del suelo e inyección de aire, el “Flushing in situ” o inyección, los Tratamientos térmicos, la Oxidación química, la Electrodescontaminación, la Fracturación, etc.
- Técnicas Biológicas, como la Biorremediación y la Fitorremediación.

En las últimas décadas, la biorremediación se ha perfilado como un método alternativo a los tratamientos químicos masivos para el tratamiento de grandes extensiones de terreno contaminado debido a su reducido coste y su relativa eficacia (5).

En este estudio nos centraremos en las técnicas de Fitorremediación.

Mecanismos de Fitorremediación.

La Fitorremediación es la técnica de biorremediación que emplea la vegetación y sus microorganismos asociados para degradar, extraer y/o inmovilizar los contaminantes de suelos y aguas. Mediante Fito-remediación podemos biorremediar suelos contaminados con compuestos tanto orgánicos como inorgánicos a través de ciertos mecanismos (5):

- Fito-extracción: consistente en la extracción de los contaminantes existentes en el medio y su posterior almacenamiento en el tejido de la planta, ya sean tallos, hojas o raíces. Este mecanismo ha sido ampliamente estudiado en metales pesados (6) e incluso en materiales radiactivos como el uranio (7)
- Fito-degradación: consistente en la transformación de los contaminantes almacenados en los tejidos vegetales hasta compuestos más simples. Algunas variedades de Populus (Álamo) presentan una capacidad innata para degradar

compuestos complejos como el éter metil terbutílico y el tricloroetileno hasta compuesto más simples y menos contaminantes (8).

- **Fito-volatilización:** consistente en la absorción y posterior transpiración de los contaminantes a la atmósfera a través del mecanismo transpirativo. Algunos de los contaminantes absorbidos por la planta, y posteriormente transportados a través del xilema hasta la parte aérea de la misma, pueden llegar a evaporarse o volatilizarse hacia la atmósfera. (9)

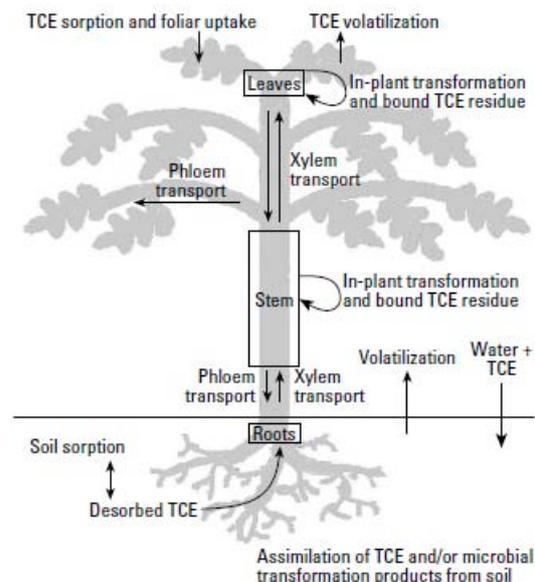
- **Fito-estabilización:** consistente en la inmovilización de determinados compuestos contaminantes del suelo en forma de complejos insolubles, evitando así la disponibilidad de los mismos en la fase líquida y su posible lixiviación. Para este fin, la planta se dota de un desarrollado sistema radicular a fin de maximizar el proceso. (10)

- **Rizo-filtración:** consistente en la utilización de plantas en medio hidropónico a fin de descontaminar un medio acuoso. Se suelen utilizar para este tipo de técnica, plantas terrestres con una alta tasa de crecimiento y una gran área superficial de raíces, de forma tal que puedan absorber, concentrar y precipitar los contaminantes disueltos. (11)

- **Fito-estimulación (rizodegradación):** consistente en la degradación de los contaminantes que se encuentran en la zona de las raíces (rizosfera) por los microorganismos del suelo, auxiliados por los exudados radicales que estimulan la actividad microbiana y los procesos bioquímicos (12).

Las plantas capaces de llevar a cabo estos mecanismos de Fito-remediación, reciben el nombre de plantas Híper-Acumuladoras.

Figura 2. Mecanismos de Fitorremediación. (13)



Transformación de moléculas orgánicas.

En las plantas preparadas para ello, una vez los compuestos han sido absorbidos, transportados y almacenados en los tejidos celulares, se da la transformación de los mismos hasta compuestos más simples. Esta transformación se da en varias fases.

En una primera fase, mediada por dos sistemas enzimáticos (citocromo P450 y aminooxigenasa), pueden ocurrir reacciones de oxidación, reducción e hidrólisis, dándose la introducción de grupos -OH, -NH₂, o -SH en las estructuras cíclicas del compuesto, desestabilizándolas y promoviendo la formación de metabolitos polares hidrosolubles (5).

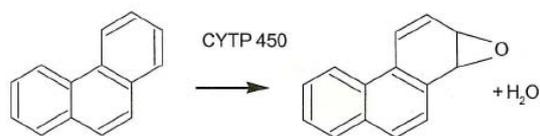


Figura 3. Ejemplo de reacción de oxidación. (14)

En una segunda fase, y mediada por transferasas, se produce la conjugación de los compuestos previamente desestabilizados con proteínas, aminoácidos y carbohidratos (D-Glucosa, Glutión, Fitoquelatinas, etc). Como resultado se

producen compuestos complejos, compuestos polares hidrosolubles además de compuestos insolubles que pueden quedar adsorbidos a la pared celular.

En una tercera fase, los compuestos conjugados quedan almacenados y compartimentados en las vacuolas, encapsulados por la acción de una serie de enzimas como la alcohol deshidrogenasa, glutatión peroxidasa, etc.(15, 16) .

Fitorremediación de pesticidas por Fitodegradación y Transformación.

Como se ha visto con anterioridad, los mecanismos metabólicos de degradación y transformación de los compuestos xenobióticos en la planta, consisten en tres fases diferenciadas que llevan a la obtención de un compuesto menos tóxico que o bien es utilizado, excretado o almacenado (17, 18). Se han estudiado diversas especies vegetales que se desarrollan tanto en medios acuosos como terrestres, y se ha observado que en ciertas plantas como *Elodea canadensis* se dan procesos de deshalogenación de compuestos complejos como DDT (Dicloro Difencil Tricloroetano) (19). De igual forma se ha estudiado la acción de especies arbóreas como el Álamo (*Populus*) y se ha comprobado su capacidad de captura de Atrazina presente en el medio, hidrolizándola y transformándola en compuestos menos tóxicos (20).

Fitorremediación de pesticidas por Fitovolatilización.

Esta modalidad de Fitorremediación posee una utilidad clara en la eliminación de compuestos orgánicos volátiles tales como dibromuro de etilo, dicloruro de etilo, tetracloruro de carbono, etc (21). En experiencias llevadas a cabo en Norte América se constató que diversas especies vegetales implicadas en la volatilización de TCE, eran capaces de

metabolizar dicho compuesto en proporciones diferentes dependiendo de su disponibilidad en el medio y su concentración en la solución del suelo (22). En diversos experimentos se ha comprobado como el Tricloroetileno (TCE) es susceptible de ser capturado y posteriormente volatilizado por especies vegetales, tales como *Populus spp.* (23).

Fitorremediación de pesticidas por Rizorremediación.

Como se ha visto anteriormente, este mecanismo consiste en la degradación de los contaminantes que se encuentran en la zona de las raíces (rizosfera) por los microorganismos del suelo. Dichas reacciones se encuentran auxiliadas por los exudados radicales que estimulan la actividad microbiana y los procesos bioquímicos. Este mecanismo ha sido ampliamente estudiado y puede encontrarse una amplia documentación al respecto. (24, 25)

Se ha demostrado que la eficacia de este mecanismo está íntimamente ligada a la expresión de ciertos genes involucrados en el mismo. La presencia de dichos genes en la población microbiana de la rizosfera asegura mayores tasas de degradación. De hecho, se ha observado como la introducción de genes foráneos relacionados con este particular en las poblaciones microbianas indígenas provocan un aumento de exponencial de la degradación de los contaminantes en el suelo. (26, 27)

Avances en biotecnología.

Aunque se ha demostrado que una gran variedad de especies vegetales poseen la capacidad de, o bien degradar parcialmente, o bien inducir la degradación de compuestos xenobióticos presentes en el suelo, ha quedado patente que en general no poseen los mecanismos metabólicos

adecuados para una correcta y completa transformación e inertización de los mismos, y que asimismo sus rutas de degradación y transformación, son incompletas. En la actualidad se trabaja en un gran número líneas de investigación destinadas a dotar a estos organismos vegetales de los genes involucrados en los procesos catabólicos, provenientes de otras especies o microorganismos más capaces, y existe una abundante documentación y múltiples ejemplos de transformación genética y optimización de rutas metabólicas. De esta forma, por citar algunos casos, se ha ensayado con la introducción de genes de expresión de enzimas hidrolizadoras de compuestos organofosforados originarias de bacterias, en variedades de plantas de tabaco (28,29), consiguiéndose aumentos superiores al 90% en la tasa de degradación de methyl parathion en el suelo. Asimismo, se ha trabajado en variedades de plantas de arroz (30), transformadas por medio de la introducción de genes involucrados en el sistema enzimático del citocromo P450 de mamíferos y consiguiendo aumentos en la tolerancia a herbicidas como metolachlor, atrazine, etc.

Conclusiones.

Con esta revisión se intenta demostrar que la Fitorremediación puede erigirse en una alternativa eficiente a las técnicas clásicas de detoxificación o atenuación de la contaminación de los suelos contaminados por compuestos orgánicos xenobióticos. Como tecnología de biorremediación, la Fitorremediación presenta una serie de ventajas e inconvenientes, pero una vez superadas estas últimas, y debido principalmente a sus especiales características de fiabilidad, bajo coste y buena aceptación popular, la Fitorremediación se constituye como una

nueva técnica viable a tener en cuenta. Los mecanismos biológicos que llevan a la degradación, translocación, almacenaje o volatilización de los diferentes compuestos, son variados y complejos, y en buen número comparten características genéticas con sistemas de similares características y funciones presentes en otras especies. Esto hace posible el estudio de la mejora de las diferentes especies vegetales desde el prisma de la Ingeniería Genética, Metabólica y Metabolómica.

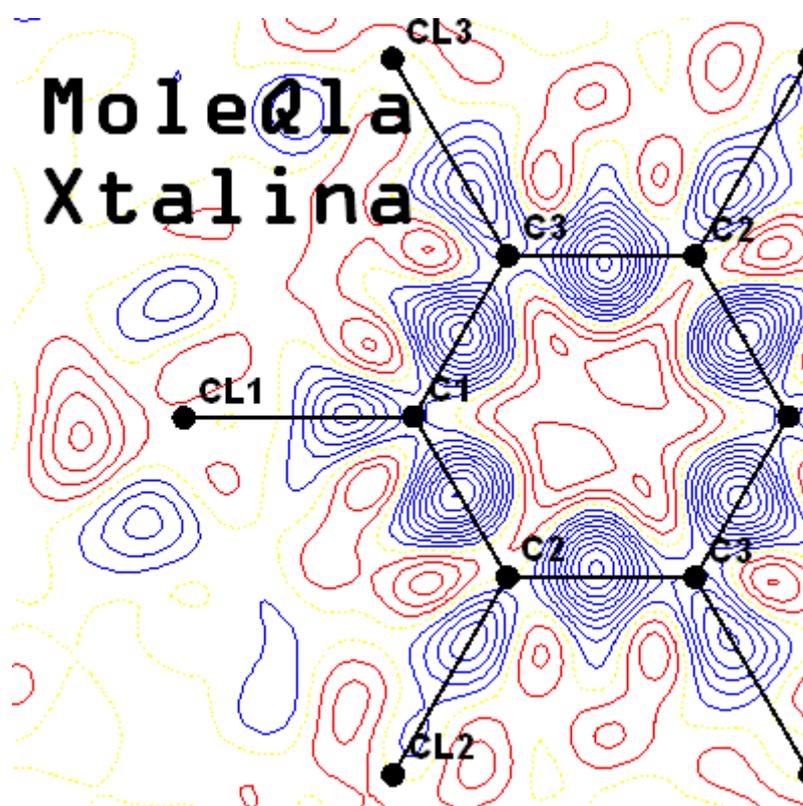
Los trabajos e investigaciones llevadas a cabo últimamente van encaminados a ahondar en un mayor conocimiento del metabolismo y los mecanismos biológicos implicados en los procesos de Fitorremediación, así como en la modificación y optimización de las diferentes rutas metabólicas por medio de la mejora genética.

Referencias.

- 1 Schnoor, J.L., Licht, L.A., McCutcheon, S.C., Wolfe, N.L., Carreira, L.H., 1995. Phytoremediation of organic and nutrient contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 29, 318A–323A.
- 2 Sugey López-Martínez, Margarita E. Gallegos-Martínez, Laura J. Pérez Flores y Mariano Gutierrez Rójas, *Rev. Int. Contam. Ambient.* 21 (2) 91-100, 2005
- 3 United States Environmental Protection Agency. (2006) About Pesticides. <http://www.epa.gov/pesticides/about/types.htm>
- 4 R.M. Garcinuñoa, P. Fernández-Hernando, C. Cámara. Evaluation of pesticide uptake by *Lupinus* seeds. *Water Research* 37 (2003) 3481–3489
- 5 Rugh, C. L.; Wilde, H. D.; Stack, N. M.; Thompson, D. M.; Summers, A. O.; Meagher, R. B. Mercuric ion reduction and resistance in transgenic *Arabidopsis thaliana* plants expressing a modified bacterial *merA* gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 1996, 93, 3182
- 6 Jian wei W., Chen J., William R. y Cunningham R. (1997). Phytoremediation of lead-contaminated soils: role of synthetic chelates in lead phytoextraction. *Environ. Sci. Technol.* 31, 800-805.
- 7 Dushenkov S. (2003). Trends in phytoremediation of radionuclides, *Plant and Soil.* 249, 167 - 175
- 8 Marjories S., Hong F, W., Farmayan J, I. y Chen

- Y. C. (2001). Phytoremediation of MTBE from a Groundwater plume. *Environ. Sci. Technol.* 35, 1231-1233.
- 9 Hong M., Farmayan W., Dortch I. y Chiang C. (2001). Phytoremediation of MTBE from a groundwater plume. *Environ. Sci. Technol.* 35, 1231-1239.
 - 10 Dec J. y Bollang J. (1994). Use of plant material for the decontamination of water polluted with phenols. *Biotechnol. Bioeng.* 44, 1132-1139.
 - 11 Dushenkov, S.; Kapulnik, Y. Phytofiltration of metals. In *Phytoremediation of Toxic Metals-Using Plants to clean Up the Environment*; Raskin, I., Ensley, B. D., Eds.; Wiley: New York, 2000; pp 89-106.
 - 12 Sandermann H (1994) Higher plant metabolism of xenobiotics: the green liver concept. *Pharmacogenetics* 4:225-241
 - 13 Annette C. Dietz and Jerald L. Schnoor. *Environ Health Perspect* 109(suppl 1):163-168 (2001)
 - 14 Xia, H., and Ma, X. (2006). Phytoremediation of ethion by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) from water. *Bioresour. Technol.*, 97, 1050-1054.
 - 15 Jakoby W. y Ziegler D. (1990). The enzymes of detoxication. *J. Biol. Chem.* 34, 20715-20718.
 - 16 Vaccari, Strom, and Alleman. (2006). *Environmental Biology for Engineers and Scientists*.
 - 17 Laurent, F., Debrauwer, L., and Pascal-Lorber, S. (2006). Metabolism of [14C]-2,4-dichlorophenol in edible plants. *Pest Manage. Sci.*, 62, 558-564.
 - 18 Macek, T., Mackova, M., Burkhard, J., and Demnerova, K. (1998). Introduction of green plants for the control of metals and organics in environmental remediation. In Holm, F.W. (ed.). *Effluents from alternative demilitarisation technologies*. Dordrecht, Net
 - 19 Garrison, A.W., Nzungung, V.A., Avants, J.K., Ellington, J.J., Jones, W.J., Rennels, D., and Wolfe, N.L. (2000). Photodegradation of p,p'-DDT and the enantiomers of o,p'-DDT. *Environ. Sci. Technol.*, 34, 1663-1670.
 - 20 Chang, S.W., Lee, S.J., and Je, C.H. (2005). Phytoremediation of atrazine by poplar trees: Toxicity, uptake, and transformation. *J. Environ. Sci. Health*, 40, 801-811.
 - 21 Davis, L.C., and Erickson, L.E. (2002). A review of the potential for phytovolatilization of the volatile contaminants ethylene dibromide, ethylene dichloride, and carbon tetrachloride. *Proc. Conference on Application of Waste Remediation Technologies to*
 - 22 Doucette, W.J., Bugbee, B.G., Smith, S.C, Pajak, C.J., and Ginn, J.S. (2003). Uptake, metabolism, and phytovolatilization of trichloroethylene by indigenous vegetation: Impact of precipitation. In McCutcheon, S. C. and Schnoor, J. L. *Phytoremediation*. New
 - 23 Ma X, Burken JG. TCE diffusion to the atmosphere in phytoremediation applications. *Environ Sci Technol* 2003;37:2534-9.
 - 24 Dams, R.I., Paton, G.I., and Killham, K. (2007). Rhizoremediation of pentachlorophenol by *Sphingobium chlorophenolicum* ATCC 39723. *Chemosphere*, 68, 864-870
 - 25 de C'arcer, D.A., Mart'in, M., Karlson, U., and Rivilla, R. (2007). Changes in bacterial populations and in biphenyl dioxygenase gene diversity in a polychlorinated biphenyl-polluted soil after introduction of willow trees for rhizoremediation. *Appl. Envi*
 - 26 Boltner, D., Moreno-Morillas, S., and Ramos, J.L. (2005). 16S rDNA phylogeny and distribution of lin genes in novel hexachlorocyclohexane-degrading *Sphingomonas* strains. *Environ. Microbiol.*, 7, 1329-1338.
 - 27 Desaint, S., Arrault, S., Siblot, S., and Fournier, J.C. (2003). Genetic transfer of the mcd gene in soil. *J. Appl. Microbiol.*, 95, 102-108.
 - 28 Varazashvili T., Khatishashvili G., Kurashvili M., Pruidze M., Ananiashvili T., Zaalishvili G. y Gordeziani M. (2001a). Nitrobenzene oxidizing enzymes in plant cells. *J. Biol. Phy. Chem.* 1, 85-88.
 - 29 Wang, L., Samac, D.A., Shapir, N., Wackett, L.P., Vance, C.P., Olszewski, N.E., and Sadowsky, M.J. (2005). Biodegradation of atrazine in transgenic plants expressing a modified bacterial atrazine chlorohydrolase (atzA) gene. *Plant. Biotech. J.*, 3, 475-486
 - 30 Kawahigashi H, Hirose S, Hayashi E, Ohkawa H, Ohkawa Y. Phytotoxicity and metabolism of ethofumesate in transgenic rice plants expressing human CYP2B6 gene. *Pestic Biochem Physiol* 2002;74: 139-47.

MOLEQLA CRISTALINA





Editorial realizado por Claudia Millán

¿Y POR QUÉ CRISTALINA?

BIENVENIDA

En este número 4 de MoleQla inauguramos sección, MoleQla Cristalina. ¿Y porqué Cristalina?

En primer lugar, porque los cristales están muy presentes en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, en nuestros alimentos, nuestra tecnología, nuestros medicamentos, y nuestros productos de belleza. Intuitivamente conocemos algunos de estos ejemplos, como la sal, o los cristales de cuarzo de los relojes. Pero esta implicación va mucho más allá, y sólo podremos apreciarla si alguien se adentra con nosotros a ese mundo del orden a escala microscópica.

En segundo lugar, porque son hermosos. Sí, y con esto también vamos a remitirnos a lo que intuitivamente entendemos por bello. Sabemos que en nuestro lenguaje diario empleamos de forma positiva los adjetivos de simétrico y proporcionado. Y por supuesto, admiramos los resultados de la aplicación de la simetría a formas sencillas, como por ejemplo al ver un mosaico mozárabe. Y cómo no, sabemos reconocer la belleza de una gema. Las propiedades de éstas últimas, ejemplos de cristales bien conocidos, se derivan del orden interno que presentan. Sea el material que sea el que constituye el cristal, lo hace de una forma periódica, es decir, repitiéndose de alguna manera que permita llenar todo el espacio. Y esto genera formas tremendamente

ordenadas y simétricas, que nos resultan visualmente muy atractivas.

En tercer lugar, porque son una herramienta de acceso al mundo de lo pequeño. En los manuales básicos de química, y en los no tan básicos, estamos acostumbrados a ver estructuras en forma de diversas representaciones gráficas, que nos remiten a los aspectos clave de la molécula en cuestión. Y claro, tratándose de algo tan pequeño como los átomos (del orden de 10^{-10} m), ¿cómo podemos, de una forma empírica y no teórica, ver esa estructura? Pues a través de diversas técnicas, la mayoría de ellas basadas en el uso de cristales.

En esta primera aparición de nuestra sección vamos a hablar sobre el último premio Nobel de Química, que ha ido a parar a manos del cristalógrafo israelí Dan Shechtman. Asimismo, vamos a aprovechar la reciente salida al cine de la película Tintín y el Secreto del Unicornio para dar unas pinceladas sobre algunos conceptos básicos de la materia. Espero que lo disfrutéis.



DANIEL SHECHTMAN, UN NOBEL TARDÍO

Artículo realizado por Alejandro
Salguero Jiménez

Nobel de Química de 2011 a un importante descubrimiento, pero sobre todo a un gran investigador que nunca ha dejado de luchar contra las creencias preestablecidas.

Daniel Shechtman es un científico israelí nacido en Tel Aviv en el año 1941, doctorado en ingeniería de los materiales por el instituto Technion de Israel en 1972.

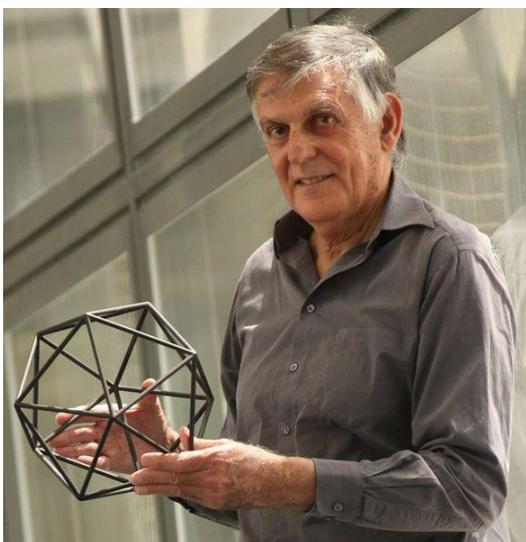


Figura 1. El profesor Daniel Shechtman, recién galardonado como Nobel de Química de 2011¹.

Tras investigar acerca de la microestructura y las propiedades de aluminuros de titanio en la Base Aérea Wright-Patterson en Ohio, el profesor Shechtman trabajó desde 1981 a 1983 en la Universidad Johns Hopkins de Baltimore (Estados Unidos) donde descubrió lo que rompería la concepción química de la materia sólida y por lo que conseguiría (casi treinta años más tarde) el Premio Nobel de Química: los cuasicristales o cristales cuasiperiódicos.

Estos cuasicristales (que recibieron también el nombre de “Shechtmanita”, en honor a su descubridor) ya fueron estudiados anteriormente por matemáticos, sin pensar que existieran verdaderamente en

la realidad. Estos llegaron a la conclusión de que había una relación entre estas estructuras y el número áureo.

De forma muy básica, los cuasicristales se definen como estructuras de materia sólida en las que los átomos están colocados en red de forma no periódica pero sí regular. Estos cristales cuasiperiódicos forman patrones que llenan todo el espacio aunque tienen falta de simetría traslacional. Se comparan de manera gráfica con los mosaicos árabes: son figuras similares entre ellas pero que nunca se repiten.

El recién Nobel de Química observó estas aperiódicas estructuras al fundir y luego enfriar rápidamente una aleación de aluminio y manganeso. Al enfriar rápidamente la aleación los átomos no tienen tiempo de ocupar las posiciones de equilibrio correspondientes a los sólidos cristalinos.

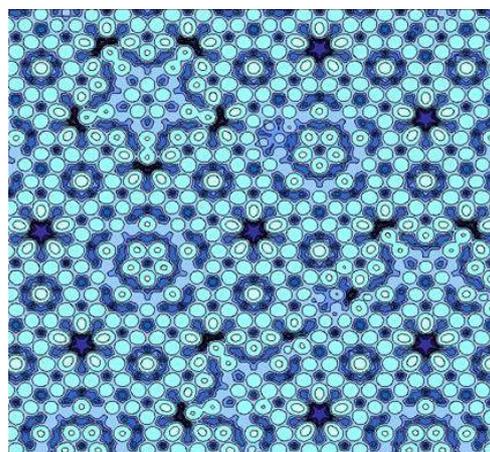


Figura 2. Modelo atómico de un cuasicristal de una aleación de plata-aluminio (Ag-Al)².

Esta configuración descubierta por Shechtman (junto con sus compañeros Blech, Gratias y Cahn) en los cuasicristales, definida en 1984 en su artículo *Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry* (Fase metálica con orden orientacional de largo alcance y sin simetría traslacional) publicado en la revista *Physical Review Letters*³, no fue aceptada en un principio por la comunidad científica.

Su descubrimiento se consideraba sencillamente imposible. Se dijo de él que contradecía las leyes de la naturaleza, ya que se creía que para obtener un cristal se requería la repetición (y por lo tanto, simetría traslacional). La controversia de su hallazgo y la férrea defensa de este por parte del israelí le costaron la expulsión de su grupo de investigación.

Shechtman sufrió además grandes críticas como la que recibió por parte de uno de los químicos más destacado del siglo XX y también Nobel de Química (en el año 1954) Linus Pauling, quien dijo que “no existían los cuasicristales, sino los cuasicientíficos”. Por supuesto el científico israelí también tuvo dificultades a la hora de publicar los primeros artículos sobre su hallazgo, que fueron fuertemente rechazados por numerosas revistas científicas, entre ellas el *Journal of Applied Physics*.

Finalmente y tras varios años rechazando su hazaña, la comunidad científica tuvo que aceptar las evidencias de los experimentos y conclusiones de Shechtman. El israelí ha conseguido demostrar ante la comunidad científica que lo que vio en su microscopio aquella mañana del 8 de abril de 1982 era, a pesar de ilógico, totalmente cierto.

El científico no pudo reprimir la emoción y felicidad al saber que había sido nombrado

Nobel de Química: "Soy el líder de una gran comunidad científica, de personas que estudian los materiales cuasiperiódicos, llamados cuasicristales (...) El Nobel no es otorgado a miles de ellos, sino a un representante (...) Me siento fantástico por ellos, y por mi" declaró a una radio israelí.

“Con el caso de Shechtman ya son 25 los cristalógrafos premiados con un Nobel de Química”, apunta Martín Martínez Ripoll, cristalógrafo del CSIC, en un artículo del diario Público⁴. En este mismo, el cristalógrafo Juan Manuel Pérez Mato afirma que “el Nobel a Shechtman es más un premio a su lucha contra las creencias establecidas”. Pérez Mato destaca también el poco fruto y aplicaciones que se le ha sacado al descubrimiento.

Aunque es cierto que quizás lo más atractivo de la noticia sea la tardanza de este premio y las dificultades que tuvo Dan Shechtman para obtenerlo; sí que existen distintas e interesantes aplicaciones de los cuasicristales. Por ejemplo, estas estructuras aparecen en uno de los aceros más duros del mundo, con el que se fabrican hojas de afeitar o las finísimas agujas usadas en operaciones oculares. Además son usados como revestimiento de metales en motores, aislante térmico, uso en placas solares, uso en fabricación de dispositivos luminosos LEDs, etc.

Con este Nobel de Química el señor Shechtman tiene ya un nuevo galardón que añadir a la gran lista de premios que ostenta, entre los que se encuentran por ejemplo el “Premio Internacional de la American Physical Society para los nuevos materiales” (1988), “Premio Gregori Aminoff de la Real Academia de las Ciencias de Suecia” (2000) o el “Premio de la Sociedad Europea de Ciencia de los Materiales” (2008).



Figura 3: Shechtman con parte de su familia después de que fuera galardonado con el Nobel de Química⁵

A pesar de su dilatada carrera, Dan Shechtman ha sabido compaginar investigación y familia, algo a veces muy difícil. En la actualidad está casado con la profesora Tzipora Shechtman, con la que comparte tres hijas y un hijo.

Referencias

- ¹ <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Shechtman.jpg>
² <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Quasicrystal1.jpg>
³ *Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry*, *Phys.Rev.Lett.*53, 1951-1953 (1984)
http://prl.aps.org/abstract/PRL/v53/i20/p1951_1
⁴ Manuel Ansedé, "Premio Nobel para la 'Alhambra atómica'" en el diario Público
<http://www.publico.es/ciencias/400106/premio-nobel-para-la-alhambra-atomica>
⁵ http://www.israelhayom.com/site/newsletter_article.php?id=1370

Bibliografía

- Wikipedia www.wikipedia.org
- "Nobel de Química 2011 para los cuasicristales", *El País* www.elpais.com
- Juan Manuel García Ruiz, "Cuascristales, osadía, tesón y belleza", *El país* www.elpais.com
- Technion Israel Institute of Technology, Department of Materials Engineering
- <http://materials.technion.ac.il/dan-shechtman-quasi-crystals-nobel/>
- Iowa State University, College of Engineering http://www.engineering.iastate.edu/directory/?user_age=dans



CUASICRISTALES: CRISTALES IMPERFECTOS, ¿O TODO LO CONTRARIO?

Artículo realizado por
Mª Teresa Hato Castro

Tradicionalmente, un cristal es un material que tiene una distribución ordenada basada en un patrón concreto, simétrico o periódico, pero “tradicionalmente” no quiere decir “indudablemente”.

Los cuasicristales son sólidos cuya distribución no es como comúnmente se conocen los cristales en cristalografía. Crean formas no periódicas. Según los estudios de los cristales, todos tienen o deberían tener una simetría rotacional de un número determinado de pliegues: 2, 3, 4 y 6. Esta simetría rotacional sería similar a la que presentaría una hoja de papel doblada varias veces, en la que hemos recortado formas y luego desplegamos. Los cuasicristales innovan de manera que presentan simetrías de distinto número de pliegues, como por ejemplo 5 u 8.

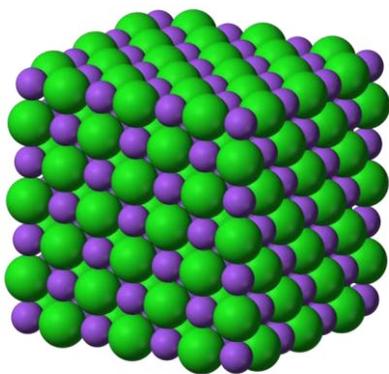


Figura 1. Distribución del cristal de Cloruro de Sodio (NaCl).¹

El israelí Daniel Schetchman, premio Nobel de Química de este año 2011 es el considerado precursor del estudio de los cuasicristales. A su trabajo en este campo le debe el premio. Él es quien los “descubrió” y se enfrentó a las ideas cristalográficas preestablecidas de la química contemporánea.

Los cuasicristales tienen una estructura similar a las teselas árabes de las mezquitas, y en éstas se han apoyado muchos científicos estudiosos de los cuasicristales, como Hao Wang. Las mezquitas árabes se decoraban con un número determinado de teselas de distinta forma que no deberían formar cristales según la ciencia pasada. Por ejemplo dos teselas distintas únicamente no formarían una estructura característica de un cristal. Pero sí los forman, si bien no como se conocían.

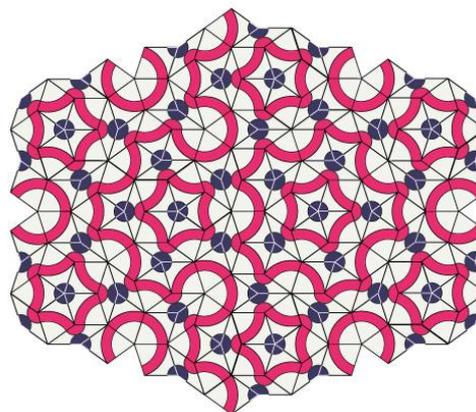


Figura 2. Distribución de un cuasicristal.²

El gran descubrimiento fue la posibilidad de que existieran cuasicristales en el medio natural, con determinadas condiciones ambientales. Anteriormente los cuasicristales se volvían periódicos al aumentar la temperatura ya que eran termodinámicamente inestables. Se han distinguido básicamente dos tipos de cuasicristales: los icosaédricos (20 pliegues) y los poligonales (8, 10 y 12 pliegues).

La difracción de rayos X y de electrones muestra la ausencia casi absoluta de defectos y desorden en los cuasicristales libres y estables. La única excepción es el sistema Aluminio-Litio-Cobre (Al-Li-Cu).

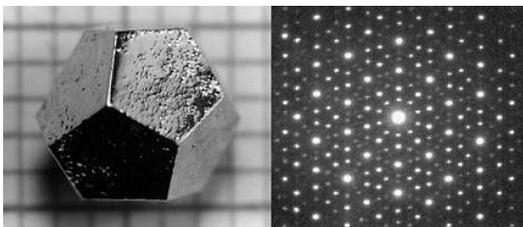


Figura 3. Cuasicristal Zn-Mg-Ho icosaédrico y su patrón de difracción de electrones.³

Esta revolución en cristalografía ha tenido grandes consecuencias. Los cuasicristales presentan distintas propiedades gracias a su especial distribución. De manera general, las propiedades características son: no conducen la electricidad a diferencia de los cristales iónicos en disolución, no presentan características magnéticas destacadas, son más elásticos que los cristales metálicos y son muy duros y resistentes.

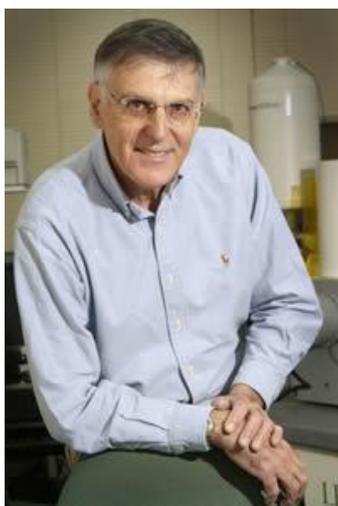


Figura 4. Daniel Schetchman.⁴

Estos materiales tienen además propiedades muy interesantes para su aplicación tecnológica como es su bajo coeficiente de fricción, su alta dureza, su baja energía superficial y su baja conductividad térmica, la cual los convierte en perfectos candidatos potenciales para aplicaciones termoeléctricas.

Hoy día ya pueden comprarse sartenes recubiertas de cuasicristales, que son más eficientes que las comunes, es decir, las de teflón. En la industria de la aviación este tipo de material podría conseguir grandes finalidades y una ciencia en crecimiento como es la nanotecnología podría llegar a utilizar los cuasicristales como parte fundamental en el desarrollo de su actividad.

Referencias

¹ es.wikipedia.org

² elneutrino.blogspot.com

³ science.portalhispanos.com

⁴ www.elpais.com/articulo/sociedad/Nobel/Quimica/2011

Bibliografía

- http://es.wikipedia.org/wiki/Cuasicristal#Ciencia_de_materiales_de_los_cuasicristales
- <http://www.informador.com.mx/tecnologia/2011/327184/6/daniel-schechtman-gana-el-nobel-de-quimica.htm>
- <http://seneca.fis.ucm.es/expint/html/fes/fes03/cuasicristal.html>
- http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema5/index5.htm
- <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/fisica/v08n1/a11.pdf>



Artículo realizado por Rafael Ínigo Jaén

EL DESORDEN SOLIDIFICADO

Los sólidos amorfos son sustancias sólidas que no constituyen redes cristalinas, sino que poseen una estructura interna que los hace asemejarse a líquidos. Esto les confiere unas propiedades muy peculiares y específicas, distintas a las de los sólidos cristalinos.

Los sólidos son sustancias caracterizadas por su riguroso ordenamiento en el espacio y por poseer un volumen y forma definida. Pero, ¿son todos así?. No, se distinguen dos tipos principales: los sólidos cristalinos, que se atienen a esta definición, y los sólidos amorfos. Los primeros se estructuran en una red ordenada donde los átomos o moléculas están separados a distancias regulares, es decir, poseen orden de largo alcance, lo que permite la formación de cristales con formas geométricas.

Por otra parte, los sólidos amorfos tienen una característica peculiar: no poseen ordenamiento alguno. Así, los sólidos amorfos no constituyen una red definida, sino una estructura totalmente aleatoria. Ésto se debe a la falta de orden de largo alcance, es decir, los átomos no se ordenan regularmente, cada uno se une solamente a los átomos vecinos sin estructurarse.

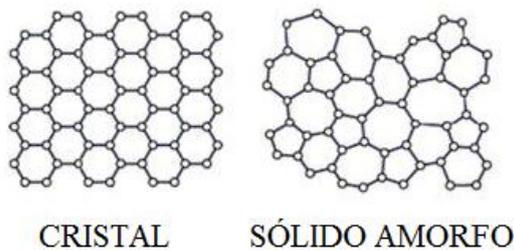


Figura 1. Diferencias estructurales entre cristal y sólido amorfo¹.

La principal característica de los sólidos amorfos es la isotropía, es decir, sus propiedades físicas son las mismas independientemente de la dirección, al contrario que los cristales, que son anisótropos.

Además, como en los sólidos cristalinos los átomos se sitúan de manera irregular, las fuerzas intermoleculares varían, lo que provoca comportamientos anómalos ante la temperatura. Así, los sólidos amorfos no tienen un punto de fusión fijo, pues depende de la cantidad y la disposición de sus componentes. Por tanto, no hablamos de punto de fusión sino de intervalos de temperatura de fusión.

Otra característica es la *temperatura de transición vítrea (T_g)*: temperatura a la que ocurre la transformación líquido-sólido amorfo. Para lograr obtener el sólido amorfo, se requiere un proceso de solidificación continuo y rápido, en el que la sustancia continúa siendo líquido por debajo de la temperatura de fusión, hasta llegar a T_g, en la que se produce el cambio. Esto es consecuencia de un impedimento en la disminución del volumen: si el proceso de solidificación fuera discontinuo, el líquido se lograría compactar y ordenarse en el espacio, cristalizándose.

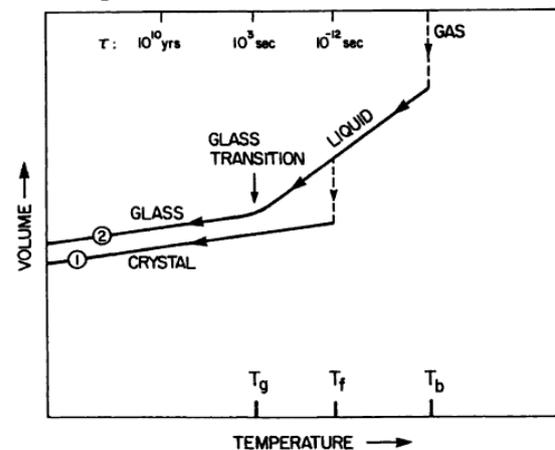


Figura 2. Gráfica que muestra la formación de cristal o de sólido amorfo según la variación en el volumen y la temperatura².

Por tanto, podemos obtener un sólido amorfo de prácticamente cualquier compuesto que cristalice, aunque actualmente, algunos abundan más que otros debido a su gran producción industrial.

En cuanto a las propiedades mecánicas, los sólidos amorfos tienden a ser elásticos, resistentes a agentes físicos y químicos, y duros. Esto los hace ideales como materiales de construcción, aunque existe una gran parte que carece de estas propiedades, lo que no los hace relativamente válidos para ello.

Entre los sólidos amorfos encontramos varios materiales comunes: los polímeros, como el poliestireno; el algodón de azúcar, el asfalto, la cera, y el más representativo: el vidrio.

La denominación de “cristal” al vidrio es errónea, pues éste es un sólido amorfo, esto es, su composición interna no es ordenada. Pero, ¿por qué el vidrio no fluye en lugar de mantenerse sólido, si su estructura no posee orden? La causa es la alta viscosidad que posee: los objetos de vidrio se fabrican a temperaturas elevadas, en las que el vidrio no es sólido amorfo, sino líquido. Posteriormente se enfría, lo que produce un aumento en la viscosidad que impide el movimiento molecular, y, como consecuencia, que prácticamente no fluya. Esto explica, además, por qué no cristaliza: las moléculas se mueven tan lentamente que nunca logran encontrar la orientación específica para formar un cristal.

El vidrio está compuesto fundamentalmente por arena de sílice (SiO_2), que tiene una particularidad, y es que tanto su cristalización como su vitrificación producen materiales muy utilizados en la construcción hoy en día: el cuarzo y el vidrio, respectivamente.

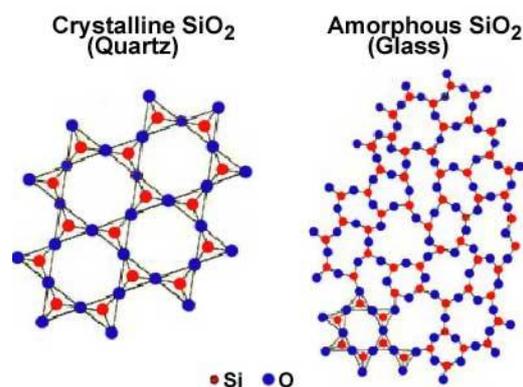


Figura 3. Comparación de la sílice cristalizada y vitrificada³.

La gran variedad de propiedades entre los sólidos amorfos permite a su vez una gran variedad de aplicaciones. Entre ellas encontramos la construcción y la industria, por sus propiedades mecánicas, la formación de plástico en el caso de los polímeros, debido a su bajo peso y fácil manejo; y la fabricación de células fotovoltaicas con silicio amorfo. Además, los metales y las aleaciones de metales amorfos, que poseen un gran magnetismo, forman parte del sistema de distribución de energía eléctrica, y también son utilizados como fuente magnética.

Por tanto, los sólidos amorfos son unos compuestos muy peculiares con unas propiedades que difieren de los sólidos cristalinos, y que les hacen útiles para una amplia gama de campos. Son otra prueba más de que la química no se atiene a unos esquemas estrictos: siempre existen excepciones.

Referencias:

- ¹. www.uweb.ucsb.edu/~jodea/chem1c.htm
- ². *The physics of amorphous solids*. Richard Zall
- ³. feralbigten.wordpress.com

Bibliografía:

- *The physics of amorphous solids*. Richard Zall
- www.genealog.cl/cursos/id42a
- www.mitecnologico.com/Main/EstructuraAmorfa



Artículo realizado por
Claudia Millán

EL RETO DE LA CASTAFIORE

¿Puede un cristal antibalas ser destrozado por la voz de una soprano?

A raíz del reciente estreno de la versión cinematográfica de las aventuras de Tintín, hemos admirado como la Castafiore, soprano de penetrante timbre de voz, es capaz de romper lo que se supone un cristal antibalas de diamante que protege una maqueta del navío “El unicornio”. A mí, el sentido escéptico me dice que difícilmente el material de dichos paneles sea diamante, ya que tal y como están las cosas hoy en día, dicha inversión sería de rentabilidad dudable. No es raro que en la historia de Tintín recurran al diamante, ya que este es un compuesto cristalino cuya dureza y resistencia a la presión es muy elevada. De hecho se emplea en técnicas de difracción de rayos X con cristales a alta presión, porque permite aplicar presión al compuesto y asimismo obtener un patrón de difracción que puede ser resuelto.



Figura 1. La soprano Castafiore, personaje principal en muchos de los cómics de Tintín.

Investigando sobre el tema he descubierto varias cosas interesantes, y además, me ha parecido la excusa perfecta para señalaros lo que es un error común de denominación. Tanto en inglés como en español existen dos palabras diferentes para hacer

referencia a los estados sólidos amorfo y ordenado. En inglés, tenemos *glass* referido al vidrio, es decir, el estado amorfo, y *crystal*, para el cristal, que es el estado sólido ordenado y con periodicidad en el espacio. Pero en realidad, en castellano solemos emplear el término cristal indistintamente cuando hablamos de vidrios. La confusión viene de la época del Imperio Romano, cuando el material más usado para cubrir sus ventanas fue durante mucho tiempo un verdadero cristal de yeso, conocido como Cristal de Hispania. Más tarde, cayó el Imperio y con él la obtención de este verdadero cristal en minas como la de Segóbriga, en Cuenca. Se empezó a utilizar el vidrio, pero se continuó hablando de cristales. Y permanece la denominación.

Para profundizar más al respecto, recomiendo encarecidamente la web <http://www.lapisspecularis.org/index.htm>, así como los trabajos de María José Bernárdez Gómez y Juan Carlos Guisado di Monti al respecto. Queda claro, entonces, que no todo aquello a lo que llamamos cristal encaja dentro de la definición técnica, que es la de un sólido que produce un patrón de difracción discreto (ya veremos más adelante que quiere decir esto), ni de la práctica, que es la de un sólido cuyos componentes están muy ordenados en el espacio tridimensional.

Dicho esto, si consideramos lo que se conocen como cristales antibalas, y que son el objeto del ataque de Ivan Ivanovitch en la historieta de Tintín, tendremos que ver primero a qué tipo de material nos enfrentamos. La primera característica a

resaltar de un cristal antibalas es que aparentemente, tiene las mismas características ópticas que su homólogo el vidrio normal y corriente. Esto es así porque se usan materiales de un índice de refracción muy similar en la composición de estos, con el objetivo de que no sea detectable la diferencia entre ambos.

Los materiales principales que se emplean en su elaboración son policarbonatos (un tipo de termoplásticos) y vidrio. El vidrio se hace más resistente a base de procesos de temperamiento, es decir, de subidas y bajadas de temperatura. Por tanto, en teoría, el impacto, tras ser absorbido en gran parte por el vidrio, llega con menos energía a la capa de plástico. Se combinan varias capas de ambos para conseguir una mayor protección. Conocida la composición, podemos ahora recalcar que estos cristales no son antibalas, sino resistentes al impacto de ciertos proyectiles. La física hará el resto, es decir, en función del tipo de proyectil, la velocidad, el material, etc, el vidrio resistirá más o menos.

¿Podría un compuesto de estas características verse afectado por la frecuencia de voz de un ser humano? Tengamos en cuenta que el sonido es una onda mecánica, causada por diferencias de presión en un medio. La nota más alta de una soprano, es, aproximadamente, de una frecuencia de unos 2048 Hz. Cualquier objeto tiene una serie de frecuencias a las que vibra de forma natural (frecuencias resonantes). Es algo que todos podemos comprobar pasando nuestro dedo por la circunferencia de una copa de cristal. Concretamente, las copas de vino, por su forma, son especialmente resonantes. Si la cantante en cuestión hace que su voz vibre en la misma frecuencia que la resonante del vidrio, y lo hace con la intensidad suficiente, podría ocurrir. Que sea capaz de excitar la vibración del objeto no implica

que vaya a fracturarse. En realidad, depende en gran parte de los defectos microscópicos del material. Como estos defectos varían en forma, tamaño y distribución, no es una cuestión trivial conseguirlo. Además, la relación entre la intensidad que se requiere para ello y la que puede producir la voz humana sin amplificación no nos es tampoco favorable.

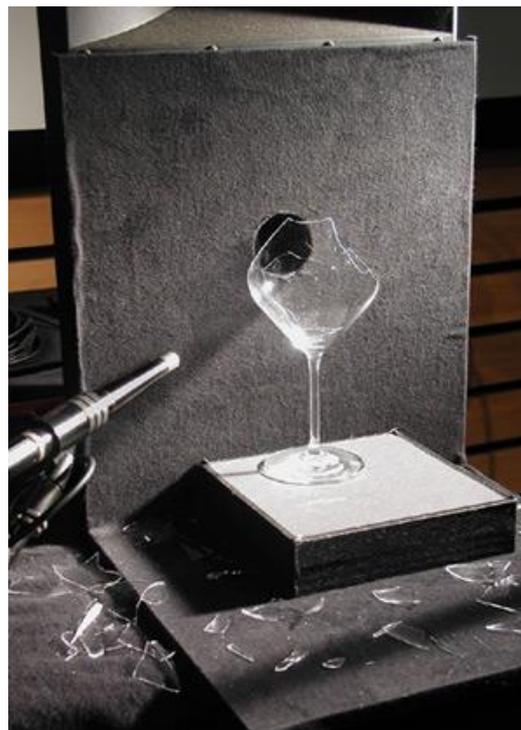


Figura 2. Imagen de de la copa que Jamie Vendera consiguió romper usando su voz, y cuyo éxito quedó registrado por el equipo del programa Mythbusters.

El único caso que ha sido registrado en vídeo lo constituye el de un cantante de Rock, Jamie Vendera, que participó en el show de Mythbusters en el año 2005. Tras varios intentos y con una intensidad registrada de 105 decibelios, destruyó una copa de vino de vidrio. Para que os hagáis una idea, esta intensidad es similar a la de una taladradora eléctrica. Este ejemplo nos muestra lo que la física ya predice, y es que aunque posible, romper un cristal con la voz requiere de la convergencia de una serie de

condiciones que no son fáciles de conseguir.

Así que en conclusión, por mucho que Ivan Ivanovitch pretendiera emplear a nuestra querida Castafiore para conseguir su preciada maqueta del Unicornio, no lo tendría nada fácil.

Bibliografía

- *Artículo de la Wikipedia en inglés "Bullet-proof glass"*
- *The Physics Hypertextbook. Chapter 14. The nature of sound. (<http://physics.info/sound/>)*
- *J.M. Garcia-Ruiz (text/texto) J. Trueba (pictures/fotos). El Misterio de los Cristales Gigantes de Naica. EL PAIS SEMANAL. Noviembre 2008*
- *Scientific American: Fact or Fiction?: An Opera Singer's Piercing Voice Can Shatter Glass (<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=fact-or-fiction-opera-singer-can-shatter-glass>)*
- *Meyer Sound Helps Mythbusters Attain Smashing Success (http://www.meyersound.com/news/2005/myth_glass)*

MOLEQLA ENERGÍA





BACTERIAS ELÉCTRICAS

Artículo realizado por Gonzalo Ortiz Álvarez,
Laura Moreno Guerrero y Julia Jiménez López

¿Alguna vez has oído hablar de que las bacterias pueden ser usadas como fuente de electricidad? ¿Sabías que existen robots que utilizan microorganismos para autoabastecerse? La aparición de sistemas conformados por organismos minúsculos ha permitido el desarrollo de una nueva forma de obtener energía de una fuente inagotable. Quizá en un futuro podamos utilizar “pilas bacterianas”.

Una “*fuel cell*” o *celda de combustible* es un dispositivo cuya finalidad es la obtención de energía eléctrica. Presenta dos cámaras separadas, físicamente o mediante una membrana semipermeable: en una se aloja un electrodo (ánodo) sumergido en una solución química, y en el otro un segundo electrodo (cátodo) también dentro de la solución química. En el primero se lleva a cabo la oxidación de ciertas fuentes de combustible, y en el segundo se produce la reducción de un aceptor de electrones que se encuentra en la solución. Estos dos electrodos están conectados por un circuito externo por el que viajan los electrones, del ánodo al cátodo.

Existe una variedad de combustibles empleados como fuente de electrones: hidrógeno y oxígeno, NaOH, y materia orgánica. En este último caso pueden ser microorganismos los que catalicen el proceso. En ese caso tendríamos una “*microbial fuel cell*” (MFC), o *celda de combustible microbiana*.

La MFC se caracteriza porque en el compartimento del ánodo se introduce materia orgánica y cultivo de microorganismos, que son los responsables de llevar a cabo la oxidación de los sustratos. Este cultivo puede ser puro, es decir, estar formado por un solo tipo de microorganismo, o puede ser una sociedad de éstos, lo que supone una ventaja porque

se aumenta la gama de posibles sustratos que se podrían utilizar.

La solución en la que se encuentra inmerso el ánodo debe cumplir unas condiciones de estricta anaerobiosis. En caso contrario, los electrones generados en el metabolismo bacteriano que tienen como destino el ánodo, pueden reducir el oxígeno, que combinado con protones produce agua. Por lo tanto, los microorganismos que se utilizan en estos sistemas deben ser anaerobios facultativos o estrictos, para que puedan cumplirse estas condiciones.

Para optimizar la obtención de energía se debe procurar desarrollar un sistema de MFC de modo que el potencial redox del ánodo sea mayor que cualquier otro posible aceptor natural que pueda haber en el medio y que compita con el electrodo por los electrones procedentes de la oxidación de los sustratos (por ejemplo: oxígeno, nitrato o sulfato). Lo importante es redireccionar los electrones al ánodo.

Sin embargo, debe existir una concentración mínima de estos aceptores naturales de electrones para que los microorganismos no inicien un metabolismo fermentativo de los sustratos, lo que conduciría a que no se extrajese el máximo número de electrones del combustible.

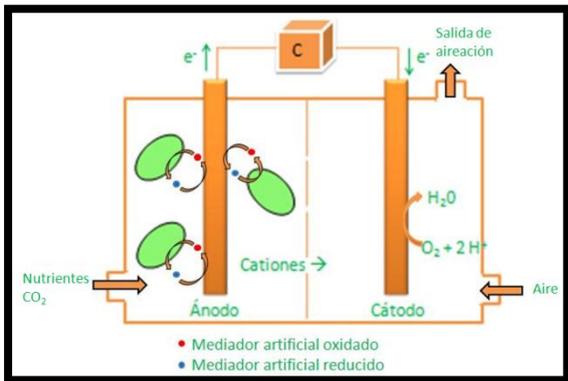


Figura 1. Representación de una MFC con un cátodo abiótico. (*)

Tras la captación de electrones por el ánodo, se produce un transporte hacia el cátodo a través un circuito externo. De esta forma la energía eléctrica generada puede ser empleada para transformarla en cualquier otra forma de energía. Una vez que los electrones llegan al electrodo catódico, pueden ser adquiridos por microorganismos que actúen como aceptores finales (los llamados *biocátodos*), o bien por aceptores naturales que se encuentren en contacto con el cátodo, como el O₂ como en una celda de combustible convencional.

Los protones liberados de la oxidación de la materia orgánica migran hacia el cátodo, a menudo a través de una membrana selectiva de cationes que limita la difusión de oxígeno en la cámara del ánodo. Los electrones, los protones y el oxígeno se combinan en la superficie del cátodo y forman agua.

Los sistemas MFC presentan numerosas ventajas respecto a otras alternativas de producción energética a partir de materia orgánica. En primer lugar, la conversión directa a electricidad dota al MFC de una elevada eficiencia. Por otro lado, al contrario que lo que ocurre con otros sistemas de pilas de combustibles convencionales, las MFCs pueden funcionar tanto a temperatura ambiente como a bajas temperaturas. Además, no es necesario llevar a cabo un tratamiento

posterior de los gases producidos durante el proceso de oxidación de la materia orgánica, pues dichos gases están compuestos mayoritariamente de CO₂.

Uno de los aspectos más difíciles del desarrollo de la celda de combustible microbiana es aprovechar el sistema de transporte electrónico intracelular y el transporte de los electrones desde los receptores naturales, fuera de la célula, hasta el ánodo. Esta transferencia electrónica se puede conseguir por contacto directo a través de componentes de la cadena respiratoria, mediadores, artificiales o sintetizados por el organismo, o por nanohilos o *pili* producidos por las bacterias, que permiten el contacto directo con el ánodo. Los nanohilos son estructuras, formadas por filamentos, altamente conductoras que se forman entre las bacterias, que no están en contacto con el electrodo, y el electrodo, o bien entre bacterias.

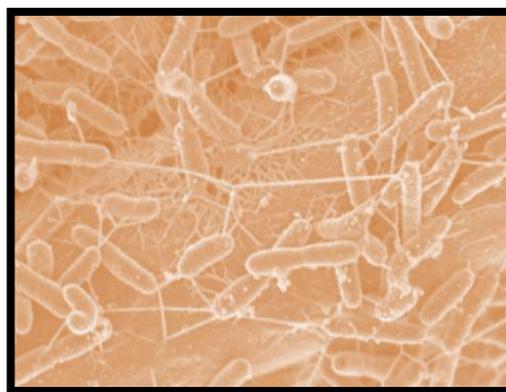


Figura 2. En esta microscopía electrónica podemos observar los nanohilos de la bacteria *Geobacter* conectados al ánodo.

A pesar de existir estos mecanismos, la mayoría de los microorganismos son incapaces de transportar electrones directamente al ánodo debido a la composición externa, que impide dicha transferencia: membrana lipídica, peptidoglicanos y polisacáridos, todos ellos estructuras no conductoras. Por ello, en los sistemas de MFC se suelen adicionar

mediadores externos para facilitar el transporte electrónico desde el microorganismo al ánodo.

En general, los mediadores que se encargan del transporte electrónico deben cumplir una serie de requisitos: poseer una cinética rápida (es decir, deben oxidarse y reducirse rápidamente en el ánodo y en el interior del organismo, respectivamente); penetrar fácilmente en la membrana celular; ser químicamente estables; no interferir con otras vías metabólicas; ser solubles en la solución en la que está inmerso el electrodo y no ser tóxicos.

Debido al creciente gasto de energía en el mundo, así como el aumento de las emisiones contaminantes y la mayor dependencia de los combustibles fósiles, las celdas de combustible microbianas han captado la atención de las investigaciones científicas en los últimos años, ya que suponen una alternativa en la producción de energía eléctrica a partir de materia orgánica. Las MFCs constituyen el principal sistema bioelectroquímico capaz de convertir la biomasa de forma espontánea en electricidad, sencillamente a través de la actividad metabólica de los microorganismos. No obstante, la generación neta de energía a partir de una MFC es todavía muy baja porque la tasa de extracción de electrones es limitada.

Una de las aplicaciones más destacadas en generación de electricidad ha sido implantar MFCs en robots, como los *Gastrobots*, los cuales usan la energía procedente de la biomasa que ellos mismos recogen (azúcares, fruta, insectos muertos, malas hierbas, etc.). De este modo, una MFC sería suficiente para alimentar un robot que realizara tareas básicas como su propia locomoción, el actuar como sensor o comunicarse.

Otra de las aplicaciones más destacadas en los sistemas de MFCs es la biorremediación. En este contexto, se manifiesta sobre todo en el tratamiento de aguas residuales y, en definitiva, en el tratamiento de sustancias contaminantes como nitratos, sulfuros y sulfatos. Las aguas residuales de los municipios constituyen un buen sustrato para las MFCs, pues favorecen el crecimiento de microorganismos bioelectroquímicamente activos, gracias a la enorme variedad de compuestos orgánicos que contienen. La electricidad generada puede reducir en gran magnitud la energía necesaria en el propio proceso de tratamiento de estas aguas, a la vez que elimina los contaminantes en las mismas, obteniendo así dos ventajas en el uso de este sustrato en MFCs.

Uno de los grandes descubrimientos realizados en los últimos años sobre las MFCs ha sido el desarrollo de sistemas que pueden producir electricidad a partir de materia orgánica presente en sedimentos acuáticos; son conocidos como "*Benthic Unattended Generators*" o "*BUGs*". El objetivo principal de su creación es hacer funcionar dispositivos electrónicos en localizaciones remotas como puede ser el fondo del océano.

Estos artilugios poseen un ánodo que se entierra bajo sedimentos marinos con ausencia de oxígeno. En este ecosistema, un consorcio de microorganismos se encarga de oxidar la materia orgánica sedimentada, con la consecuente transferencia al ánodo. A su vez, este electrodo se encuentra conectado a un cátodo suspendido en el agua, la cual se encuentra oxigenada.

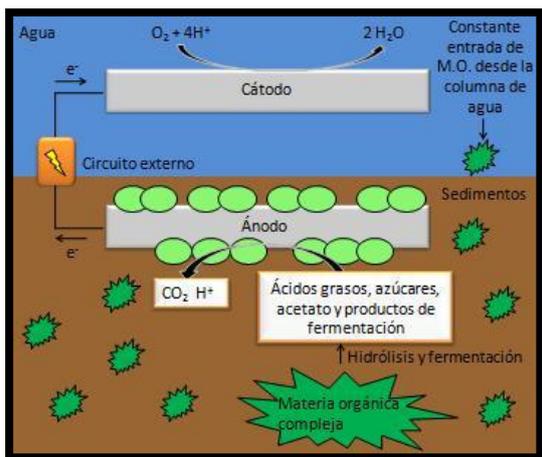


Figura 3. Modelo de producción de electricidad con MFC a partir de sedimentos. (*)

Debido a recientes problemas con las actuales fuentes de energía como el agotamiento de los combustibles fósiles o como el incidente con las centrales nucleares de Fukushima, las grandes compañías se han lanzado al desarrollo de formas alternativas de obtener energía, en un intento por minimizar el impacto causado sobre el medio, de forma que su acelerado deterioro se ralentice todo lo posible. La aparición de los sistemas MFC trae consigo una nueva posibilidad de

conseguir el ansiado objetivo de un modo de vida más respetuoso con la naturaleza.

¿Qué pasaría si un día no pudiéramos ducharnos porque no hay agua caliente o no pudiéramos encender ninguna luz en nuestra casa? Mentees científicas como nosotros debemos concienciarnos de estos problemas y colaborar en lo que se pueda a buscar nuevas alternativas. Es nuestra labor como científicos y como personas ayudar a preservar nuestro planeta.

Bibliografía:

- ♣ Lovley D.R. (2006) *Microbial fuel cells: novel microbial physiologies and engineering approaches*. *Current Opinion in Biotechnology* 17, 327-332
- ♣ Rabaey K., Verstraete W. (2005) *Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation*. *Trends in Biotechnology* 23, 291-298
- ♣ Osman M.H., Shah A.A., Walsh F.C. (2010) *Recent progress and continuing challenges in bio-fuel cells. Part II: Microbial*. *Biosensors and Bioelectronics* 26, 953-963
- ♣ Pant D., Bogaert G.V., Diels L., Vanbroekhoven K. (2010) *A review of the substrates used in microbial fuel cells (MFCs) for sustainable energy production*. *Bioresource Technology* 101, 1533-1543
- ♣ Du Z., Li H., Gu T. (2007) *A state of the art review on microbial fuel cells: A promising technology for wastewater treatment and bioenergy*. *Biotechnology Advances* 25, 464-482

(*) Las figuras 1 y 3 han sido realizadas por los autores.



HIDRÓGENO: DEL GAS MÁS SIMPLE AL COMBUSTIBLE DEL FUTURO

Artículo realizado por Amparo Martínez Pérez

Muchos ecologistas y personas preocupadas por el medio ambiente en general han debatido durante muchos años acerca de la búsqueda de combustibles alternativos, hasta dar con uno especialmente importante: El hidrógeno. Pero ¿es cierto que podríamos obtener energía eficiente a partir de este gas o son sólo conjeturas? Y más importante aún, ¿qué pasaría si realmente lo consiguiésemos?

El elemento químico más abundante en el universo es el hidrógeno. Las estrellas en su ciclo principal están formadas por hidrógeno en estado de plasma. Sin embargo este elemento en su estado

fundamental (H₂) es muy escaso en nuestro planeta (solamente constituye el 0,87% de la masa de la Tierra) ya que al parecer, grandes cantidades de hidrógeno escaparon de la Tierra durante sus inicios.

El H₂ es un gas de propiedades sumamente especiales por su estructura atómica, es el elemento más simple de todos cuantos existen en la naturaleza además de un combustible muy eficiente. Produce más energía por unidad de masa que cualquier otro combustible, 120 MJ/Kg, siendo su reacción de combustión la siguiente :



En la política actual de desarrollo sostenible, alarmados por las posibles y devastadoras consecuencias del calentamiento global a causa del efecto invernadero y la general contaminación del planeta por la liberación incontrolada de gases tóxicos a la atmósfera, el hidrógeno surge como posible combustible alternativo, inagotable, eficiente, no contaminante y con agua como único subproducto, en contra de los combustibles fósiles que casi dirigen hoy en día la producción de energía y cuyas reservas tienen los días contados.

Ya los primeros cohetes espaciales estaban propulsados por dos depósitos de hidrógeno y oxígeno. Actualmente existen fabricantes de automóviles que han apostado por motores de hidrógeno que sustituyan a los tradicionales movidos por combustibles fósiles ,y se investiga su aprovechamiento en las llamadas células de combustible, que produzcan energía eléctrica capaz de poner en funcionamiento un motor eléctrico con un 50% de rendimiento más que el motor de gasolina. También se ha probado su uso como aditivo en combustibles actuales, y la gran esperanza de algunos científicos en un futuro lejano es conseguir la fusión del hidrógeno (energía estelar) .

A pesar de todas las posibles ventajas, el hidrógeno posee importantes inconvenientes, que impiden su implantación como nueva forma de energía y podrían resumirse en dos: **almacenamiento y producción.**

El gas hidrógeno tiene una densidad muy baja (2g/mol). Como consecuencia de su almacenamiento en forma de gas requeriría grandes depósitos de paredes muy gruesas, y por tanto muy pesados, ya que los escapes de este gas son muy peligrosos, al ser inflamable y formar mezclas explosivas con el aire. Estos sistemas de almacenamiento serían muy costosos y aún poco desarrollados. Hay quienes afirman que licuando el hidrógeno se podría utilizar los mismos sistemas de almacenamiento que el petróleo, pero sigue quedando como problema el elevado gasto de energía en su licuefacción.

El segundo, y posiblemente más importante inconveniente es que aún no se ha conseguido un método eficaz para obtener H₂. Debido a su escasez en la Tierra tiene un elevado precio en estado puro, y debe incurrirse a un gasto para su obtención por otros métodos.

Actualmente, la industria crea cerca del 90% de hidrógeno del mundo (siendo su empleo más importante la síntesis del amoníaco) a partir de combustibles fósiles como el carbón o el metano, lo que implica la emisión de productos tóxicos como el CO y por tanto no supone una mejora en el modelo energético ni en la contaminación producida.

Una alternativa para su obtención es la **electrólisis** del agua, una sustancia que parece prácticamente inagotable y se recuperaría en la posterior combustión del hidrógeno:



El inconveniente es que es un proceso endotérmico, que requiere mucha energía para realizarse, siendo costoso y poco rentable. A partir de aquí divergen caminos y opiniones acerca de cuál sería el método más eficiente para obtener tan ansiado gas.

Algunas posturas confían en la **luz solar** como fuente de energía para la electrólisis, siendo ésta un recurso inagotable y ecológico. Esta teoría podría incluso permitir la generación de energía a tamaño doméstico, a partir de energía solar y agua.

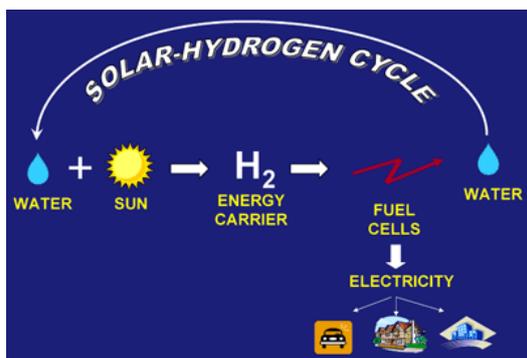


Imagen 1. Ciclo del hidrógeno usado como energía a partir de su obtención mediante agua y energía solar.¹

Otros científicos intentan imitar la síntesis de clorofila para aprovechar la energía solar (sin necesidad de transformarla en energía eléctrica) para descomponer agua y formar hidrógeno en lugar de carbohidratos.

Incluso un equipo de ingenieros de la Universidad de Ohio están tratando de producir hidrógeno a partir de un recurso fácil de conseguir y barato: la orina.

Ésta está formada principalmente por urea, que contiene cuatro átomos de hidrógeno por molécula. Los investigadores creen que la orina tratada por electrólisis puede producir hidrógeno con más facilidad que a partir de agua.

Las consecuencias que podrían tener semejantes avances y cambios en el modelo energético podría suponer una **revolución**.

Podría cambiar el mundo no sólo a nivel ambiental sino también a nivel social, poniendo la energía al alcance de todos, eliminando la dependencia energética de los países subdesarrollados.

Además de conservar el planeta obteniendo energía a partir de recursos naturales y

renovables, todo el mundo podría beneficiarse de ellos, sin que el comercio de la energía estuviera monopolizado por grandes y pocas potencias.

Pero como toda utopía, no es real.

La desigualdad de recursos seguirá estando presente; si no se pone la tecnología necesaria al alcance de todos los países las desigualdades seguirán existiendo. Incluso en el caso de que la tuvieran podrían acrecentar la guerra por el agua como fuente de energía entre algunos países subdesarrollados, que ya sufren conflictos entre ellos por la posesión de este recurso tan valioso y desigualmente distribuido.

Por otra parte, las investigaciones y avances en este sector son lentos y costosos. Se necesita financiación y apoyo para llegar a conseguir no sólo nuevas formas de energía eficaces, sino abaratar los costes para que puedan ser usadas por las personas de a pie, y depende de los gobiernos y de las grandes potencias, como las petrolíferas, dejar a un lado la dependencia energética de los hidrocarburos para apoyar los combustibles ecológicos. La evolución y el desarrollo seguirán avanzando, llegando el día en que la fantasía de coches propulsados por hidrógeno u otro compuesto natural y renovable será real.

Para Seth Dunn, el autor del informe del World Watch Institute, “la pregunta clave ya no es si nos dirigimos hacia un mundo basado en el hidrógeno como energía, sino cómo llegaremos hasta él y cuánto tiempo nos llevará”.

Referencias:

www.e-ficiencia.es
<http://ingenieria.udea.edu.co/investigacion/gea.htm>
www.portalplanetasedna.com
<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>
www.diariomotor.com/2009/09/29/coches-electricos-o-de-hidrogeno-el-debate-continua/
www.rmateriales.com

¹ Imagen tomada de www.studentaward-middleeast.com/idea.php?id=692



PRODUCCIÓN DE BIOBUTANOL FERMENTACIONES ABE.

Artículo realizado por José Ángel García Rivas

El desarrollo de nuevos combustibles que sustituyan o reemplacen al petróleo se ha convertido en una necesidad debido al encarecimiento y posible agotamiento futuro. El biobutanol es una alternativa; un biocombustible de segunda generación no corrosivo y con el potencial de poder mezclarse con las gasolinas en proporciones más ventajosas que otros biocombustibles, además de tener una alta densidad energética, una volatilidad controlada, un octanaje suficiente y bajos niveles de impurezas. La producción de butanol de un modo sostenible tiene lugar a través de la fermentación acetobutílica.

La fermentación ABE (acetona-butanol-etanol) o fermentación acetobutílica se lleva a cabo para producir butanol, además de otros subproductos, de modo biológico. Se la debemos a la patente del químico Chaim Weizmann, primer Presidente del Estado de Israel, que investigaba para el gobierno inglés dicha fermentación para producir acetona, utilizada para la fabricación de cordita (un tipo de pólvora sin humo).



Figura 1. Chaim Weizmann. Se le considera el padre de la fermentación industrial (1).

La fermentación acetobutílica fue utilizada mundialmente para la producción de butanol hasta los años 50, momento en el que se sustituyó por métodos petroquímicos menos costosos. En 1973, la crisis del petróleo, junto con avances relacionados con el genoma del *Clostridium*

acetobutylicum, así como descubrimientos de otros microorganismos y el abaratamiento de los sustratos utilizados, renovó el interés en los procesos de fermentación; también el desarrollo de nuevas técnicas que mejoraban el rendimiento provocaron el renacimiento por la fermentación ABE para producir biobutanol.

La producción biológica de butanol puede llevarse a cabo a través de diversos microorganismos como bacterias, entre otras *Escherichia coli* o *Clostridium butyricum*, levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* o la arquea *Hyperthermus butylicus*... sin embargo, el género más utilizado es el de *Clostridium*, y son las especies *acetobutylicum* (que es la más estudiada y cuya secuencia completa del genoma se liberó en el año 2001) y *beijerinckii*, las más utilizadas, por su rentabilidad y fácil manipulación industrial. A continuación hablaremos de las etapas principales en el proceso de obtención de biobutanol mediante fermentaciones ABE. La primera etapa del proceso consiste en la hidrólisis de los azúcares complejos para transformarlos en azúcares simples

asimilables. La hidrólisis enzimática se fundamenta en la escisión de un compuesto por la acción directa del enzima específico o bien mediante el cultivo de algún microorganismo que la pueda producir sobre el propio sustrato a utilizar. Se basa en un proceso químico que, mediante el empleo de catalizadores enzimáticos, en nuestro caso la enzima invertasa (también sacarasa), transforma las cadenas de polisacáridos que forman el azúcar bruta (sacarosa) en sus monómeros elementales (glucosa y fructosa). Este método de hidrólisis es muy selectivo debido al uso de una enzima específica, que suelen tener un coste elevado.

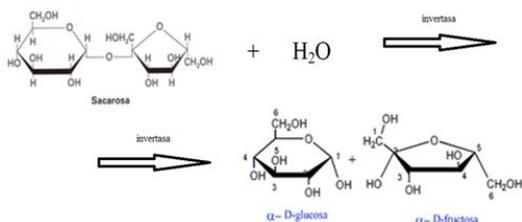


Figura 2. Hidrólisis enzimática de sacarosa hasta glucosa y fructosa.

Tras la reacción hidrolítica encontramos la fermentación propiamente dicha, esto es, la fermentación acetobutílica, en la que un microorganismo fija azúcares simples y los transforma en productos como butanol, acetona, etanol, ácido acético y ácido butírico; se desarrolla en dos pasos más o menos diferenciados como son la acidogénesis y la disolventogénesis.

En la acidogénesis se asiste a una caída de pH y a la excreción de los ácidos acético y butírico hasta un máximo alcanzado tras un tiempo de 12 a 18 horas. Se produce también un desprendimiento gaseoso de composición en volumen sensiblemente igual en hidrógeno y dióxido de carbono. Esta fase corresponde a un crecimiento activo del microorganismo.

En la disolventogénesis, el metabolismo de los azúcares sufre una reorientación y se producen directamente acetona, butanol y

etanol. Al mismo tiempo, la acidez del medio decrece como consecuencia de un consumo más o menos completo y la conversión en disolventes de los ácidos producidos. El desprendimiento gaseoso que había descendido al final de la acidogénesis aumenta de nuevo y la mezcla se enriquece en dióxido de carbono y se empobrece en hidrógeno.

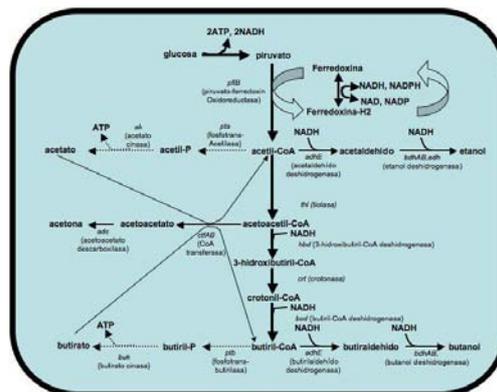


Figura 3. Diagrama de síntesis de los diferentes productos obtenidos en la fermentación ABE con *Clostridium acetobutylicum* (2).

La eliminación de gas explica el rendimiento relativamente modesto de la fermentación, alrededor del 33-40 % en peso en relación al azúcar inicial.

El control de pH del medio durante la acidogénesis es fundamental para el buen desarrollo de la fermentación; el paso a la disolventogénesis se traduce en un punto de ruptura característico en la evolución del pH. Cuando éste se mantiene a un valor demasiado elevado, la excreción de los ácidos acético y butírico se favorece en detrimento de los disolventes; al contrario, si es excesivamente bajo, la fermentación se enlentece o incluso puede detenerse como consecuencia de la autoacidificación.

La temperatura también influye de un modo sensible en la relación acetona-butanol, de modo que a temperaturas bajas, entre 25 y 30 °C, se favorece la producción de butanol. La fermentación acetobutílica constituye un ejemplo claro de fermentación limitada por

la inhibición de los productos.

Finalmente, la última etapa consiste en la separación y purificación de los productos obtenidos tras la fermentación acetobutílica, llevada a cabo a través de procesos como la destilación (binaria y multicomponente) y la pervaporación.

Los productos principales en la fermentación ABE son acetona, butanol y etanol. La relación butanol-acetona-etanol es aproximadamente 3:1:6, por lo que se estudió cómo conseguir una mejora en la relación de butanol, así como en la relación del sustrato utilizado. Estas mejoras se consiguen haciendo uso de la Ingeniería Metabólica, que nos permite llevarla a cabo desde diferentes perspectivas.

Algunos informes (Lyanage et al.) indican que *Clostridium beijerinckii* podría tener un mayor potencial para la producción industrial de biosolventes que cepas de *Clostridium acetobutylicum*, ya que la primera cepa tiene un alcance más amplio de sustratos y un pH óptimo para el crecimiento y la producción de solventes.

- (1) Fotografía tomada del sitio web: www.britannia.com.
- (2) Fotografía tomada de Lee et al., 2008.

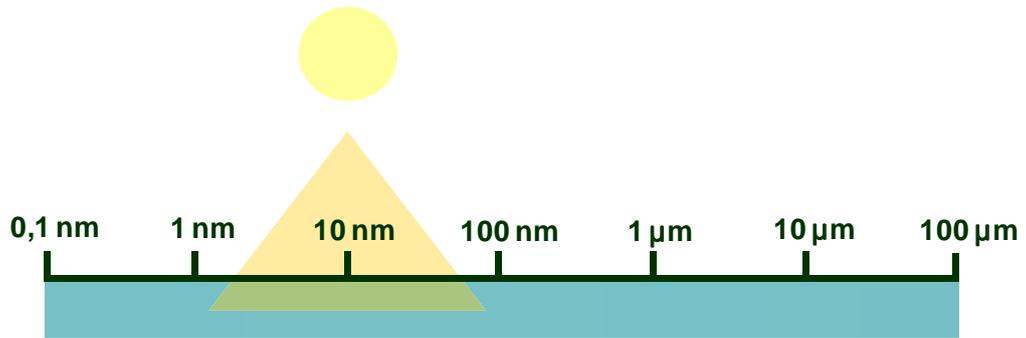
Lee SY, Park JH, Jang SH, Nielsen LK, Kim J & Jung KS (2008) Fermentative butanol production by *Clostridia*. *Biotechnol. Bioeng.* 101: 209-228.

Lyanage H, Young M & Kashket ER (2000) Butanol tolerance of *Clostridium beijerinckii* NCIMB 8052 associated with down-regulation of *gldA* by antisense RNA. *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.* 2: 87-93.

Ezeji TC, Qureshi N & Blaschek H (2007) Bioproduction of butanol from biomass: from genes to bioreactors. *Curr. Opin. Biotechnol.* 18: 220-227.

Ezeji TC, Qureshi N & Blaschek HP (2004) Acetone Butanol ethanol (ABE) production from concentrated substrate: Reduction in substrate inhibition by fed-batch technique and product inhibition by gas stripping. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 63: 653-658.

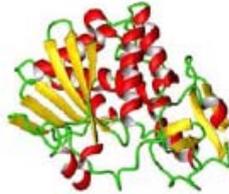
MOLEULA NANOTECNOLÓGICA



Átomos



Moléculas



Proteínas



Bacterias



Células



LA RED METÁLICA MÁS LIGERA DEL MUNDO

Artículo realizado por Miguel García Ortigón

Un trabajo conjunto por parte de científicos de HRL Laboratories LLC, la Universidad de California y el Instituto Tecnológico de California explica cómo fabricar una red metálica que ha batido todos los récords de menor densidad de cualquier material sólido hasta la fecha.

Si actualmente entramos en la página web de Guinness World Records y elegimos la categoría de sólido menos denso, aparece una descripción del aerogel que hasta ahora ostentaba la marca¹. Sin embargo, si buscamos esto mismo en Google, todas las entradas nos hablan acerca de una nueva “microrred” de una aleación de fósforo y níquel, lo que nos hace pensar que Guinness World Records todavía no ha actualizado su contenido.

Efectivamente, un estudio del cual el investigador de la compañía HRL Laboratories LLC Tobias A. Schaedler es el primer autor y que ha sido publicado este 18 de noviembre en la prestigiosa revista estadounidense *Science*² enseña al mundo el ingenioso procedimiento por el que es posible fabricar entramados de microtubos huecos y ordenados a escala industrial, y de entre los cuales el que ellos han presentado y ha batido el ya mencionado récord es tan sólo un ejemplo.

¡Y qué ejemplo! Posee unas características espectaculares que han provocado que los profesionales de campos tan diversos como la astronáutica, la aeronáutica o la construcción de elementos absorbentes de impactos y sonidos se hayan fijado en él. No es sólo por su increíble ligereza ($0,9 \text{ mg/cm}^3$, dato que hay que comparar con el correspondiente a la densidad del aire – $1,2 \text{ mg/cm}^3$ – para comprender su relevancia), sino también por su gran capacidad para adquirir energía por acusadas compresiones

casi sin ningún daño para su estructura interna.



Figura 1. Esta llamativa imagen nos puede dar una idea de cómo de ligero es el nuevo material.³

Pero vayamos ya a lo realmente interesante, que es el proceso de fabricación.

La estructura metálica no se consigue directamente, sino que es necesario primero hacer un molde polimérico a partir de un monómero especial, el tiol-eno fotosensible, en estado líquido. Se coloca sobre un depósito lleno de él una máscara con agujeros variables que van a dejar pasar los rayos de luz ultravioleta colimada (la luz colimada es aquella cuyas ondas son paralelas entre sí) que se van a aplicar sobre el sistema. El monómero que se está usando tiene la propiedad de polimerizarse cuando

incide sobre él la luz ultravioleta, solidificándose y variando su índice de refracción, de manera que desvía la radiación en múltiples ocasiones a lo largo de su trayectoria por el depósito a la vez que va creando más y más polímero, siguiendo un patrón geométrico tridimensional característico (véase figura 2, A). Este patrón se puede modificar ampliamente en función del ángulo de incisión de la luz ultravioleta y de la distribución, forma y tamaño de los orificios de la máscara, consiguiendo que las ramificaciones de polímero confluyan y se intersecten en puntos clave. Se obtienen de esta manera moldes de polímero (véase figura 2, B) con celdas unidad cuyos tamaños oscilan entre 0,1 y más de 10 mm y que culminarán con la formación de microtubos de diámetro asimismo variable (la longitud de las aristas de las celdas unidad de los entramados en los que los autores han centrado su investigación es de entre 1 y 4 mm y el diámetro de sus microtubos de entre 100 y 500 μm).

sobran y, una vez esto ha tenido lugar, sumergir el molde en una disolución de catalizador y llevar a cabo su chapado no electrolítico en el metal que se vaya a usar (éste es el único fin de crear anteriormente un molde). Controlando el tiempo de reacción del catalizador con el metal o los metales de los que se va a constituir la cubierta es posible aumentar o reducir el grosor de la pared de los microtubos: en el caso de la red metálica desarrollada por los científicos responsables de la investigación, el chapado se lleva a cabo con una aleación de níquel y fósforo (que suponen aproximadamente un 93% y un 7% en peso respectivamente del total que se deposita, según han estimado por espectroscopía de rayos X) y el grosor de las paredes está comprendido entre 100 y 500 nm, esto es (tal y como HRL Laboratories se enorgullece de apuntar) hasta unas 1000 veces más finas que el cabello humano⁴. Posteriormente se elimina el polímero,

El siguiente paso es desechar el tiol-eno

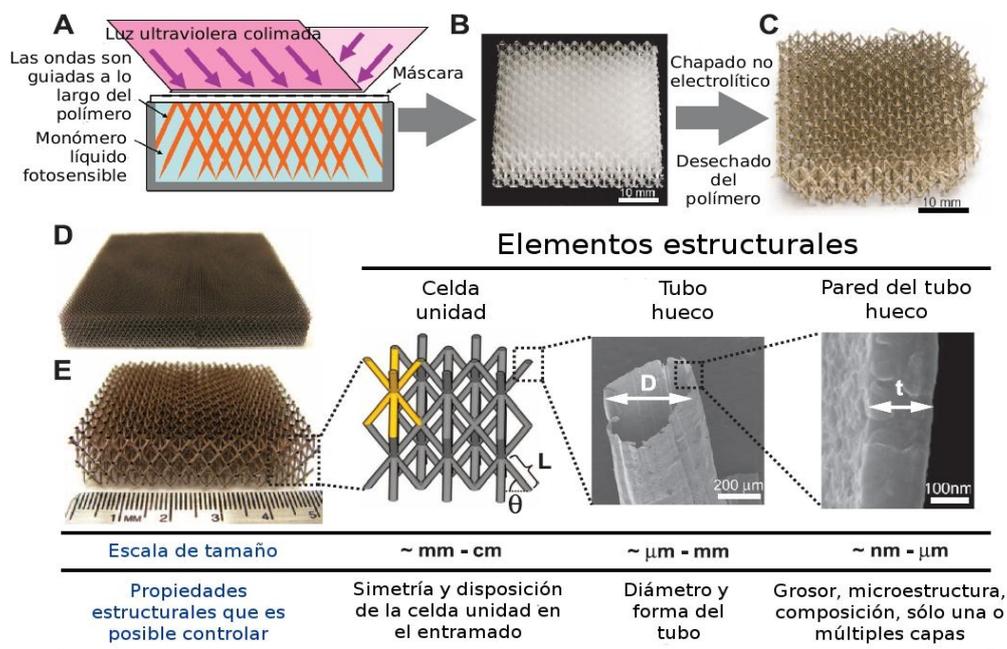


Figura 2. Representación gráfica del método de elaboración de entramados metálicos presentado por los científicos estadounidenses. Además, aparece un desglose de los distintos niveles estructurales y de sus posibles variaciones.⁵

obteniendo ya por fin el entramado final (véase figura 2, C).

Como es fácil de deducir una vez que se conoce cómo tiene lugar su producción, la ventaja del nuevo material es que en realidad sólo una muy pequeña proporción de su volumen está ocupada por la cubierta metálica (alrededor del 0,01%). Los autores comparan su creación con la Torre Eiffel: si se divide la masa de ésta entre el volumen total que ocupa, el resultado es una densidad bastante similar a la de los aerogeles que se mencionan al inicio de este artículo y que hasta hace poco mantenían como suyo el récord de mayor ligereza. Sin embargo, la Torre Eiffel es, obviamente, capaz de soportar mucho más peso que una hipotética mole gigante de aerogel de su mismo tamaño; esto se debe, ni más ni menos, a la ordenación inteligente de sus componentes y a seguir una estructura geométrica diseñada específicamente para cumplir sus objetivos. Es por la misma razón que el nuevo microentramado es tan especial.

Todavía resta comentar un último aspecto sobre la red de níquel y fósforo, que es su resistencia a las compresiones y su aptitud para absorber la energía derivada de ellas. Y es que, a pesar de la escasa flexibilidad de los metales a la que estamos acostumbrados, es posible reducir el volumen de la red hasta en un 50% sin daños aparentes; en lugar de romperse, los microtubos se doblan como lo harían cañitas de refresco, y una vez se ha cesado de aplicar la fuerza todos vuelven a su forma original.

En fin, un nuevo paso del ser humano hacia ese sorprendente desconocido que es el futuro. Quién sabe adónde llegaremos con la nanoingeniería de materiales.

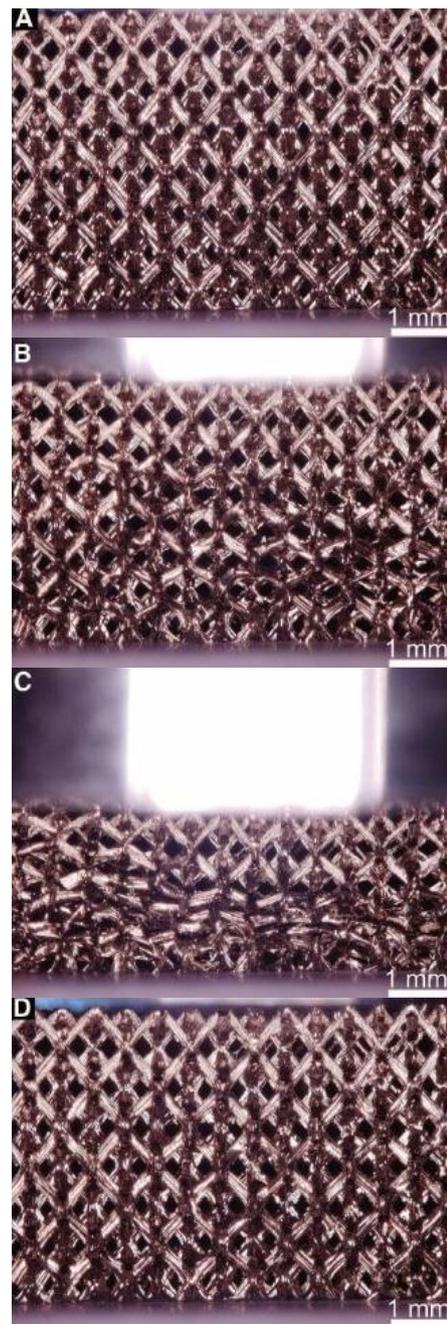


Figura 3. Muestra de la red de níquel y potasio (A) comprimida (B y C) y posteriormente casi íntegramente recuperada (D).⁶

Referencias

¹. Si quieren visitar la página web original, ésta es: <http://www.guinnessworldrecords.com/records-1/least-dense-solid/>

². Schaedler, T. A.; Jacobsen, A. J.; Torrents, A.; Sorensen, A. E.; Lian, J.; Greer, J. R.; Valdevit, L.; Carter, W. B.; Science, 2011, Vol. 334, pp. 962-965. Toda la información contenida en este artículo y referente al proceso de fabricación de los microentramados metálicos ultraligeros aquí

presentados y a sus propiedades ha sido extraída de esta publicación.

³. *Imagen tomada de la página web de HRL Laboratories:*
http://www.hrl.com/hrlDocs/pressreleases/2011/_imagenes/Microlattice_highRes.jpg

⁴. *Descripción original de HRL Laboratories en:*
http://www.hrl.com/hrlDocs/pressreleases/2011/prsRls_111117.html

⁵. *Imagen tomada originariamente de la antes mencionada investigación publicada en Science² y más tarde traducida por el autor de este mismo artículo.*

⁶. *Imágenes tomadas originariamente de la antes mencionada publicación en Science² y posteriormente modificadas por el autor de este mismo artículo para una mejor adecuación a él*

MOLEQLA PATRIMONIO





Artículo realizado por Daniel Vázquez Hidalgo

LA LLUVIA ÁCIDA ¿NOS DEJARÁ SIN MONUMENTOS?

La lluvia ácida es uno de los principales agentes de alteración en el Patrimonio Histórico ya que es capaz de provocar el deterioro de las rocas y morteros, en parte, por la formación de yeso sobre roca caliza. Pero si el yeso es blanco ¿por qué los monumentos afectados por la lluvia ácida presentan un color negro?

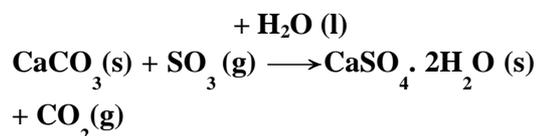
El Patrimonio Histórico es el legado que la sociedad actual ha heredado de sus antecesores, por lo que precisa de protección y conservación para que las futuras generaciones puedan disfrutar de este Bien. Para posibilitar este hecho, se debe entender que el Patrimonio Histórico se encuentra muy ligado al Medio Ambiente, formando un binomio indivisible, ya que conforma el entorno, que ha propiciado y condicionado el desarrollo de las urbes, como las conocemos hoy. Pero también, la contaminación atmosférica en las grandes ciudades, está haciendo que las piedras y morteros de los monumentos se degraden de forma exponencial.

En este trabajo se analizan los efectos del dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NO_x), ambos responsables de la formación de lluvia ácida. El dióxido de azufre (SO_2) es un gas soluble en agua, que debe su presencia en gran medida a las erupciones volcánicas, pero sin embargo en el interior de las ciudades, donde se ubica la mayoría de los monumentos, la concentración de este gas viene muy influenciada por el empleo de combustibles fósiles y por procesos industriales tales como centrales térmicas y refinerías de petróleo. Por oxidación, el dióxido de azufre puede llegar a formar trióxido de

azufre (SO_3), que genera posteriormente ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Por otro lado, los óxidos de nitrógeno (NO_x) son ocasionados mayoritariamente por el uso de combustibles fósiles, éstos se oxidan fácilmente en la atmósfera y en presencia de agua pueden originar ácido nítrico (HNO_3), uno de los componentes de la lluvia ácida junto al ácido sulfúrico.

Muchos de los monumentos están contruidos con materiales calcáreos como la calcita (CaCO_3) o la dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. Éstos son muy sensibles a las disoluciones ácidas, ya que los ácidos disuelven el carbonato. En concreto, la calcita, reacciona con el ácido sulfúrico para formar yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y perder dióxido de carbono (CO_2) según la reacción:



La presencia de yeso, como indicador de alteración, es muy habitual en los monumentos de las grandes ciudades.

Esta reacción química, ampliamente constatada, ha generado un incremento de la velocidad de alteración exponencial de las rocas calcáreas. Como ejemplo, en la

figura 1 observamos una estatua de arenisca del Castillo de Herten, Recklinghausen, localizado en la cuenca del Rhin (Alemania) y construido en 1702. La imagen de la izquierda fue tomada en 1908, mostrando un leve deterioro tras más de 200 años. Sin embargo, la imagen de la derecha, tomada en 1969, refleja que prácticamente se ha destruido la estatua. Esta velocidad de deterioro es generada por el efecto de la lluvia ácida.

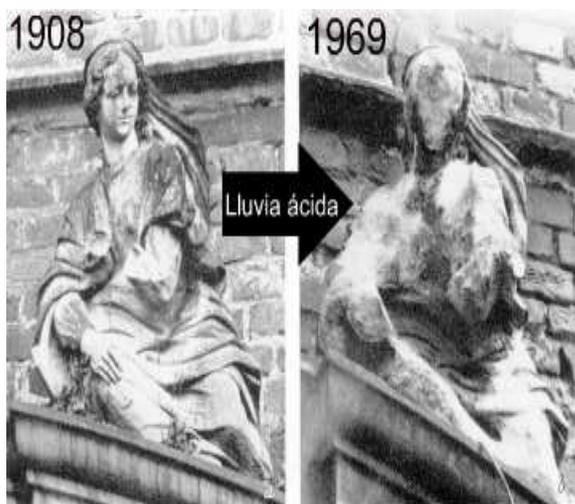


Figura 1. Escultura de arenisca del Castillo de Herten, Recklinghausen, localizado en la cuenca del Rhin (Alemania) y construido en 1702¹.

Se podría caer en la tentación de pensar, que estos casos sólo ocurren en Alemania, que es un país muy industrializado, sin embargo en la figura 2 se pueden observar fenómenos similares detectados en Sevilla en la Iglesia del Sagrario en el año 2007.

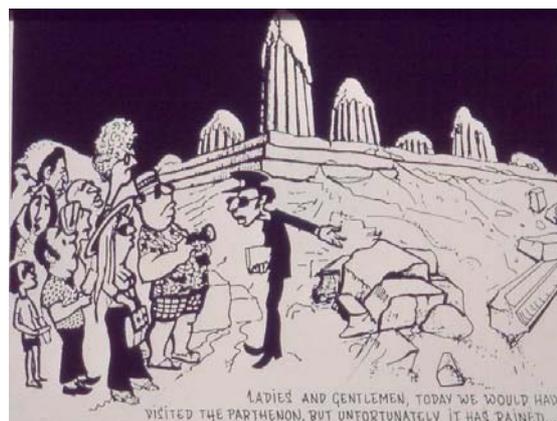
Hay un detalle que llama poderosamente la atención en la figura 2. Si el yeso es blanco, *¿por qué el color de las zonas alteradas es negro o grisáceo en superficie?* Lo cierto es que los contaminantes ácidos no son el único componente atmosférico que altera los monumentos, las partículas presentes en la atmósfera actúan también en este deterioro, generando el cáncer de los monumentos del S.XX, conocido como *Costras Negras*.



Figura 2. Iglesia del Sagrario, Fachada a la Calle Alemanes, fotografía tomada en 2007, antes de su última restauración. La imagen muestra el deterioro ocasionado por contaminantes ácidos, formándose una zona negra llamada "costra negra".

Tras la formación de yeso, la superficie del monumento, es más porosa, y atrapa, entre los cristales de yeso, partículas atmosféricas que le confieren dicho color y son la causa de que al fenómeno se le llame "**formación de costras negras**".

Por suerte, desde 1980 hasta el año 2000 se ha producido una drástica reducción de emisiones de dióxido de azufre, en torno al 50%, en Europa, según datos de la E.E.A (European Environment Agency), por lo que el proceso se debería de estar reduciendo. Pero, al dar un paseo por nuestras ciudades y observar el aspecto que presentan muchos de nuestros monumentos, la imagen no anima demasiado al optimismo. **¿La lluvia ácida nos dejará sin monumentos?**



Referencias:

¹. WINKLER, E.M. (1987). *Weathering and weathering rates of natural stone. Environ. Geol. Water. Sci., Springer Verlag, New York, 9, (2), 85-92.*

http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts175.html

http://www.europarl.europa.eu/factsheets/4_9_2_es.htm

<http://www.eea.europa.eu/es>



LA QUÍMICA DEL ARTE

Artículo realizado por David Cabrerizo Granados

La química desarrolla un proyecto de futuro muy positivo, pero, ¿y un pasado mejor? En este artículo trataremos la relación existente entre la química y la restauración de obras de arte, tendente a disminuir los estragos del tiempo.

Gran parte del avance de la ciencia ha beneficiado en considerable medida al arte. Y aunque en un primer momento cueste creerlo, sólo hace falta centrar nuestra atención en un cuadro cualquiera de los que podemos ver en un museo de bellas artes.

En muchas ocasiones no somos conscientes de que quizás la obra que está en frente nuestra puede tener varios siglos de antigüedad, pero, sin embargo, parece recién concluida. Este hecho se debe a un proceso complejo, minucioso y técnico, en el que intervienen tanto agentes subjetivos como objetivos. Entre los primeros podemos hallar la labor de unas manos y ojos expertos en el artista y en la época. Entre los segundos se encuentra un factor determinante en el proceso, y no es otro que la química general, aunque centrada al estudio de la obra a nivel analítico.

El primer paso que hay que tomar para el tratamiento de una obra es su análisis. Este hecho no siempre se ha realizado. “Antes no se contaba con tantos medios como hoy en día se ponen a nuestro servicio”, comentaba una de las restauradoras del museo de bellas artes de Sevilla. “Las restauraciones son ya mucho más científicas que antes. Todo lo que se realice debe de estar previamente analizado”.

Es en este momento en el que el papel del químico hace acto de presencia. Sus aportaciones al proceso se dividen en dos campos:

✓ Identificación de materiales.

Este hecho crucial permite conocer las cualidades de los mismos, siendo de gran valor para la elección del método más adecuado para la intervención. Para determinar la composición química y

estructural de la obra se realizan una serie de técnicas como la microscopía óptica, la microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X, fluorescencia de rayos X, técnicas laser...

Una de las técnicas más actuales en el estudio de lienzos es la reflectografía de infrarrojos, la cual detecta los dibujos preparatorios e iniciales del autor, así como las posibles manipulaciones sufridas por la obra en anteriores procesos de restauración.



Figura 1. A la izquierda se ve un detalle de La Sagrada Familia de Rafael, a la derecha, el mismo fragmento bajo varias capas pictóricas¹.

✓ Evaluación de materiales y productos de tratamiento.

La aplicación de cualquier producto de tratamiento sobre una obra tiene como objetivo hacerla menos alterable ante los cambios del medio, recuperando propiedades ya perdidas por su alteración. Para ello se estudian tres aspectos fundamentales:

- ❖ La compatibilidad con el sustrato y los tratamientos que se utilicen, evitando cualquier posible modificación físico-química indeseable.
- ❖ La eficacia del tratamiento.
- ❖ Adecuada resistencia a los agentes de alteración, tales como ataques de insectos xilófagos o la contaminación atmosférica (como el N_2O_3 procedente de la combustión llevada a cabo en los automóviles).

El resultado de todo este proceso no puede resultar más visible y sorprendente. Como ejemplo se encuentra la obra de Durero, Adán y Eva, cuya reciente restauración se nutrió de todo lo anteriormente comentado, acabando con un perfección difícil de superar.



Figura 2. Proceso de restauración de la obra de Durero Adán y Eva. A la izquierda, la obra antes de la restauración. A la derecha, la obra tal y como se puede ver en el Museo del Prado.²

“Los museos, centros de restauración, institutos de patrimonio... utilizan de forma paralela y fundamental la química. Sin ella sería como trabajar a ciegas”.

(Fuensanta de la Paz, afamada restauradora sevillana).

Bibliografía:

<http://www.iaph.es/web/canales/ciencia-y-patrimonio/>
http://www.dibam.cl/centro_conservacion/index.asp
http://www.xplora.org/ww/es/pub/xperimania/news/world_of_materials/art_restoration.htm

¹ Imagen obtenida de 20minutos.es.

² Imagen obtenida de museodelprado.es.

Agradecimientos a Fuensanta de la Paz por su inestimable ayuda.

MOLEQLA VIVA





INVASIONES BIOLÓGICAS: DIAGNOSIS Y SOLUCIÓN

Artículo realizado por Eulogio Sojo Torres

Por más que nos hayan hablado de ellos (mejillón cebra), o por más que nos parezcan tiernos (mapaches), el problema de las invasiones biológicas no deja de ser un mal de tal magnitud que incluso ya ha sido considerado como la segunda causa de pérdida de biodiversidad. Un problema en el que si bien se han dado grandes pasos, aún adolece de una falta de información y de comunicación entre los principales actores implicados. Una situación ante la cual, cabe agradecer la aparición de cualquier obra que se proponga llevar la temática de las especies invasoras a la sociedad en general, especialmente si se lleva a cabo desde una perspectiva didáctica enfocada a alcanzar la sensibilización y capacitación necesaria para dar una salida a dicho mal. Dos metas, las cuales van a demandar una visión práctica que facilite el entendimiento del conflicto, posibilitando con ello el destierro de los mitos más extendidos y la búsqueda de soluciones a nivel técnico, económico y social.

Por ello, destacamos que a pesar de ser una obra de corte ecológico, no se limita a esbozar el problema desde un marco puramente ambiental, sino que por el contrario, analiza el conflicto desde sus distintos componentes, siempre desde una dualidad problema-solución, que la lleva a entrar en la valoración de hábitos más sostenibles, metodología económica o la componente antropológica del conflicto, entre otros. Un hecho, que queda reflejado en la estructura secuencial de la obra, que se configura en torno a tres grandes bloques. El primero de ellos, resulta ideal para neófitos en la temática, pues en él se ofrecen las definiciones, causas y

fenómenos asociados a las especies invasoras. Seguidamente, ya en el segundo bloque, se ofrecen las herramientas analíticas para conformar una visión real del daño al que nos enfrentamos, valorándose así, las distintas posibilidades en cuanto a análisis de riesgos ambientales, económicos u otro tipo de herramientas de valoración. Finalmente, la presente obra, se centra en la metodología de las soluciones, ofreciendo un amplio catálogo de posibilidades agrupadas, tanto por la fase de actuación, es decir, de prevención, control, o erradicación, como por el grupo al que van dirigidas, vegetal o animal, y dentro de este a sus diferentes categorías. Y es precisamente dentro de este tercer bloque donde se recoge uno de los elementos más novedosos de la citada obra, la mención al método de la matriz GAGO como herramienta de catalogación de especies invasoras. La cual se erige como una herramienta económica y de fácil aplicación que puede reducir los tiempos de actuación de cara a determinar la mejor operación sobre una determinada especie en cualquier lugar y desde la llegada del primer individuo invasor.

Por todo ello, destacamos *Invasiones biológicas: diagnóstico y solución*, por hacer de un tema que causa más de un quebradero de cabeza, una lectura amena y práctica. Especialmente por su afán en la búsqueda de símiles de la vida cotidiana para dar explicación a los fenómenos que rigen el devenir de las especies invasoras.

Bibliografía:

Invasiones Biológicas: Diagnósis y solución, del autor Iván Lobato Gago. ISBN: 978-84-15346-58-6. 5ª Edición, 2011.

MOLEQLA DE ANDAR POR CASA





MOLEQLA DE ANDAR POR CASA

Editorial realizada por Alejandro Salguero Jiménez

¡Inauguramos nueva sección en MoleQla! El objetivo de *MoleQla de andar por casa* es acercarles a la química más cotidiana, la que nos rodea, la más “casera”. Con nuestros experimentos intentaremos hacer de la química algo divertido y de lo que todos puedan disfrutar.

Queridos lectores de MoleQla, con este nuevo número de nuestra revista y que corresponde al número de invierno del 21 de diciembre de 2011 inauguramos una nueva sección: “*MoleQla de andar por casa*”.

Con esta nueva sección pretendemos hacer llegar la química a un sector más amplio de lectores, haciendo de ella algo ameno, entretenido e interesante. El objetivo es tratar de explicar fenómenos cotidianos, “caseros”, así como proponer diversos experimentos fáciles de realizar.

La idea de esta sección es que los menos entendidos en la materia se interesen por el fantástico mundo de la química. Quizás con estos pequeños artículos consigamos animarles a seguir aprendiendo y se atrevan con artículos más complejos.

Antes de empezar con nuestro primer experimento, explicaremos *grosso modo* cuál va a ser la estructura de cada uno de ellos:

Cada artículo comenzará con una breve introducción teórica sobre el tema a tratar. A continuación se detallarán los materiales necesarios para nuestro experimento y el modo de hacerlo. Finalmente y a modo de conclusión, aplicaremos los contenidos teóricos introductorios a nuestra experiencia, para así entenderla lo mejor posible.

En otras ocasiones no propondremos experimentos y nos limitaremos a explicar distintos fenómenos químicos que nos rodean.

Como el resto de las secciones, *MoleQla de andar por casa* está abierta a cualquier tipo de recomendación o de aporte que nos pueden enviar vía email a través de la web de MoleQla.

Desde MoleQla esperamos que les guste la nueva sección y que disfruten con los experimentos.



INDICADOR DE pH CASERO

Artículo realizado por Alejandro Salguero Jiménez

Nos lo anuncian en la televisión, lo leemos en las etiquetas, pero ¿sabemos realmente qué es eso del pH? A pesar de lo que muchos piensan, el pH no es algo que sólo interesa a “unos señores con bata”, sino que está totalmente presente en nuestra vida.

Para este primer artículo de *MoleQla de andar por casa* vamos a explicar en qué consiste eso del pH y fabricaremos un indicador de pH casero.

Previamente vamos a tratar dos conceptos importantes, el de ácido y el de base.

El científico sueco Arrhenius definió en 1883 una sustancia ácida como aquella que en disolución acuosa se disocia formando H^+ (protones). Por el contrario, definió base como aquella sustancia que en disolución acuosa se disocia formando OH^- (ión hidroxilo)

Ácido: (ácido clorhídrico)



Base: (hidróxido de sodio)



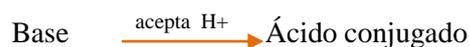
Las definiciones de Arrhenius tenían ciertas limitaciones, igual que las que enunció Bronsted-Lowry en 1923, que dijo que ácido es toda especie que tiene tendencia a donar protones y base toda especie que tiene tendencia a aceptar protones.

Actualmente la definición más aceptada es la de Lewis:

Ácido: especie que puede aceptar pares de electrones.

Base: especie que puede ceder pares de electrones.

Las reacciones entre los ácidos y bases que acabamos de definir son muy frecuentes y cotidianas. Cuando éstas ocurren, dan como producto otro ácido y otra base, a los que se les llama conjugados.



Teniendo esto en cuenta, ¿qué es el famoso pH?

El pH (de las singlas potencial de hidrógeno) se define matemáticamente como el logaritmo negativo en base 10 de las concentraciones de H^+ o H_3O^+ (iones hidronio):

$$pH = -\log[H^+]$$

Lo que indica el pH es el grado de acidez o basicidad de una sustancia. La escala del pH va desde 0 a 14, siendo 0 el pH más ácido (mayor concentración) de protones, 14 el más básico o alcalino (menor concentración de protones) y 7 el valor neutro.

Para conocer el pH de una disolución se utilizan diversos indicadores de pH, que según el grado de acidez de esta se tornan de un color u otro. Algunos de estos

indicadores son el tornasol o la fenolftaleína.



Figura 1. Papel indicador de pH¹.

Con este primer experimento vamos a realizar nuestro propio indicador de pH; para lo que vamos a necesitar:

- Hojas de col lombarda
- Sustancias básicas: amoníaco (NH₃), sosa cáustica (NaOH), lejía.
- Sustancias ácidas: agua fuerte (que contiene HCl), vinagre (contiene ácido acético)
- Agua
- Cazo
- Varios vasos transparentes
- Cuchillo
- Embudo
- Papel de filtro de café

El primer paso de nuestro experimento es cortar en finas tiras un par de hojas de col lombarda y hervirlas con agua durante 10 minutos. Obtendremos un líquido de color morado, debido a ciertas antocianinas (pigmentos hidrosolubles) de la col. Este hay que filtrarlo con el papel de filtro y con la ayuda del embudo. El líquido que resulta será nuestro indicador de pH.

Una vez obtenido nuestro indicador de pH podremos saber de forma aproximada el pH de las sustancias que nos interesan (amoníaco, sosa cáustica, vinagre, etc.). Para ello pondremos cierta cantidad de estas

sustancias en distintos vasos (estos deben de ser transparentes y deben tener un papel blanco debajo, para poder apreciar mejor el cambio de color) y echaremos un poco de nuestro indicador, observando de qué color se torna, el cual nos indicará que pH tenemos:

| Color | pH |
|---------------|-----|
| Rojo | <2 |
| Rojo violeta | 4 |
| Violeta | 6 |
| Azul violeta | 7 |
| Azul | 7.5 |
| Azul verde | 9 |
| Verde azulado | 10 |
| Verde | 12 |
| Amarillo | >13 |

Comprobaremos de esta forma como las sustancias ácidas nos dan un pH menor que 7 y como las básicas nos dan uno mayor que 7.

Con esto termina nuestro primer experimento de *MoleQla de andar por casa*. Desde aquí les animamos a que disfruten haciéndolo en sus casas y a que si les interesa el tema lean el artículo *El pH en nuestra vida*², publicado en el número 1 de MoleQla.

Les invitamos también a que nos envíen sus propuestas y sus propios artículos para *MoleQla de andar por casa* vía email a través de la página de la revista³.

Referencias

¹ Kalipedia www.kalipedia.com

² Revista *MoleQla*, número 1, art.6, "El pH en nuestra vida", Carmen Campos Silva

³ <http://www.upo.es/moleqla/informacion/index.jsp>

Bibliografía

"Principios de la Química. Los caminos del descubrimiento", Peter Atkins, Loretta Jones.

Revista *Eureka*, número 2 año 2009, Universidad de Cádiz.

MOLEQLA NUTRICIONAL





Artículo realizado por Antonio Barral Gil

LA QUÍMICA Y EL SABOR

Todos conocemos (o creemos conocer) los distintos tipos de sabores que existen, y la mayoría nos hemos encontrado con todos ellos. Pero, ¿qué explica que algo nos parezca dulce o salado, ácido o amargo? De nuevo, la ciencia sale al paso para resolver esta cuestión.

Actualmente, se considera que los casi 10000 receptores¹ (llamados papilas gustativas) que tiene un ser humano de promedio son capaces de distinguir entre cuatro sabores básicos: dulce, salado, ácido y amargo, si bien algunos autores afirman la existencia de otros sabores como el umami² (descubierto por el químico Kikunae Ikeda en 1908) o el sabor adiposo.³ Antes que nada, cabe señalar el error muy común que es el considerar que las diferentes regiones de la lengua están especializadas en diferentes sabores, pues realmente todas las sensaciones gustativas proceden de toda la lengua.⁴

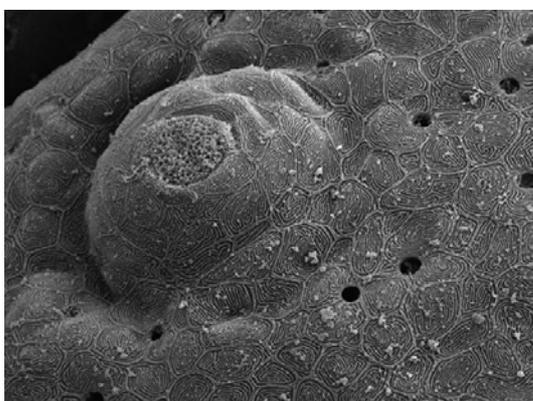


Figura 1. Papila gustativa al microscopio electrónico.⁵

Para percibir los sabores, gozamos de un número relativamente pequeño de receptores en comparación con el gran número de moléculas que son capaces de detectar. Un receptor es un conjunto de células que responden al estímulo producido por una estructura química determinada. Ante este estímulo se genera

un impulso nervioso que nos llega como el tipo de sabor asociado al mismo.⁶

Sin embargo, cada receptor está especializado para reconocer un solo tipo de sustancias químicas, es decir, para recibir estímulos de un solo tipo, por lo que detectan un solo tipo de sabor.⁷

Empezaremos por profundizar en el sabor dulce, uno de los menos conocidos y más investigados en la actualidad. Este es activado por numerosos compuestos, como aldehídos y cetonas, carbohidratos, polialcoholes, monosacáridos (las clásicas sustancias dulces, como son la sacarosa o la fructosa) e incluso algunos aminoácidos que presentan a la vez un sabor dulce y amargo. Seguramente extrañará, pero ha sido claramente demostrado, como es el caso de la alanina o la glicina.

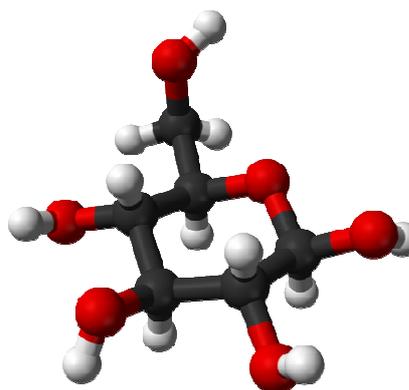


Figura 2. Molécula de glucosa.²

Pero no solo encontramos en este grupo sustancias orgánicas, pues inesperadas sustancias inorgánicas como el cloruro de berilio o el acetato de plomo (utilizado en la antigua Roma como edulcorante, para

desgracia de quien lo ingería, pues es conocido por todos el poder cancerígeno y tóxico del plomo) tienen sabor dulce.⁸

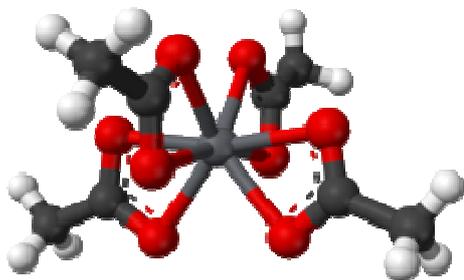


Figura 2. Molécula de acetato de plomo.²

Un sabor bastante relacionado con el dulce es el umami, pues los receptores de ambos pertenecen a la misma familia. Este sabor, menos conocido pero considerado ya otro de los sabores básicos, es el característico de carnes, pescados y levaduras, y es activado por la presencia del glutamato monosódico y otros aminoácidos.^{2,9}

Opuesto totalmente al dulce encontramos a otro de los sabores clásicos: el salado. Este es uno de los más simples, cuyo origen seguramente aventurará el lector: la sal común o cloruro sódico, así como otros metales alcalinos. Los receptores son capaces de detectar los iones en que se disocia en la saliva. Sin embargo, resulta sorprendente que no todas las sales son saladas. El que lo sean o no depende simplemente de su peso molecular. De esta forma, las que lo tienen bajo se perciben como saladas, mientras que las que lo tienen elevado nos llegan como amargas.²

Seguimos con uno de los sabores que despierta sentimientos más dispares, el amargo. Para la gran mayoría de la población, resulta el más desagradable. Pero, ¿por qué razón? La respuesta es bien sencilla: simplemente, se trata de un mecanismo de supervivencia, pues muchos venenos y sustancias tóxicas potencialmente dañinas resultan amargos al paladar. Sin embargo, resulta curioso que

en las regiones más desarrolladas y acomodadas, se ha ido adquiriendo un cierto gusto por este sabor, de manera que muchas personas hoy en día lo soportan e incluso lo disfrutan.¹⁰

Pero volvamos a lo que nos atañe, a la faceta química de la cuestión. El mecanismo químico para la recepción de este sabor es muy complejo, pero se sabe que lo provocan un gran número de sales de peso molecular elevado (como anteriormente comentamos). Destaca el caso de los glucosinolatos, de la quinina y de la goitrina, presentes en muchas plantas.²

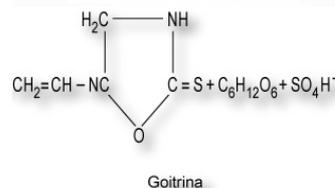


Figura 3. Las diferentes variedades de coles presentan un fuerte sabor amargo, debido a su alto contenido en goitrina, compuesto tóxico.¹¹

Terminamos con el sabor clásico que nos resta: el ácido. La detección de este tampoco es completamente conocida, pero lo que es seguro es que la desata una elevada concentración de protones (o iones hidronio, para ser más correctos). De esta manera, cuando una sustancia ácida se disocia en el medio acuoso de nuestra boca, genera hidronios que penetran en los receptores, cargando positivamente las células y activando la respuesta nerviosa. Ejemplos conocidos son el ácido tartárico (presente en plátanos y uvas) o el ácido carbónico (en bebidas como el vino o la cerveza), ambos ácidos débiles.²

Pero no todo acaba aquí, pues los rápidos avances en este campo han revelado la existencia de infinidad de sabores y matices distintos a los ya descritos, como el sabor a calcio (a medio camino entre el amargo y el ácido)¹², la frescura (como es el caso de la hierbabuena, el mentol o el etanol, que son prácticamente insípidos pero que incluso a temperaturas que no son bajas producen una sensación de frescor, al activar los receptores del frío)², el sabor adiposo (pues se ha descubierto que hay receptores gustativos que detectan lípidos, algo que abre un nuevo campo para la lucha contra la obesidad)¹³ o el picante (una curiosa sensación de ardor, producida por un fenómeno llamado quemestesis al detectarse sustancias como la capsaicina o la piperina; no se trata de un sabor realmente, ya que estas sustancias no afectan a las papilas gustativas, sino que activan directamente las fibras nerviosas).^{2,14}

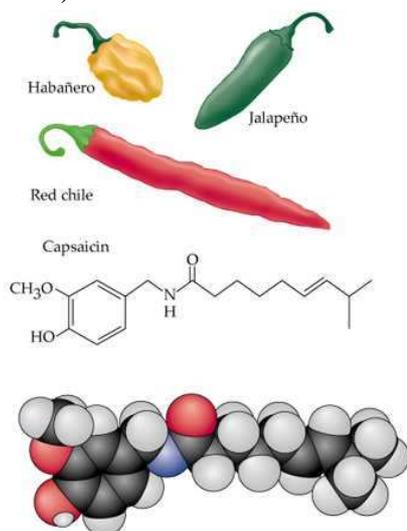


Figura 4. Capsaicina y alimentos que lo contienen.¹⁵

Como vemos después de profundizar en este tema, el sabor no es para nada algo simple o sencillo, y aún hoy en día siguen investigándose sus mecanismos y procesos. De hecho, actualmente es un campo muy destacado para la investigación, pues las empresas dedicadas a la alimentación no cesan en su empeño de conseguir sustancias

que potencien sabores o disimulen otros según sus necesidades, para lo que recurren a la química y sus métodos.

Referencias

- ¹.<http://library.thinkquest.org/3750/taste/taste.html>
- ².<http://en.wikipedia.org/>
- ³.<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/03/100310164011.htm>
- ⁴.<http://www.livescience.com/7113-tongue-map-tasteless-myth-debunked.html>
- ⁵.http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-95022009000100019&script=sci_arttext
- ⁶.<http://library.thinkquest.org/3750/taste/taste.html>
- ⁷.<http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/pregastric/taste.html>
- ⁸.http://www.msginfo.com/about_taste_umami.asp?bhcd2=1322308465
- ⁹.<http://www.biorigin.net/Biorigin/..%5Cbiorigin%5Cinf%5Cumamiesp.pdf>
- ¹⁰.http://www.eurekalert.org/pub_releases/2006-09/mcsc-bti091206.php
- ¹¹.http://www.bioterapi.ro/aprofundat/index_aprofundat_index_enciclopedic_substanteGoitrina.html
- ¹².<http://www.livescience.com/5059-sixth-taste-discovered-calcium.html>
- ¹³.<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=potential-taste-receptor>
- ¹⁴.<http://www.sensorysociety.org/ssp/wiki/chemesthesis/>
- ¹⁵.<http://www.lallar.org/Noticias%202010/Un%20parche%20de%20capsaicina.ht>



LAS CURIOSIDADES DEL VINO

Artículo realizado por Dolores Blanco Heras

El vino es una de las bebidas con mayor protagonismo a lo largo de la historia, además, conviene destacar la importancia que adquirió esta bebida con el paso de los años, siendo un elemento fundamental en cualquier banquete o acontecimiento importante, e incluso un símbolo para algunas religiones como el cristianismo. ¿Pero sabemos cómo se elabora? ¿Sabemos cómo se llega a obtener vino a partir del jugo de la uva? ¿Nos hemos preguntado alguna vez cómo deriva el vinagre del vino? ¿Sabemos las curiosidades que esconden estos dos productos?

El vino se obtiene a partir del zumo de la uva, que es el fruto de la vid. Las uvas negras deben su coloración a unos pigmentos naturales localizados en las células de capas subepidérmicas, mientras que la pulpa es incolora. Esta última, está formada por un 70-80% de agua y un 18-30% de sustancias azucaradas del grupo de los monosacáridos, como glucosa y fructosa. La riqueza en sustancias azucaradas varía según el tipo de suelo, según el clima y las condiciones climatológicas de cada año, siendo esta riqueza máxima en el momento de madurez. La cantidad de ácido orgánico en la pulpa madura oscila entre 0,1 y 0,6 %. Mientras que en las uvas verdes, es decir, en las poco maduras la proporción de ácidos orgánicos es mayor.

Los granos de uva están cubiertos exteriormente por una epidermis cutinizada que desprende una especie de serosidad pulverulenta llamada pruina, la cual es de fundamental importancia en la elaboración del vino, ya que en ella se encuentran adheridas las levaduras, agentes microscópicos indispensables en la fermentación alcohólica, proceso clave para la transformación del mosto en vino.

El mosto es el líquido resultante del pisado o prensado de las uvas maduras. Es un

líquido de densidad comprendida entre 1,060 y 1,150 g/l. Su composición es de un 80 % de agua, un 15-20% de azúcares (glucosa y fructosa) y ácidos libres (málico y tartárico). La acidez puede variar entre 0,4 y 1,5 g/l (la media de un buen vino se sitúa entre los 0,7 y 0,8 g/l de acidez).

El mosto en fermentación produce una espuma y desprende un gas en forma de pequeñas burbujas, al mismo tiempo que aumenta la temperatura. Es por eso que se dice que el vino “hierve”. Mientras tanto en el fondo del recipiente se va formando un pequeño depósito de color amarillento que va aumentando su cadencia hasta que llega un momento que no crece más, cesa el desprendimiento de gas y se para la fermentación. Estos fenómenos son los que se observan a simple vista, pero si probamos el jugo vemos que el sabor dulce del mosto ha desaparecido y ha dado paso a un sabor seco y áspero. El mosto se ha convertido en vino, ¿qué ha sucedido?

Ya en 1789, el químico Lavoisier decía “Los efectos de la fermentación del vino se reducen de dividir el azúcar, que es un óxido, en dos partes: una más oxigenada, el anhídrido carbónico, a costa de desoxigenar la otra, el alcohol, que es una sustancia combustible.

Sobre los estudios de Lavoisier, en 1820, Gay Lussac pudo establecer la ecuación química: $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + CO_2$

Es decir, que una molécula del azúcar glucosa ($C_6H_{12}O_6$), se descompone en dos moléculas de alcohol etílico o etanol (C_2H_5OH) y dos de anhídrido carbónico (CO_2).

El alcohol líquido se disuelve en el agua y el anhídrido carbónico gaseoso se desprende. Este gas sustituye al aire, y por tanto a su componente principal, el oxígeno. Al faltar éste, no es posible la respiración de un ser vivo y por este motivo es necesario controlar el acceso a las bodegas ante el riesgo de asfixia

La respuesta a cuál es la causa o el agente de esta fermentación, se encontró al cabo de 40 años de haberse formulado la ecuación química mencionada anteriormente. Pasteur fue quien demostró que la fermentación alcohólica es un proceso bioquímico resultante de la vida de unos pequeños seres vivos unicelulares: las levaduras. Estos microorganismos habitan durante todo el año sobre el suelo de viñedos y campos. El viento y los insectos los conducen a los racimos y de esta forma se adhieren a la pruina, invadiendo posteriormente el mosto en el momento de prensarlo.

El proceso de la fermentación alcohólica es el resultado de la respiración de las levaduras, empleando el oxígeno combinado en los azúcares. Este proceso se lleva a cabo hasta que la glucosa empieza a agotarse y la concentración de alcohol etílico aumenta hasta matar a las levaduras, disminuyendo así progresivamente la población y finalizando el proceso de fermentación.

En la fermentación, el proceso de las levaduras se verá influido por diferentes factores de carácter tanto físicos como químicos que pueden alterar la perfecta obtención del vino. Dichos factores son:

*La temperatura: La vida de las levaduras se paraliza a temperaturas inferiores a los

10°C, a partir de ellos, y a medida que va aumentando la temperatura, la vitalidad de las levaduras crece, siendo su producción intensiva desde los 20-25°C. La máxima acción transformadora de azúcares se efectúa a una temperatura comprendida entre los 30-35°C, para paralizarse al llegar a los 40°C.

*El pH: La acidez óptima para el desarrollo de las levaduras oscila entre 3 y 5. En regiones cálidas, al estar la uva completamente madura, es frecuente la falta de acidez total. Esta falta de acidez debe corregirse con la adición de ácidos tartárico o cítrico, pues de no ser así, los vinos resultarían turbios, insípidos y de mala conservación.

*El incremento de ácido acético: El alcohol es un antiséptico que en el transcurso de la fermentación, va produciéndose en mayor cantidad, su concentración va aumentando y cuando llega a un 18% (18° alcohólicos), las levaduras ya no resisten y mueren.

El final de la fermentación se conoce porque la glucosa habrá desaparecido, transformándose en alcohol y en anhídrido carbónico; la densidad también habrá disminuido, la temperatura habrá descendido, y el sabor ya no será dulce.

¿Pero sabías que una vez producido el vino éste puede contraer enfermedades?

El vino puede contraer enfermedades, pues al ser un líquido de naturaleza orgánica, está sometido a continuas modificaciones biológicas, físicas o químicas. Una de estas enfermedades es la responsable de la transformación del vino en vinagre, fenómeno que no se consiguió explicar hasta 1864 (muchos años después de su primera obtención, equivalente a las primeras obtenciones de vino, en torno al año 6.000 a.C).

Hay dos procesos en juego cuando el vino se transforma en vinagre: Uno de ellos es totalmente espontáneo y ocurre cuando el vino está demasiado tiempo en contacto con el oxígeno (por ejemplo cuando dejamos una botella de vino abierta durante varios

días). En este proceso lo que ocurre es que el alcohol etílico (C_2H_5OH) reacciona con el oxígeno y se forma ácido acético (CH_3COOH), formando una solución diluida a la que llamamos “vinagre”. Pero el proceso más complejo y que realmente transforma el vino en vinagre es la contaminación provocada por una bacteria llamada *Acetobacter acetii*, que transforma el alcohol etílico en ácido acético. Esta bacteria se encuentra en las uvas, pero el origen más común es su transporte a través de la mosca de la fruta. Estas bacterias forman una película de color blanquecino en la superficie del vino con la intención de tomar el oxígeno del aire y así convierten el alcohol en vinagre.

Por último es interesante destacar algunas de las muchas aplicaciones curiosas que adquiere este producto por su elevado grado de acidez (entorno a 6°): Así, en el campo de la medicina el vinagre adquiere un papel muy importante, siendo un potente antiinflamatorio que actúa contra la hinchazón de picaduras o quemaduras y favorece la relajación de músculos doloridos.

Del mismo modo, debido a sus propiedades conservadoras y antibacterianas, es un producto ampliamente utilizado en varias industrias. En la textil, por ejemplo, se usa para fijar los colores en las telas o sacar manchas difíciles. La industria química lo utiliza para la fabricación de potentes limpiadores.

También tiene muchas aplicaciones que pueden ser muy interesantes en el hogar: puede ser utilizado como suavizante de la ropa, para eliminar la cal y dar brillo a grifos, bañeras, etc, como desengrasante o como ambientador purificador de aire.

De este modo, queda demostrado que el vino es una bebida que esconde múltiples curiosidades, muchas de las cuales son desconocidas para la mayoría de la población a pesar de la antigüedad de este producto. Además, resulta muy interesante conocer su proceso de elaboración, practicado ya miles de años antes de Cristo, cuando todavía no se sabía explicar

exactamente las reacciones químicas que tenían lugar. Actualmente, y después de la intervención de científicos como Lavoisier, Gay Lussac o Pasteur, podemos conocer estas reacciones, los microorganismos que intervienen, así como las múltiples aplicaciones que pueden tener estos productos gracias a sus propiedades.

Referencias:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Vino>

<http://blogs.creamoselfuturo.com/bio-tecnologia/2011/03/14/la-fermentacion-alcoholica-como-se-produce-y-aplicaciones/>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Vinagre>

<http://eco13.net/2009/02/10-usos-del-vinagre-como-limpiadorhtml/>



Artículo realizado por Ana Galindo García

LOS ALICAMENTOS

Hoy por hoy, observamos como aumenta el número de alimentos en nuestra nevera con efectos beneficiosos para la salud: la margarina baja en grasa, un yogur con bacterias que regula el tránsito intestinal, productos sin lactosa o gluten... La biotecnología ha entrado poco a poco en nuestras vidas de forma sigilosa gracias a la publicidad y a la creciente preocupación de una alimentación sana.

Esta nueva denominación para los alimentos con propiedades farmacéuticas es un concepto acuñado hace poco y relativamente moderno. No obstante, desde la antigüedad se intuye que la alimentación es la base de una vida sana y equilibrada, citando a Hipócrates (400 a.C): “*Deja que la comida sea tu medicina y la medicina tu alimento*”. Queda así demostrado que el pensamiento o la idea de que todo aquello que comamos interviene en el cuerpo humano no es reciente.

Los alicamentos abarcan un campo muy amplio que es necesario limitar, ya que bajo las características de medicamento biológico con propiedades beneficiosas y preventivas para salud podemos encontrar también los suplementos alimentarios, los enriquecidos, etc. De mano de la sociedad española de Nutraceútica Médica conocemos los requisitos necesarios^[1].

La característica principal^[2] es que deben ser productos de origen natural. Son aislados y purificados por métodos no desnaturizantes y estables. Los experimentos, que son probados en animales y en humanos, tienen que ser reproducibles. Además, al considerarse como un medicamento es necesario que se rijan por los mismos criterios científicos y legales que estos.

Este tipo alimentos también son conocidos como nutraceúticos o incluso farmalimentos, que en definitiva son la combinación de la nutrición y actividad farmacéutica. Si preguntamos a cualquier persona podría llegar a deducir su funcionalidad, pero conllevaría una serie de dudas: ¿comerlos nos lleva a curarnos? ¿y es un proceso directo o indirecto? ¿están regulados? Existen muchos y variados estudios que se centran en este tema, dada la extensa diversidad de alimentos.

Se ha estudiado la actividad antibacteriana de alimentos como el comino y la canela, que protegen de una especie bacteriana característica de la India denominada *Staphylococcus aureus*. Las investigaciones fueron realizadas *in vitro* con extractos etanólicos. Se demostró que la eficacia bactericida de la canela se observaba hasta 6 horas después, mientras que la protección que proporcionaba el comino alcanzaba hasta las 24 horas. Este reciente descubrimiento (2011) ha abierto las puertas para emplear estos productos en la prevención y tratamiento de la infección e incluso se podrían incorporar a medicamentos antibacterianos.^[3]

Otro ejemplo son las uvas rojas, que contienen resveratrol, una molécula con gran capacidad antioxidante. También es

capaz de regular el número de adipocitos en los seres humanos. Es conocido como un potente inductor de Sirtuin 1.^[4] Codifica para una acetilasa que regula los procesos celulares como la respuesta al estrés o la longevidad.^[5] El estudio consistió en testar en humanos la deficiencia de este gen utilizando un sistema para observar la función de Sirt1 con el resveratrol. Como resultado de la experimentación se dedujo que el resveratrol disminuye el número de adipocitos al estimular la captación de glucosa, inhibe la lipogénesis *de novo* e incluso la expresión de la interleuquina 6 y 7. De modo que, al intervenir el resveratrol en estos mecanismos es capaz de prevenir los efectos perjudiciales que acarrea la obesidad.

Existen muchos más ejemplos, profundamente estudiados y con efectos positivos, como el kimchi, una col de origen coreano relacionada con la presunta disminución de la obesidad, las nueces por sus beneficios cardiovasculares o el pescado azul, conocido por portar Omega-3.^[6,7,8]



Alicamentos: Canela, Comino y Nueces, de izquierda a derecha. Fotografía propia.

El valor natural de todos estos productos ha incentivado el desarrollo de una nueva rama biotecnológica: la **biotecnología nutracéutica**. El objetivo es, según define José Antonio Quesada, presidente de la Sociedad Española de Nutracéutica Médica,

emplear alimentos y moléculas naturales para la prevención de enfermedades y problemas fisiológicos.^[9]

Un caso muy conocido es el caso del arroz dorado, desarrollado a finales de los años 90. Consiste en una variante del arroz que incluye una ruta de síntesis de precursores del betacaroteno y la vitamina A^[10]. Se trata de un pigmento natural que la planta produce durante la fotosíntesis, pero que no se encontraba en el endospermo, la zona comestible. De modo que por ingeniería genética se trasladó al endosperma para dar cantidades 23 veces superiores de la vitamina.

En contraste con la positiva aportación de los alicamentos encontramos una serie de desventajas que aún quedan por solventar. El coste de estos productos modificados para beneficiar nuestra salud suele ser mayor que el producto natural 100%. Además de la desventaja económica, nos enfrentamos a un campo poco explotado en Europa (Estados Unidos y los países orientales se encuentran a la cabeza) donde reina el desconocimiento y un gran déficit legislativo, donde no existe un marco legal que ampare a los alicamentos ni a las nuevas tecnologías relacionadas.

Bibliografía

- [1] Basdevant A, Cudenec CA, et al. "Alicamentos: Definiciones, Situación y Aportes en Salud Pública." (2000), *Alicaments: Définitions, Status, Apports en Santé Publique*
- [2] Web Oficial de la Sociedad española de Nutracéutica Médica: <http://www.nutraceuticamedica.org/>
- [3] Oman Med J. et al. "In Vitro Antibacterial Activity of three Indian Spices Against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*" (2011)
- [4] Fischer-Posovsky et al "Resveratrol regulates human adipocyte number and function in a Sirt1-dependent manner" (2010). *Source Department of Pediatrics and Adolescent Medicine, University of Ulm, Ulm, Germany.*
- [5] Sinclair DA et al. "Unlocking the Secrets of Longevity Genes" (2006)
- [6] Kong, Y.H. et al "Anti-Obesity Effects of Kimchi Tablet Composition in Rats Fed High-Fat Diet"

(2007) *Journal of The Korean Society of Food Science and Nutrition*

[7] Frank B Hu. "Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview" (2003)

[8] C. Gómez et al. "Scientific evidence of benefit of omega-3 fatty acid intake on cardiovascular health. Importance of omega-6/omega-3 relationship" (2010) *Alimentación Nutrición y Salud*

[9] Artículo de opinión de José Antonio Quesada, presidente de la Sociedad Española de Nutrición Médica en *ENCARTE: Encarte/BIOTEC Nutraceut.* 19

[10] Ye et al. "La ingeniería genética para dar al endosperma de arroz un camino de síntesis de la provitamina A beta-caroteno"

MOLEQLA SANITARIA



MEDICINA NUCLEAR. TOMOGRAFÍA



POR EMISIÓN DE POSITRONES.

Artículo realizado por Jesús Lavado García

¿Qué es la medicina nuclear?, ¿Cuáles son sus fundamentos?, ¿Qué ventajas nos proporciona? En este campo híbrido entre la física, la química y la medicina encontramos unas de las últimas soluciones en diagnóstico de enfermedades, la “Tomografía por Emisión de Positrones” (PET) que está despertando cada vez más interés debido a su eficacia, su bajo coste en comparación con otras técnicas de diagnóstico y su precisión.

La medicina nuclear utiliza radiofármacos (material radiactivo) para el diagnóstico de enfermedades, anomalías, trastornos en las funciones de un determinado órgano...etc.

Dentro de este ámbito encontramos la Tomografía por Emisión de Positrones que consiste en la obtención de imágenes gracias a la detección de dos fotones simultáneamente emitidos a 180° por la aniquilación de un electrón y un positrón. El positrón es emitido por el radiofármaco, normalmente Flúor-18 unido a una molécula de glucosa, formando la fluorodexiglucosa (FDG), inyectado en sangre al paciente que se acumula en las zonas donde se metaboliza más rápidamente la glucosa. Este positrón emitido encuentra un electrón y se produce la aniquilación. Pero ¿en qué consiste?

El proceso de aniquilación le proporciona al PET las ventajas dadas por las propiedades de la emisión de positrones. Un positrón es la antipartícula del electrón, esto quiere decir que tiene igual masa y diferente signo. Cuando un positrón se encuentra con un electrón, ambos se aniquilan, interactúan y “desaparecen”. Como resultado de esta aniquilación se producen dos rayos gamma (dos fotones, según el principio de dualidad onda-corpúsculo) que son emitidos a 180° (despedidos en la misma dirección pero en sentidos opuestos) y con una energía determinada: 511 KeV. Esta es la característica que hace que esta técnica

sea tan precisa ya que la energía de los fotones no depende del trayecto recorrido por el positrón antes de encontrar al electrón ni de la energía cinética del positrón en el momento de la aniquilación; esta energía siempre va a ser la misma, lo que facilita los cálculos en los aparatos de detección y distingue a esta técnica. Otra gran diferencia es que la emisión sea doble y simultánea. Esto conlleva un gran provecho ya que la detección *en coincidencia* (detección en el mismo instante de tiempo y en posiciones opuestas a 180°) es mucho más precisa y supone una gran ventaja frente a otras técnicas de detección monofotónicas.

Pero ¿cómo conseguimos este tipo de reacciones en el interior del paciente?

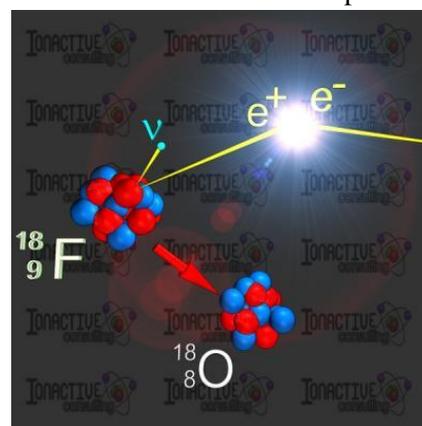


Figura 1. Aniquilación $e^+ - e^-$ producida tras la emisión por decaimiento (emisión β^+) de la molécula FDG¹.

Los radiofármacos son el medio por el cual llevamos la sustancia radiactiva emisora de positrones al lugar deseado. Normalmente

queremos identificar anomalías funcionales en tejidos, células cancerosas...etc. Para ello necesitamos un marcador que vaya a estas zonas por lo que acompañamos una molécula de desoxiglucosa con el radionucleido, para que los tejidos con el metabolismo de la glucosa alterado (normalmente acelerado), como se da en las células cancerosas sea detectable. El marcador se une a este tipo de moléculas con la ayuda de un ciclotrón. Un ciclotrón no es más que un acelerador de partículas cargadas cuyo fundamento no es otro más que alternar un campo eléctrico y otro magnético con el fin de acelerar las partículas cargadas. Las cargas se aceleran siguiendo las ecuaciones de Lorentz:

$$\vec{F} = Q\vec{E} + Q(\vec{v} \times \vec{B})$$

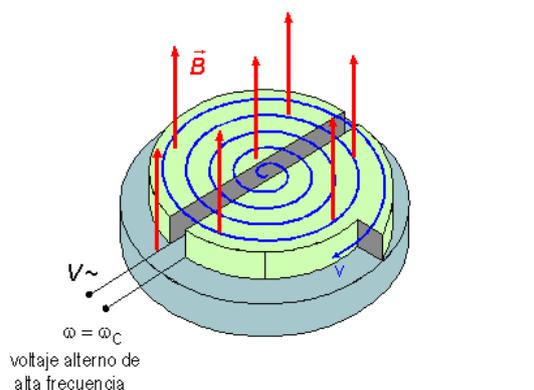


Figura 2. Ciclotrón donde las partículas cargadas son aceleradas por una diferencia de potencial (ΔV).²

Cuando se han acelerado los electrones en el ciclotrón se hacen colisionar con algunos elementos transformándolos en radionucleidos ($^{18}_9\text{F}$, $^{11}_6\text{C}$, $^{15}_8\text{O}$, $^{13}_7\text{N}$) que posteriormente se unen a moléculas de desoxiglucosa para formar los marcadores.

Más tarde estos compuestos son inyectados en sangre al paciente. Pero la mayoría tienen vidas medias muy cortas por lo que el ciclotrón debe estar cerca del lugar donde se vaya a realizar la tomografía. Ahora ya contamos con una fuente emisora de positrones en los tejidos a analizar. Pero,

¿cómo se detectan los rayos gamma para la formación de las imágenes?

Los aparatos de detección se han desarrollado mucho en los últimos años pero el PET cuenta principalmente con varios detectores en anillo (para captar emisiones en todos los ángulos) similares a los de una resonancia magnética. El paciente se tumba y los anillos detectores rotan alrededor captando las emisiones gamma y detectan el punto de aniquilación por ordenador; como el punto de corte de las líneas rectas que unen los puntos de detección *en coincidencia*. Es decir, cada positrón emitido generará dos puntos de detección. Uniendo estos puntos obtenemos una recta. Con los datos de varias aniquilaciones podemos obtener varias rectas, que se cortarán en un punto, el punto de aniquilación.

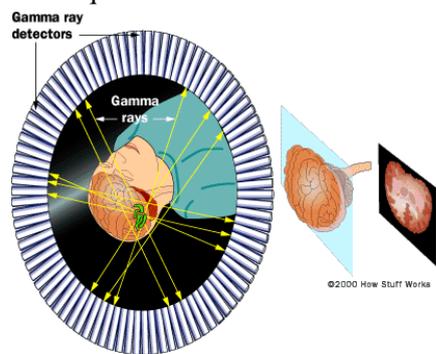


Figura 3. Dispositivo en anillo para la detección de las emisiones gamma de 511 KeV a 180° y detección del punto de aniquilamiento necesario para el diagnóstico.³

Los materiales detectores deben tener unas características determinadas como alto número másico y alta densidad. Esto se requiere ya que los cristales del detector deben tener un alto poder de frenado para captar las radiaciones emitidas. Al aumentar la densidad y el número másico se reduce la posibilidad de que este material sea propenso a permitir interacciones Compton: Efecto que se produce cuando un fotón choca contra un electrón de un átomo de dicho material ionizándolo, y por lo tanto haciendo que el fotón se desvíe de su trayectoria (no valdría la detección a 180°)

y con menos energía por lo que no se computaría como emisión proveniente de la aniquilación ya que su energía sería menor que 511 KeV.

Los últimos dispositivos de detección PET cuentan con 3-4 anillos y cada uno a su vez con unos 100-200 bloques detectores. Cuando ya tenemos los datos de todas las emisiones y el ordenador ha recreado la imagen, ¿para qué usamos esta técnica?

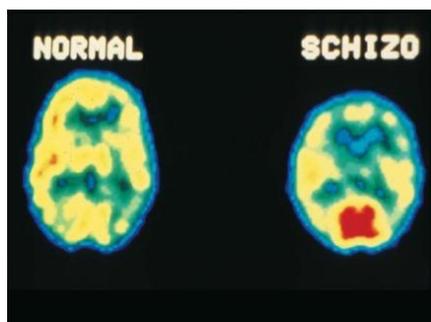


Figura 4. La demanda de glucosa en la corteza cerebral de los enfermos de esquizofrenia es detectada por el PET y usada como forma de diagnóstico⁴.

Su principal uso, y uno de los primeros; fue en el campo de la oncología ya que la FDG se incorpora al organismo en función a la demanda de energía de las células, las cuales necesitarán más si se dividen constantemente. Esta característica específica de las células cancerosas es la que facilita la detección ya que gran proporción de la FDG se dirigirá a las zonas tumorales. Los principales cánceres estudiados con esta técnica son el de pulmón, esófago, mama y cerebrales.

Otra aplicación se encuentra en el campo de la neuropsiquiatría y neurología. Debido al interés en los cambios en el metabolismo cerebral en pacientes con esquizofrenia, se comenzó a usar esta técnica como forma de investigación y se ha convertido en una técnica de diagnóstico ampliamente reconocida. Esta técnica es un complemento a la hora de diagnosticar desde epilepsias hasta enfermedades degenerativas. Para el estudio del flujo cerebral se usa una agua marcada con ^{15}O y para el control de las zonas con una elevada demanda de glucosa se utiliza la FDG como observamos en la Figura 4.

Otras de sus muchas aplicaciones son el control del flujo sanguíneo (NH_4^+ marcado con ^{13}N), detección de zonas infartadas en el tejido miocárdico, identificación de áreas del corazón que necesitarían cirugía, como un bypass coronario, y regular y esquematizar las funciones y constantes del sistema nervioso y cardíaco de una persona sana.

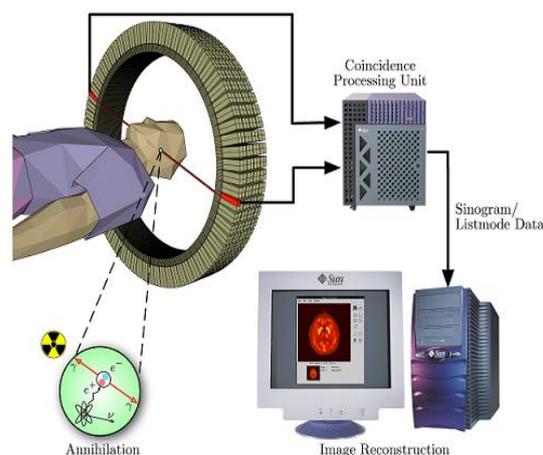


Figura 5. Resumen del funcionamiento del PET, desde la aniquilación $e^+ - e^-$, pasando por la detección hasta la generación de la imagen⁵.

Gracias al desarrollo de esta técnica se están desarrollando paralelamente otras que la complementan ya que para la detección de cáncer de páncreas la FDG es inútil ya que en este caso, el tumor crece tan lentamente que el incremento de la demanda de glucosa es imperceptible y no se diferencia del resto del cuerpo. Ocurre de manera similar con el sistema inmune. Ya se están desarrollando marcadores que acompañen a los linfocitos, que en su total desarrollo complementaría al estudio de la evolución de la terapia inmunosupresora.

¹. <http://www.ionactive.co.uk/glossary/Annihilation.html>

². <http://personales.upv.es/jquiles/prffi/magnetismo/ayuda/hlpciclo.htm>

³. <http://science.howstuffworks.com/nuclear-medicine1.htm>

⁴. <http://www.scienceclarified.com/Ro-Sp/Schizophrenia.html>

⁵. <http://flc-hgf.desy.de/e14/e76/>

⁶. http://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Fundamentos_PET.pdf

⁷. <http://abdem.mforos.com/1062200/7644377-una-tecnica-para-rastrear-el-sistema-inmune/>

⁸. http://www.ipen.gob.pe/site/temas_nucleares/radiofarmaco_01.htm

⁹. <http://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=pet>



UN VENENO NATURAL: LA APITOXINA

Artículo realizado por Cristina María Osuna Cruz

Es curioso cómo a pesar de lo presente que está la naturaleza en nuestra vida, a veces pueda resultarnos una desconocida. Un claro ejemplo es el de las sencillas y particularmente molestas picaduras que todos en alguna ocasión hemos experimentado por animalillos tan aparentemente inofensivos como son las abejas. Pero, ¿Sabemos realmente cual es el potencial de este veneno natural?

Breve introducción histórica

Contrariamente a lo que se pudiera pensar, la apitoxina es una sustancia que se lleva empleando desde hace más de 6.000 años. Ya desde la antigua China, el veneno de abeja había sido utilizado en puntos de acupuntura, o incluso, el padre de la medicina occidental, Hipócrates, lo había empleado como tratamiento para el reumatismo. Sin embargo, no es hasta ahora en la actualidad cuando han empezado a estudiarse las bases moleculares de este veneno, el cual se ha demostrado que es 500.000 veces más fuerte que cualquier otro antibiótico conocido. El nombre de la apitoxina fue introducido por Eduardo Martínez Rubio, un ingeniero agrónomo que en 1936 realizó la desintegración del veneno de abeja mientras trabajaba para el Instituto Bioterápico “DISPERT”, en Uruguay.

Principales componentes de la apitoxina

La apitoxina es segregada por las abejas hembras obreras, por medio de dos glándulas independientes incluidas en el abdomen de las mismas, una de secreción ácida, y otra de secreción alcalina. Es así como el conjunto hace a la apitoxina una sustancia ácida, con un pH que oscila entre

4,5 y 5,5, volviendo a penas con una gotita al papel de tornasol rojizo. Se trata de una sustancia transparente, soluble en agua y ácidos, que además puede ser destruida fácilmente por sustancia oxidadoras como son el permanganato de potasio (KMnO_4) o el sulfato de potasio (K_2SO_4).

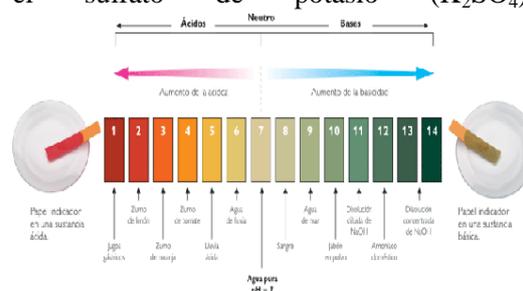


Figura 1. Papel de tornasol, indicador de pH, cuyo color rojizo denota acidez.¹

Sin embargo, aunque suele atribuirse los efectos de la apitoxina a la acidez de algunos de sus componentes, como el **ácido fórmico** (H-COOH), **clorhídrico** (HCl) u **ortofosfórico** (H_4PO_3), lo cierto es que con ello se está cayendo en un inminente error. La verdad es que la más activa e implicada en los efectos del veneno de abeja es su glándula de secreción alcalina. Esta última es la responsable de que en la apitoxina encontremos componentes bastante complejos, como el polipéptido de **melitina**, de 26 aminoácidos, el cual constituye el 40-60% de todo el veneno de

la abeja en seco. Este posee propiedades antibacterianas y antifúngicas, además de una actividad hemolítica (rotura de glóbulos rojos). Ello explica que el veneno no sea efectivo por vía oral, si no que sólo lo sea de forma endovenosa, como le ocurre al veneno de las serpientes.

Otro polipéptido constituyente de la apitoxina es la **apamina**, formado por 18 aminoácidos constituyendo el 2,3% del veneno de abeja en seco. La apamina se comporta como una neurotoxina, afectando en el sistema nervioso de manera que bloquea la transmisión de estímulos a las sinapsis periféricas y centrales.

El péptido **MCD**, también conocido como péptido 401, es un polipéptido de 22 aminoácidos que constituye un 2% del veneno de abeja en seco. El MCD se encuentra implicado en la liberación de histamina, una amina orgánica que induce el estímulo del sistema inmunológico manifestándose por medio de la formación de monocitos, macrófagos, linfocitos T y B e inmunoglobulinas.

La **adolpamina** es un polipéptido básico con 103 residuos de aminoácidos constituyendo únicamente un 1% del veneno de abeja en seco. Este polipéptido tiene la capacidad de inhibir la síntesis de prostaglandinas, lo que le ha demostrado tener efectos antinociceptivos, antiinflamatorios y antipiréticos.

En la apitoxina también podemos encontrar una serie de enzimas que poseen un papel importante en los efectos de dicho veneno. Podemos destacar la **fosfolipasa A**, que constituye el 10-12% del veneno de abeja en seco, y actúa atacando los fosfolípidos que componen las membranas celulares, y en consecuencia, destruyendo a las mismas. Otra enzima a nombrar sería la **hialuronidasa**, que constituye solo el 1,5% del veneno de abeja en seco, y actúa

descomponiendo el ácido hialurónico en los tejidos, y aumentando la capilaridad de los vasos sanguíneos.

¿Cómo afecta la apitoxina al organismo? Aplicaciones médicas.

La realidad es que, a no ser que seamos especialmente alérgicos al veneno de abeja (en cuyo caso, podríamos sufrir un shock anafiláctico con graves consecuencias), o suframos un exagerado número de picaduras simultáneas, para nosotros, la picadura de este insecto no comporta más de esa pequeña reacción local rojiza, acompañada de un hinchazón y leve dolor (el citado con anterioridad estímulo del sistema inmunológico). En otros organismos, en contraposición, la apitoxina puede suponer un mayor peligro, como son el caso del ratón, cuya dosis letal se ha estimado en laboratorio que ronda los 4,5mg/kg, o el del conejo, con 3,2mg/kg.

Sin embargo, existe otra cara de la apitoxina, (ligada en gran medida a la suma de las características de sus múltiples componentes), que no nos es visible y que para la mayoría, es totalmente desconocida. Se trata de su aplicación médica. Sí, en efecto, en las últimas décadas diferentes estudios corroboran algunas propiedades de la apitoxina que podrían ser beneficiosas. Entre ellas, encontramos su acción analgésica y antiinflamatoria; lo que puede impulsar el uso del veneno (como hizo Hipócrates) en casos de reumatismos. Por otro lado su capacidad de disminuir la desmielinización está fomentando su experimentación como coadyuvante en la esclerosis múltiple. También se está comprobando su capacidad como radio protector, lo que serviría para proteger contra las lesiones provocadas por las radiaciones utilizadas en el tratamiento del cáncer.



Figura 2: Uso del veneno de abeja en la apiterapia.²

A pesar de lo aparentemente prometedor que puedan parecer algunas de estas aplicaciones, lo cierto es que el uso de la apitoxina como terapia (apiterapia), es un tema que presenta bastante polémica. Y es que los distintos investigadores y expertos, tras varios experimentos realizados, tanto en animales como en personal voluntario, señalan que la inyección del veneno de abeja con su amplitud de componentes sigue produciendo importantes signos de dolor agudo e inflamación prolongada. A esto hay sumarle otro gran inconveniente: la muerte de la abeja. Y es que debemos recordar que, este pequeño animal que solo ataca ante una amenaza de peligro, muere una vez que inyecta su aguijón ya que con él se desprende de parte de sus intestinos y órganos vitales. Este hecho hace que se vea frenada un poco la investigación en este sentido, ya que debemos recordar la gran importancia biológica que tienen las abejas siendo las mayores polinizadoras de nuestro planeta, por lo que, la disminución del número de ejemplares de las mismas podría acarrear negativas consecuencias.



Figura 3. Importancia biológica de la abeja, polinizadora.³

En la actualidad, se están desarrollando nuevas técnicas para la obtención del veneno, sin que comporte la muerte del insecto, pero todavía no se ha oficializado ninguna alternativa.

Referencia de las Imágenes:

¹http://uy.kalipedia.com/graficos/papel-tornasol.html?x=20070924klpcnafyq_32.Ees

²http://www.google.es/imgres?q=apiterapia&num=10&um=1&hl=es&biw=1280&bih=666&tbm=isch&btnid=L-tdZU_fFLgo6M:&imgrefurl=http://www.otramedicina.com/2010/04/08/apiterapia-contra-la-esclerosis-multiple-un-caso-real&docid=u

³<http://www.google.es/imgres?q=abejas+polinizadoras&um=1&hl=es&sa=N&biw=1280&bih=666&tbm=isch&btnid=xVR23B7Pe1bXEM:&imgrefurl=http://vazquezsito.blogspot.com/2011/01/salvem0s-las-abejas.html>

Bibliografía:

-<http://es.wikipedia.org/wiki/Apitoxina>

<http://www.dulcynat.com.ar/apitoxina.html>

<http://translate.google.es/translate?hl=es&sl=es&tl=en&u=http%3A%2F%2Fwww.ncbi.nlm.nih.gov%2Fpmc%2Farticles%2FPMC2946189%2F>

-<http://www.apitoxina.com/>

http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/apitoxina_2.htm

-Diccionario médico, 3ª Edición, Editorial Masson.



DMT: UNA DROGA MISTERIOSA

Artículo realizado por Laura Moreno Guerrero

¿Sabías que una de las drogas más potentes del mundo es producida en nuestro cerebro mientras dormimos y momentos antes de morir?

La N,N-dimetiltriptamina (Figura 1), más conocida como DMT, es considerada uno de los psicodélicos de mayor impacto. Una sustancia psicodélica es capaz de producir estados alterados de conciencia inundados de colorido e imaginación, y este efecto es, en términos generales, lo que produce el consumo de esta droga. No obstante, también es reconocida como alucinógeno dado que produce distorsiones en la percepción sensorial^{1,2}.

La dimetiltriptamina es un alcaloide indólico derivado de la triptamina (que procede, a su vez, del aminoácido triptófano), estando relacionada con la serotonina, un neurotransmisor^{1,3}.

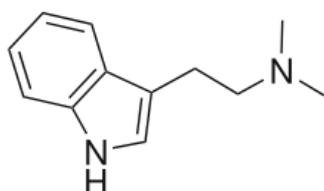


Figura 1. Molécula de dimetiltriptamina¹.

Su apariencia (Figuras 2 y 3) es la de un cristal blanco, aunque es posible encontrarlo con una coloración amarillenta o anaranjada a causa de la presencia de impurezas¹.



Figura 2. Cristales de DMT¹.

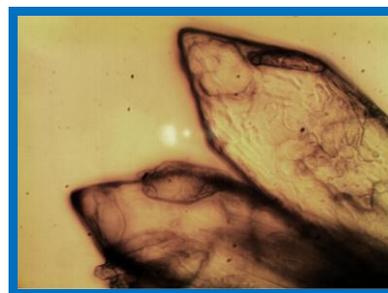


Figura 3. Cristal de DMT ampliado a 400x¹.

Este alcaloide está distribuido tanto en el mundo vegetal como en el animal, aunque comúnmente se extrae de las plantas *Piptadenia peregrina* o *Mimosa hostilis*. En el ser humano se ha localizado esta molécula principalmente en sangre y en una región cerebral conocida como glándula pineal^{1,2}. Esta glándula es la encargada de segregar la hormona melatonina (producida a partir de la serotonina o 5-hidroxitriptamina) y su función involucra la regulación de los ciclos de sueño y vigilia o ritmos circadianos.

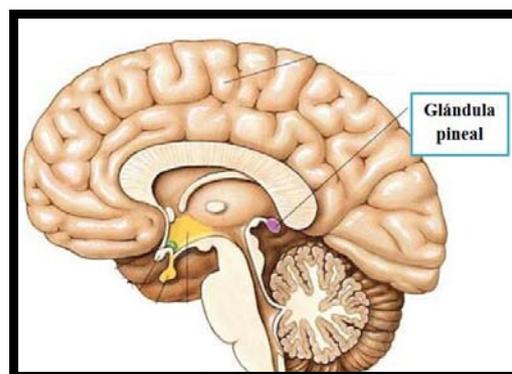


Figura 4. Localización de la glándula pineal.

La DMT presenta, de hecho, una estructura muy parecida a la serotonina, y puede

actuar como agonista parcial de los receptores 5-HT_{2A} (receptores tipo 2A de la 5-hidroxitriptamina), reduciendo su interacción con la serotonina. En esta línea, la estimulación de tales receptores en determinadas regiones cerebrales se asocia con un incremento de la actividad sináptica mediada por glutamato, por lo que se piensa que estos receptores pueden modular la excitabilidad de sistemas neuronales específicos. También se ha especulado sobre la función neurotransmisora como tal de la DMT³.

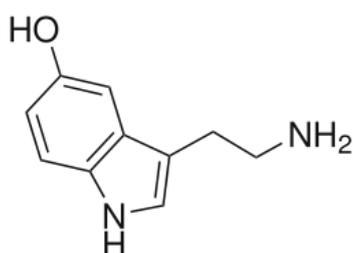


Figura 5. Estructura de la serotonina.

Las enzimas metiltransferasas que catalizan la síntesis de DMT, así como de otras moléculas semejantes como el 5-metoxi-DMT o la bufotenina, se han detectado en los pulmones, el cerebro, la sangre, el fluido cerebrospinal, el hígado y el corazón, por lo que se entiende que dichas localizaciones son posibles regiones en las que puede existir la DMT².

La dimetiltriptamina se ha detectado en el cerebro en cantidades muy pequeñas durante el período de sueño, por lo que se piensa que puede estar implicada en los procesos cerebrales que conducen a la “visualización” de las imágenes que conforman los sueños; idea sugerida por el investigador J. C. Callaway en 1988².

Por otro lado, la DMT se ha detectado en cantidades algo mayores en los instantes previos a la muerte, por lo que también se debate la posibilidad de que esta droga influya en el desarrollo de las extrañas

experiencias que las personas describen cuando han estado a punto de morir¹. En este sentido, se ha especulado mucho sobre el origen de esta molécula que algunos llaman espiritual, relacionándola con la consecución de estados más “elevados” de conciencia gracias a su producción por la glándula pineal, asociada al denominado “Tercer Ojo” dentro de la filosofía mística oriental.

Apartándonos de la pura especulación, sí se ha demostrado el papel de la dimetiltriptamina en el sistema nervioso, actuando como regulador (concretamente como agonista endógeno) del receptor sigma-1, muy abundante en el cerebro. La molécula, al unirse al receptor, provoca la inhibición de los canales de Na⁺ dependientes de voltaje en células cardíacas. En ratones se ha observado cómo el compuesto induce hipermovilidad, lo cual no ocurre si a estos ratones se les elimina el receptor sigma-1⁴. Recientemente se ha descubierto que este receptor (localizado en el retículo endoplasmático y en la membrana plasmática) puede actuar como chaperona (proteína que interviene en el correcto plegamiento de otras proteínas), por lo que es posible que su interacción con los canales de sodio en la membrana plasmática celular implique un mecanismo chaperónico⁵.

Experimentalmente se ha observado que la dimetiltriptamina interacciona con los receptores 5-HT_{2A} (ya mencionados anteriormente) a bajas concentraciones, observándose un efecto ansiolítico; mientras que a elevadas concentraciones parece que la sustancia actúa sobre los amino-receptores traza (una familia de proteínas heterotriméricas de unión a GTP o proteínas G que interactúan con aminas traza), los cuales promueven el incremento de los niveles del segundo mensajero

AMP_c, implicado en cascadas de señalización⁶.

Cuando se administra DMT por vía oral, la molécula se inactiva muy rápidamente en el tubo digestivo, como consecuencia de la acción de una enzima monoaminoxidasa, responsable también de la inactivación de la serotonina por transformación en 5-hidroxiindolacetato. Se precisa la adición accesoria de un inhibidor de esta enzima para que la droga pueda surtir efecto. Como ejemplo representativo de inhibidores se encuentran los alcaloides β -carbolinas, presentes en las plantas que contienen DMT, y que se ingieren conjuntamente con la droga en preparados orales (como la conocida ayahuasca)².

Sin embargo, la DMT puede ser introducida por vía respiratoria (fumada) o inyectada vía intravenosa o intramuscular, como base libre, sin requerir el inhibidor para obtener un efecto enteogénico instantáneo, caracterizado por una percepción alucinógena muy intensa y real con la presencia frecuente de “entidades” y de realidades alternativas, según las opiniones subjetivas de los sujetos estudiados. Suele prolongarse hasta 15 minutos (muy poco tiempo comparado con la duración cuando se administra oralmente, que puede ser de horas)⁷. Teniendo en cuenta el posible papel neurotransmisor de la DMT asociado a los amino-receptores traza, se la ha relacionado como una de las responsables de desórdenes mentales como la esquizofrenia⁶.

Esta curiosa sustancia fue sintetizada químicamente por primera vez en 1931¹ por el inglés Richard Manzke, y años más tarde fue aislada de las plantas anteriormente mencionadas: *Mimosa hostilis* (1946) y *Piptadenia peregrina* (1955).

Basándonos en la existencia de un estado de conciencia estándar (lo que conocemos

como real), podemos suponer que esta sustancia participa en la alteración de la percepción sensorial normal, estableciendo un patrón de conciencia diferente al estándar y originando una desregulación en los mecanismos que permiten percibir la realidad normal⁶.

La DMT no es considerada una droga de dependencia, ni tampoco parece ser causante de problemas fisiológicos. El único riesgo destacable es el efecto psicológico que pueda tener en el individuo que la toma, el cual puede llegar a sufrir pánico, ansiedad y paranoia a causa de una mala experiencia en su percepción irreal⁷.

En resumen, la N,N-dimetiltriptamina o DMT se encuentra categorizada actualmente como alucinógeno endógeno, siendo considerada una de las responsables de los estados alterados de conciencia involucrados en los sueños, experiencias cercanas a la muerte o cuadros de psicosis y otros desórdenes mentales.

Referencias

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Dimethyltryptamine>
2. McKenna, Dennis J. (2004) *Clinical investigations of the therapeutic potential of ayahuasca: rationale and regulatory challenges*. *Pharmacology and Therapeutics* 102, 111-129.
3. Fantegrossi, W. E.; Murnane, K. S.; Reissig, C. J. (2008) *The behavioral pharmacology of hallucinogens*. *Biochemical Pharmacology* 75, 17-33.
4. Fontanilla, D.; Johannessen, M.; Hajipour, A. R.; Cozzi, N. V.; Jackson, M. B.; Ruoho, A. E. (2009) *The hallucinogen N,N-dimethyltryptamine (DMT) is an endogenous sigma-1 receptor regulator*. *Science* 323, 934-937.
5. Tsung-Ping Su; Teruo Hayashi; Baupel, D. B. (2011) *When the endogenous hallucinogenic trace amine N,N-dimethyltryptamine meets the sigma-1 receptor*. *Science Signaling* 2, pe12.
6. Wallach, J. V. (2009) *Endogenous hallucinogens as ligands of the trace amine receptors: A possible role in sensory perception*. *Medical Hypotheses* 72, 91-94.
7. Cacic, V.; Potkonyak, J.; Marshall, A. (2010) *Dimethyltryptamine (DMT): Subjective effects and patterns of use among Australian recreational users*. *Drug and Alcohol Dependence* 111, 30-37.
8. <http://www.vopus.org/> y posteriormente modificada.
9. <http://en.wikipedia.org/wiki/Serotonin>.



UNA SINGULAR ESTRATEGIA DE EVASIÓN CONTRA EL SIDA

Artículo realizado por Juan Miguel Illán Calado

En el año 2010, un equipo de investigadores españoles dilucidaron las bases sobre las que se sustenta un mecanismo inducido, aparentemente efectivo, para evadir la infección del virus VIH-1 de seres humanos; éste se apoya en la alteración de la estructura de la membrana plasmática de las células susceptibles de ser infectadas, bloqueándose el proceso de infección antes de que se produzca la integración del material genético del virus en el genoma de la célula huésped en cuestión. La realización de este artículo está basada en las ideas de esta investigación¹, de forma que la finalidad de éste es explicar las bases moleculares de esta estrategia pionera.

Desde que en la década de los 80 el SIDA (Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida) se elevara hasta la categoría de pandemia, la carrera contra la lucha de esta enfermedad no ha cesado, si bien en la actualidad se dispone de un mayor y más profundo conocimiento tanto de la enfermedad como de los virus responsables (VIH-1 y VIH-2), de forma que ya no se puede clasificar a ésta de “enfermedad irresoluble”. Tal es así, que esta vez ha sido un grupo investigador integrado por españoles el que ha discernido una estrategia con el objetivo de que ni siquiera se llegue a dar el anclaje necesario de los elementos que presenta el virus en su superficie para que tenga lugar la posterior introducción de su material genético y desencadenar todo lo que ello conlleva: entre otras cosas, los tardíos síntomas que caracterizan a esta enfermedad.

Para poder comprender el porqué de este hallazgo, se debe, en primer lugar, definir el lugar físico donde va a desarrollarse el mecanismo de bloqueo: las membranas celulares. Bien es sabido que a lo largo de estas estructuras, responsables de la definición del espacio del que disponen las células para llevar a cabo sus actividades, encontramos multitud de componentes de

naturaleza muy diversa. En relación a los lípidos que constituyen el almacén fundamental, se dio un paso más en las teorías que explican la organización de éstos. Se han encontrado regiones formadas, en un caso, por una serie de determinados monómeros lipídicos ordenados de tal manera que confieren a la membrana características más parecidas a las estructuras coloidales de geles y, por otro lado, un conjunto de moléculas que aportan diferentes aspectos físico-químicos a los anteriores, fundamentalmente zonas lipídicas más rígidas. La finalidad por la que ocurre este fenómeno –conocido como *lipid rafts*– es para que la membrana biológica sea termodinámicamente estable, ya que, entre otros motivos, se reducen las posibles tensiones moleculares y se ocultan regiones hidrofóbicas para este propósito; además, algo muy importante: el grado de rigidez de la membrana compuesta por éstos.

En relación con lo descrito, hemos de tener muy en cuenta los tipos de regiones que se generan en la síntesis de la membrana plasmática celular, pues van a ser críticos para el tratamiento desarrollado por este equipo, debido a que es ahí precisamente donde va a estar la diana biológica: se trata

de alterar esta estructura de gel para hacerla más rígida, hecho que está demostrado que impide la unión física del virus con la membrana plasmática de la célula a ser infectada. Este aspecto no debe resultar trivial pues, hasta ahora, la mayoría de las investigaciones y soluciones encontradas se centraban en tratamientos del virus una vez integrado su genoma en el del hospedador, con lo cual la infección ya se ha producido, y sin embargo, en esta situación se está bloqueando el primer paso necesario para que el virus pueda reproducirse. La noticia fue difundida incluso por varios medios de comunicación cuando se publicó este estudio en julio de 2010, pues se trataba de un acontecimiento científico de especial relevancia.

Continuando con la estrategia, la obtención de regiones físicamente más rígidas se ha logrado llevando a cabo tratamientos tanto de índole farmacológica como genética (silenciamiento génico post-transcripcional mediante RNA_i)¹, que en definitiva interaccionan con una molécula responsable de la síntesis de lípidos (esfingolípidos) que componen los dominios de tipo gel descritos: se trata del enzima Des1. El enzima Des1 es una dihidroceramida desaturasa que cataliza la conversión de dihidroesfingolípidos en sus homólogos insaturados, los esfingolípidos¹, responsables de estas fases de gel en las membranas plasmáticas (ahora se comprende mejor el carácter más fluido de estas regiones, gracias a las insaturaciones generadas). Es justo esta proteína la diana biológica de interés, pues es lógico pensar que si se inhibe esta reacción biológica, se lograría reducir el número de moléculas dispuestas a formar geles en las membranas; de hecho, es así como ocurre: cuando se aplica uno de los dos tratamientos citados, los niveles de esfingolípidos disminuyen, provocando que la célula construya su membrana plasmática

con dihidroesfingolípidos¹; y son éstos los responsables de aportar a la estructura mayor rigidez, ya que no presentan insaturaciones que hagan que se reduzca el número de fuerzas de Van der Waals, por lo que la consecuencia directa de esto es que se vuelva más rígida la misma.

Llegados a este punto, puede entenderse con mayor claridad el bloqueo del virus VIH-1: los elementos implicados en la adsorción del mismo en la célula susceptible, concretamente el denominado “péptido de fusión”, necesitan que la membrana celular presente estas regiones de gel para que éstos puedan anclarse; de no ser así, no puede continuarse con el proceso de infección por parte del virus. Con esto, si conseguimos paralizar la actividad enzimática de Des1, habrá menos esfingolípidos disponibles para componer la estructura bilipídica, propiciando que la célula use sus equivalentes lípidos saturados; y así, conferir mayor rigidez a ésta, obteniendo por fin una interacción fallida entre el virus y el huésped. Este mecanismo se ilustra en la figura 1.

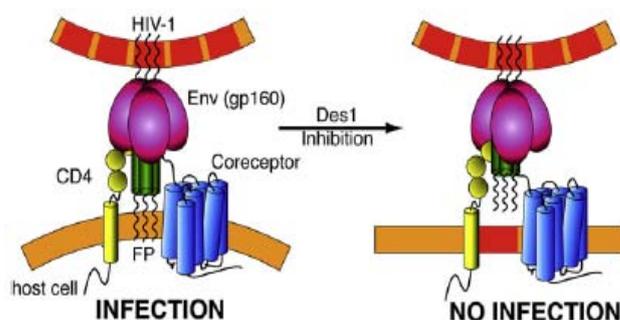


Figura 1: representación de cómo se bloquea la unión del péptido de fusión (verde) de VIH-1 a la membrana de la célula hospedadora gracias a la modificación producida en la misma (zona roja)¹.

El sueño de encontrar una cura efectiva contra el virus del SIDA ya no se trata de una utopía: la realidad es que, aunque sea de manera ralentizada, se van elucidando

nuevas maneras de tratar la enfermedad, tanto desde el punto de vista de su sintomatología como del propio proceso de infección, teniendo la esperanza de que con estos avances, un día, en un futuro no muy lejano, se encuentre una solución

suficientemente efectiva para esta, hoy por hoy, incurable enfermedad.

Referencias:

1.- Vieira, Catarina R. et ál. (2010). "Dihydrospingomyelin impairs HIV-1 infection by rigidifying liquid-ordered membrane domains". *Cell, Chemistry & Biology*. 17, 766-775.



ALZHEIMER: UN MAL CON PRESENTE Y FUTURO

Artículo realizado por Javier Villegas Sánchez

Todos hemos oído hablar alguna vez este nombre, o conocemos a alguien que sufre esa extraña enfermedad conocida como Alzheimer, y que se caracteriza fundamentalmente por la pérdida progresiva de las funciones cognitivas, principalmente la memoria, afectando mayoritariamente a personas con edad avanzada. Son muchos los estudios que se realizan anualmente con el fin de desentrañar las verdaderas causas de esta enfermedad, y de desarrollar nuevos agentes terapéuticos que frenen la neurodegeneración y la destrucción del funcionamiento cognitivo.

La enfermedad o mal de Alzheimer (AD) es la forma más común de demencia en personas mayores, interfiriendo con el desarrollo de tareas tan cotidianas como el simple hecho de recordar algo o la comunicación. Dicha enfermedad debe su nombre a su descubridor, el Dr. Alois Alzheimer, quien examinando en 1906 el cerebro de una mujer muerta a causa de una enfermedad que le impedía hablar y comportarse de forma normal, descubrió la presencia de extrañas masas o depósitos así como haces de fibras enrolladas: había "nacido" el Alzheimer ¹.

Hoy en día, esos depósitos anormales que encontró el doctor en el cerebro se denominan placas seniles o β -amiloide ($A\beta$), y los paquetes de fibras ovillos neurofibrilares. Se cree que ambas formas

constituyen las causas principales del progreso de la neurodegeneración característica de esta enfermedad.

Actualmente se conocen los mecanismos por los que se generan estos depósitos, aunque faltan por elucidar los factores gatillantes que desencadenan estos procesos, es decir, la verdadera causa de la enfermedad.

Los β -amiloides se generan a partir del procesamiento de una proteína integral de membrana relacionada con la sinapsis neuronal, llamada proteína precursora del amiloide (APP), y puede llevarse a cabo mediante dos vías:

- La vía amiloidogénica, mediante la cual el APP es procesado de forma secuencial por

las enzimas β -secretasa y γ -secretasa (presenilina), liberándose péptidos A β de 40 y 42 aminoácidos.

- La vía no amiloidogénica, en la que la enzima que produce el corte proteolítico al APP es la α -secretasa, generándose un péptido soluble APP α con función neuroprotectora, así como otros productos no amiloidogénicos. Esta ruta es la que se lleva a cabo de forma mayoritaria ^{2,3}.

Durante el desarrollo de la enfermedad, tiene lugar un procesamiento descontrolado del APP a través de la vía amiloidogénica, produciéndose una ingente cantidad de péptidos A β que se asocian adoptando una conformación estructural en lámina β , lo que le confiere su neurotoxicidad. Cuando estas agrupaciones insolubles o placas seniles entran en contacto con las neuronas, se desencadenan rutas de señalización implicadas en la generación de estrés oxidativo, desregulación de los niveles de calcio intracelular y muerte celular, desembocando finalmente en procesos de neuroinflamación y destrucción neuronal ³.

De forma paralela, los ovillos neurofibrilares (NFTs) también se encuentran implicados en la aparición del Alzheimer. Se trata de fibras helicoidales compuestas por formas hiperfosforiladas e insolubles de la proteína de unión a microtúbulos tau. En condiciones normales, existe un equilibrio de fosforilación-desfosforilación sobre dicha proteína que regula su afinidad por la tubulina de los microtúbulos, favoreciendo el proceso de ensamblaje de estas estructuras así como su estabilidad. A su vez, tau interacciona con las kinesinas presentes en los microtúbulos, desempeñando por tanto un papel esencial en el transporte axonal de diferentes biomoléculas y orgánulos, entre ellos las mitocondrias.

Durante la enfermedad, la deposición de las placas A β en el cerebro genera ciertos cambios y estreses celulares, tales como el incremento intracelular de calcio o la producción masiva de radicales libres de especies con oxígeno (ROS), que actúan mediante cascadas de señalización que implican diversos tipos de enzimas kinasas, tales como la GSK-3 β , Cdk-5 o la JNK entre otras. La activación descontrolada de estas enzimas conlleva la hiperfosforilación de tau en determinados residuos de Serina y Treonina, así como en motivos estructurales de unión a tubulina, dificultando la acción de las fosfatasas que intervienen en la regulación del equilibrio de fosforilación existente en esta proteína. De esta forma, tau hiperfosforilada pierde afinidad por los microtúbulos, depositándose en fibras enrolladas insolubles, y generándose por tanto defectos en el transporte celular y en la integridad de los microtúbulos.

Sin embargo, estudios recientes afirman que es la forma soluble preagregada de tau la que resulta tóxica para el cerebro, y que los depósitos de fibras que se observan son reservorios de estas proteínas con fines neuroprotectores, cuya función es retirar del citoplasma la forma soluble de la proteína, detoxificando a la célula ⁴.

La mitocondria, el corazón de la célula

La acumulación de las placas seniles y de los ovillos neurofibrilares no son los responsables directos del proceso de neurodegeneración que termina con la muerte celular, sino que son los desórdenes y estreses celulares causados por estos los que desembocan en la atrofia neuronal, y más concretamente, las aberraciones mitocondriales.

Se sabe que la mitocondria es el orgánulo productor de la mayor parte de la energía en la célula, mediante el proceso conocido como fosforilación oxidativa. Sin embargo, tanto este mecanismo como otros ciclos

metabólicos (por ejemplo, el TCA) generan irremediablemente especies reactivas derivadas del O₂, los ROS, causantes de daño oxidativo en la célula. La deposición de las placas A β en las neuronas favorece, mediante mecanismos no conocidos, la producción masiva de ROS. Estos destruyen las membranas mitocondriales y los complejos proteicos asociados a ellas, tales como la piruvato deshidrogenasa o la citocromo c oxidasa mediante reacciones de peroxidación, lo que impide el correcto funcionamiento de la cadena de transporte electrónico, disminuyéndose de esta forma el ATP celular. A su vez, se produce la destrucción del poro de transición mitocondrial (mPTP) encargado de regular la permeabilidad a través de la membrana mitocondrial interna, favoreciéndose la salida de factores proapoptóticos al citoplasma⁵.

Además de inducir neuroinflamación, mediante la activación de las células inmunitarias microglías, los ROS favorecen la entrada masiva de calcio al interior de la neurona, pues al igual que con la mitocondria, también desestabilizan las membranas neuronales destruyendo su potencial. El aumento de calcio intracelular, y la imposibilidad de la mitocondria en su estado disfuncional de captarlo, resulta en procesos de excitotoxicidad, mediante los cuales se liberan gran cantidad de neurotransmisores, en especial el glutamato, que sobreactivan receptores neuronales como el NMDA⁶, lo que provoca más liberación de calcio. De esta forma, se desemboca en ciclos viciosos de producción de ROS y calcio, que finalizan con un aumento en la expresión y activación de factores proapoptóticos, como Bad o Bax, que favorecen la inactivación de otros factores antiapoptóticos (como Bcl-2) y la liberación del citocromo c de la mitocondria, que actúa como señal para la activación de caspasas que provocan en última instancia la muerte neuronal⁷.

En busca de agentes neuroprotectores

Por todo lo descrito anteriormente, se hace evidente la necesidad de encontrar potenciales agentes terapéuticos que consigan contrarrestar los procesos de destrucción neuronal o, al menos, ralentizar todo lo posible la neurodegeneración. Dos de las moléculas en estudio con mayores perspectivas son las hormonas sexuales esteroideas y el resveratrol, presente en el vino.

En cuanto a las primeras, los estrógenos constituyen el centro de atención científico en estos momentos, aunque también se están haciendo grandes avances en el estudio de la testosterona.

Los efectos terapéuticos más significativos de los estrógenos son:

- Potencian la expresión de factores antiapoptóticos, como Bcl-2, a la vez que disminuyen la de algunos factores proapoptóticos, como Bim. De esta forma, los estrógenos regulan la entrada en apoptosis de la célula, favoreciendo la supervivencia de la neurona. Este efecto también lo consiguen activando rutas de señalización mediada por kinasas y fosfatasa, que en última instancia activarán factores antiapoptóticos por desfosforilación.

- Estrógenos como el 17 β -E2 intervienen en la regulación de los procesos de excitotoxicidad, favoreciendo el secuestro del calcio citoplasmático por la mitocondria y potenciando la actividad de la glutamato deshidrogenasa. Por lo tanto, se reduce la cantidad de calcio y glutamato en la neurona, impidiéndose la entrada en apoptosis de la célula.

- A su vez, impiden la acumulación de placas A β impulsando la acción de enzimas degradativas de A β , así como la de la α -

secretasa (se potencia la ruta no-amiloideogénica).

- Por último, muchos estrógenos actúan como antioxidantes directos gracias a la estructura de su anillo A. Este anillo fenólico posee un grupo hidroxilo capaz de donar un radical hidrógeno, reaccionando y eliminando por tanto muchas de las especies reactivas del O_2 , como el $O_2^{\cdot-}$ o el HO^{\cdot} . De esta forma se contribuye al mantenimiento de la integridad de las membranas celulares.

De hecho, se ha observado que determinados estrógenos presentes en la mujer incrementan la expresión de enzimas con efectos antioxidantes, tales como la superóxido dismutasa o la glutatión peroxidada, con lo que las mitocondrias de las mujeres producen menor cantidad de ROS que la de los hombres, asociándose con una mayor longevidad de estas frente a los varones^{3,7}.

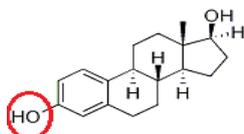


Figura 1. Estructura del 17β -E2. Rodeado en rojo se muestra el grupo hidroxilo del anillo fenólico A que le confiere sus propiedades antioxidantes.

Finalmente, cabe mencionar que es la pérdida repentina de la cantidad de estrógenos durante la menopausia la responsable de que las mujeres adquieran mayor riesgo de sufrir Alzheimer que los hombres en su etapa post-menopáusica, y que una terapia hormonal basada en estrógenos únicamente sería efectiva si se comienza a edades tempranas, pues en etapas tardías, posteriores a la menopausia, el cerebro deja de responder a los efectos de los estrógenos.

El resveratrol, por su parte, es una fitoalexina polifenólica presente

mayoritariamente en la piel de la uva negra y en el vino tinto. Además de sus ya demostradas propiedades antioxidantes (disminuyendo los efectos tóxicos de los ROS y evitando la peroxidación lipídica), se ha observado que este compuesto disminuye el riesgo de sufrir Alzheimer hasta en un 50%.

Recientemente, se ha propuesto un posible mecanismo mediante el cual se consigue dicha prevención. En este, se describe que el resveratrol potenciaría el sistema del plasminógeno, por el cual se produce una enzima, la plasmina, que degrada las placas $A\beta$ causantes del desarrollo de la AD. A su vez, este sistema está regulado positivamente por un factor de transcripción, $(PPAR)_\gamma$, que es activado por desacetilación catalizada por una enzima, SIRT1, de la familia de las sirtuinas, cuya acción también regularía el resveratrol.

Aunque no se conoce todavía si el resveratrol activa de forma directa o indirecta a SIRT1, o si existen vías alternativas de acción de este compuesto, sí se sabe que la ingesta moderada de vino previene diversas enfermedades cardíacas y neuronales, como la AD⁸.

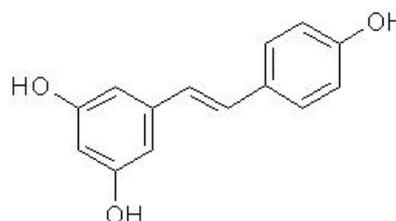


Figura 2. Estructura del Resveratrol¹⁰. Su mecanismo de acción se explica en el texto.

Conclusiones

Como se ha evidenciado en este artículo, la ciencia está realizando muchos progresos en la investigación de las causas reales que provocan la aparición del Alzheimer, así como en la búsqueda de nuevas moléculas

que lo combatan desde dentro. Sin embargo, y debido a las numerosas contradicciones que surgen entre los científicos sobre efectos secundarios y eficacia real de los fármacos investigados, queda un largo camino por recorrer hasta encontrar verdaderas curas que frenen el avance de esta enfermedad. Eso sí, siempre con una copita de vino al lado.

Referencias

- ¹. National Institute of Aging, Alzheimer's Disease Education & Referral Center.
- ². La neuroinflamación en la patogénesis de la enfermedad de Alzheimer. Dra. Rommy Von Bernhardt M.
- ³. Protective actions of sex steroid hormones in Alzheimer's disease. Christian J. Pike, Jenna C. Carroll, Emily R. Rosario, Anna Barron.

⁴. The role of tau kinases in Alzheimer's disease. Philip J Dolan, Gail VW Johnson.

⁵. Mitochondrial drugs for Alzheimer disease. David J. Bonda, Xinglong Wang, Katarzyna A. Gustaw-Rothenberg, George Perry, Mark A. Smith, Xiongwei Zhu.

⁶. Neuroquímica de la isquemia cerebral, excitotoxicidad, neuroprotección y futuro de los inhibidores de calpaína. Página Web: <http://www.infodoctor.org/neuro/Art16.htm>

⁷. Mitochondrial mechanisms of estrogen neuroprotection. James W. Simpkins, Kun Don Yi, ShaoHua Yang, James A. Dykens.

⁸. Therapeutic potential of resveratrol in Alzheimer's disease. Valérie Vingtdeux, Ute Drese-Werringloer, Haitian Zhao, Peter Davies, Philippe Marambaud.

⁹. Virtual and biomolecular screening converge on a selective agonist for GPR30. Cristian G Bologa, Chetana M Revankar, Susan M Young, Bruce S Edwards.

¹⁰. Página Web: <http://www.cancerquest.org/cancer-prevention-resveratrol.html>



GINKGO BILOBA.

EL ÁRBOL QUE SOBREVIVIÓ

Artículo realizado por Álvaro Ritoré Hidalgo

6 de agosto de 1945, Hiroshima, Japón. El primer bombardeo atómico de la historia dejó tras de sí un panorama de destrucción. Sin embargo, la única especie que se mantuvo en pie en las cercanías de la zona cero fue un árbol llamado *Ginkgo biloba*, por lo que se le conoce como “portador de esperanza”. Este árbol es uno de los mejores ejemplos de fósil vivo, ya que surgió hace aproximadamente 150 millones de años. El Ginkgo evolucionó en una época en la que la atmósfera terrestre se encontraba bastante más oxigenada que en la actualidad, lo que le permitió resistir las altas cantidades de oxidación celular provocadas por la radiación ionizante en una explosión atómica.

El *Ginkgo biloba*, o árbol de los cuarenta escudos, es un árbol caducifolio de origen asiático que puede llegar a vivir más de mil años. Esta especie está clasificada en su propia división, Ginkgophyta, compuesta únicamente por el *Ginkgo biloba*, de forma que es un árbol único en el mundo al no contar con “parientes vivos”. El Ginkgo ha sido empleado en la medicina tradicional china durante cientos de años.

Hoy en día, el Ginkgo es ampliamente utilizado como suplemento alimenticio por sus múltiples aplicaciones farmacológicas, en especial para tratar problemas circulatorios y estimular la memoria en personas de edad avanzada, sobre todo en casos de demencia como la enfermedad de Alzheimer. Los preparados farmacéuticos del extracto de las hojas secas de este árbol (EGb 761) contienen dos componentes bioactivos principales: glucósidos

flavonoides (24%) y lactonas terpénicas (6%), así como una muy pequeña cantidad (5 ppm) de ácido ginkgólico, una sustancia alérgica.

Los flavonoides, como la quercitina o el kaempferol, actúan como potentes antioxidantes, inhibidores enzimáticos y compuestos quelantes, y protegen los nervios, el músculo cardíaco, los vasos sanguíneos y la retina. Los terpenoides, entre los que destacan los ginkgólidos y los bilobálidos, actúan mejorando la circulación sanguínea, al dilatar los vasos sanguíneos y reducir la tendencia de las plaquetas a aglutinarse, evitando así la formación de trombos.

Además de tratar enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, el extracto de Ginkgo posee múltiples efectos beneficiosos en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, pérdida de memoria, tinnitus (pitidos en el oído), cáncer y estrés, y trastornos como el vértigo, la degeneración macular y la esquizofrenia.

Función antioxidante. Los principales mecanismos de acción del extracto de Ginkgo residen en su capacidad antioxidante. Esta actividad puede tener lugar de forma directa, al neutralizar los radicales libres o especies reactivas de oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés), o de forma indirecta, al potenciar la actividad de enzimas antioxidantes como la catalasa o la glutatión peroxidasa. También aumenta la expresión de algunas enzimas como la NADH deshidrogenasa, que forma parte de la cadena respiratoria de la membrana interna mitocondrial en las células eucariotas. Esto provoca un aumento de la producción de ROS en la mitocondria, lo que favorece la protección contra el desacoplamiento de la fosforilación oxidativa y el mantenimiento de unos niveles altos de ATP. Esto es fundamental

en la prevención de la peroxidación lipídica relacionada con los daños endoteliales, tisulares y neuronales, lo que mejora la tolerancia cerebral a la hipoxia y la protección de los tejidos frente a la isquemia.

Esta propiedad antioxidante del Ginkgo es común tanto en flavonoides (quercitina y kaempferol) como en terpenoides (ginkgólidos y bilobálidos). Los flavonoides actúan inhibiendo la ciclooxigenasa 2, enzima implicada en la síntesis de prostaglandinas, mientras que los bilobálidos aumentan la actividad de algunas enzimas antioxidantes.

Prevención del Alzheimer. El Alzheimer, uno de los casos más comunes de demencia senil, es una enfermedad neurodegenerativa caracterizada por el deterioro cognitivo de distintas zonas del cerebro y por graves trastornos de conducta. La patología de esta enfermedad consiste en la aparición de placas seniles o amiloides y ovillos neurofibrilares, que causan la pérdida de neuronas y, por tanto, de sinapsis entre ellas. Las placas seniles se forman mediante la deposición del péptido beta-amiloide ($A\beta$), formando una red irregular de agregados fibrilares con efectos neurotóxicos.

En relación a esta enfermedad, diversos estudios clínicos han confirmado la eficacia del extracto de *G. biloba* (Figura 1). En primer lugar, inhibe la formación de la fibra amiloide a partir de la proteína precursora de β -amiloide (APP), una etapa crítica en la patogénesis del Alzheimer. Unos niveles altos de colesterol provocan de manera indirecta la formación de APP. De esta forma, algunos compuestos del Ginkgo compiten con el colesterol libre por el sitio de unión de $A\beta$, evitando así la formación de placas amiloides, e incluso se puede llevar a cabo un metabolismo no

amiloidogénico del APP. Además, disminuye la toxicidad de las neurotoxinas liberadas por estas fibrillas.

En segundo lugar, protege al cerebro del estrés oxidativo causado por la proteína A β , al degradar el peróxido de hidrógeno, evitar la oxidación de los lípidos y neutralizar los ROS. En tercer lugar, el Ginkgo provoca un descenso de la apoptosis neuronal, por ejemplo, evitando su inicio en la mitocondria, por lo que incluso puede disminuir el avance de la enfermedad.

Finalmente, el Ginkgo también incrementa la actividad colinérgica y mejora la circulación sanguínea en el cerebro al estimular la secreción de noradrenalina.

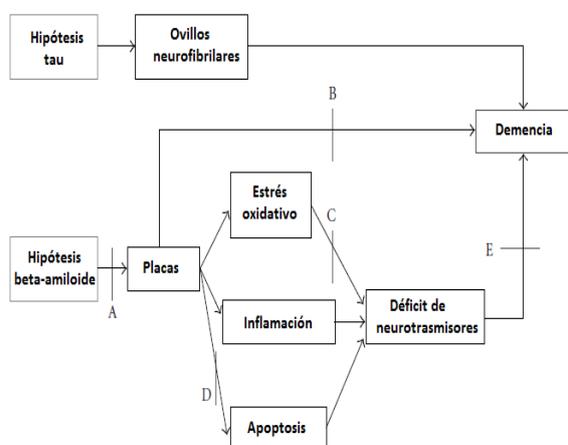


Figura 1. Sitios de bloqueo de *Ginkgo biloba* en la patogénesis del Alzheimer: A-E².

Sin embargo, a pesar de todos estos efectos terapéuticos del Ginkgo, los estudios clínicos aún no son concluyentes en relación a la estimulación de la capacidad cognitiva y de memoria en humanos.

Circulación sanguínea. La eficacia del Ginkgo en la prevención de accidentes cerebrovasculares y crisis cardíacas reside en su potente actividad antioxidante, su función antiagregante y su capacidad de aumentar del flujo sanguíneo mediante la

liberación de óxido nítrico y prostaglandinas.

El ginkgólido B, una terpenolactona, impide la agregación plaquetaria al inhibir la unión del factor activador de plaquetas o PAF a sus receptores de membrana y, además, gracias a su función antioxidante se reduce el riesgo de isquemia en el corazón. Asimismo, algunos flavonoides del Ginkgo aumentan la liberación de catecolaminas en el hígado, permitiendo una mejor irrigación del corazón.

Otras aplicaciones farmacológicas.

-Cáncer. El Ginkgo puede prevenir el cáncer, ya que reduce la angiogénesis (fundamental en la metástasis) y el estrés oxidativo, y altera la expresión de algunos genes implicados en la proliferación, diferenciación y apoptosis celular.

-Estrés, memoria y estados de ánimo. El estrés está cada vez más extendido en la sociedad moderna, y está correlacionado con problemas de memoria y aumento de la ansiedad. El estrés produce un aumento de los niveles de glucocorticoides, unas hormonas cuya síntesis y posterior liberación a la sangre es inhibida por los ginkgólidos A y B. El mecanismo consiste en disminuir la expresión del receptor de benzodiazepina periférico o PBR, así como reducir la capacidad de unión del ligando.

Formas farmacéuticas. Se utiliza un extracto concentrado 50:1 de Ginkgo (EGb 761) de 40-60 mg y se administra 3-4 veces al día por vía oral en soluciones líquidas, comprimidos o tabletas (Figura 2). No obstante, si el paciente presenta graves alteraciones cognitivas como Alzheimer, sería necesaria una dosis mayor de 240 mg por día.



Figura 2. Hojas de *Ginkgo biloba* (izquierda) y tabletas de 60 mg de Ginkgo (derecha)⁵.

Efectos secundarios. Se ha demostrado que un elevado consumo de Ginkgo puede desencadenar efectos adversos tales como molestias gastrointestinales leves, convulsiones, cefalea, mareos, hemorragias (por la inhibición de PAF) o reacciones alérgicas en la piel causadas por el ácido ginkgólico. Además, el Ginkgo puede interactuar con otros medicamentos, por lo que se recomienda consultar a un médico

antes de su consumo para evitar posibles efectos indeseados.

En conclusión, podemos afirmar que el extracto de Ginkgo es particularmente eficaz en el tratamiento de desórdenes cerebrales relacionados con la edad y problemas circulatorios.

Referencias

- ¹. Mahadevan S, Park Y. (2008) Multifaceted therapeutic benefits of *Ginkgo biloba* L.: chemistry, efficacy, safety, and uses. *Journal of Food Science* 73(1):R14-9
- ². Fu LM, Li JT. (2009) A Systematic Review of Single Chinese Herbs for Alzheimer's Disease Treatment. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2011, Article ID 640284
- ³. <http://www.equisalud.net>
- ⁴. <http://www.umm.edu/altmed/articles/ginkgo-biloba-000247.htm>
- ⁵. http://es.wikipedia.org/wiki/Ginkgo_biloba (imagen de la izquierda, fotografiada por James Field) y <http://www.botanical-online.com> (imagen de la derecha)
- ⁶. http://www.adaptogeno.com/productos/ginkgo_biloba.asp



CONJUGADOS ANTICUERPO-FÁRMACO: LA TERAPIA NO AGRESIVA CONTRA EL CÁNCER

Realizado por Gabriel Jurado Jiménez

Los conjugados anticuerpo-fármaco son construcciones moleculares que consisten en la unión de una pequeña molécula orgánica, normalmente con propiedades citotóxicas, a un anticuerpo monoclonal mediante un enlazador de distinta naturaleza. De esta forma obtenemos los beneficios de la especificidad de las inmunoglobulinas y de la alta toxicidad de las distintas citotoxinas que se pueden unir.

Actualmente, la mayoría de los fondos de investigación en el campo sanitario están dedicados al tratamiento de distintos tipos de cáncer. Pese a ello, la American Cancer Society prevé un incremento de un millón y

medio de afectados por año. Debido a datos tan desalentadores como éste, las líneas de investigación se están desviando de los tratamientos quimioterapéuticos convencionales y se están centrando en

nuevas alternativas como los conjugados anticuerpo-fármaco (ADC).

Tradicionalmente, las células tumorales se han combatido utilizando citotoxinas que atacaban a distintos procesos esenciales para la proliferación celular, como la replicación y reparación de ADN o distintos componentes del ciclo celular. Sin embargo, las células cancerosas no son las únicas con una alta tasa proliferativa en nuestros organismos, sino que los efectos de estas drogas también eran sufridos por otras importantes líneas celulares como la hematopoyética. Debido a esto, fue necesario desarrollar otros tipos de terapias cuya especificidad fuera más alta.

A partir de 1970, los anticuerpos monoclonales (mAb) ofrecieron muchas esperanzas. Éstos son inmunoglobulinas diseñadas artificialmente para el antígeno de interés. La estrategia que se suele seguir consiste en la ampliación del gen que dé lugar a un anticuerpo por PCR utilizando una polimerasa con una tasa de error alta. De esta forma obtenemos muchos anticuerpos distintos que tendrán una especificidad diferenciada. Con estos fragmentos crearemos una genoteca, utilizando, por ejemplo, *E. Coli*. Una vez hemos hallado el antígeno que caracteriza la línea de células tumorales que nos interesa, tan sólo tenemos que ponerlo en contacto con los anticuerpos que hemos sintetizado con nuestra genoteca y aislar cuál de ellos es aquel que tiene una interacción más fuerte con el antígeno.

Tras una etapa de ensayos clínicos, esta estrategia parecía que no iba a tener tan buenos resultados como auspiciaba, ya que estos anticuerpos sintéticos mostraron altos niveles de rechazo. Este problema se ha resuelto utilizando técnicas de quimerización y humanización. La primera consiste en la inserción de fragmentos de

anticuerpos humanos en el sintético o foráneo, mientras que en la segunda se identifica la secuencia del anticuerpo que nos interesa y se inserta en el gen de un humano (ver figura 1). El éxito de esta estrategia pasó a ser tal que, mientras que el 11% de las citotoxinas que entraban en ensayos clínicos eran aprobadas, los anticuerpos monoclonales aprobados ascendían hasta el 20%.

Pese a la alta especificidad de los mAbs, el potencial citotóxico de estas moléculas se encuentra muy por debajo del de las citotoxinas químicas, ya que, a diferencia de los múltiples mecanismos de acción de las citotoxinas, el ataque de los mAbs radica exclusivamente en la inducción de la apoptosis de la célula diana, lo cual no llega a ser posible siempre. Por ello, la estrategia por la que se apuesta ahora es la creación de moléculas híbridas que contenga un mAb, que reconozca el antígeno específico de las células tumorales que se quieran erradicar, y una citotoxina que será la encargada de acabar con la célula a través de distintos mecanismos.

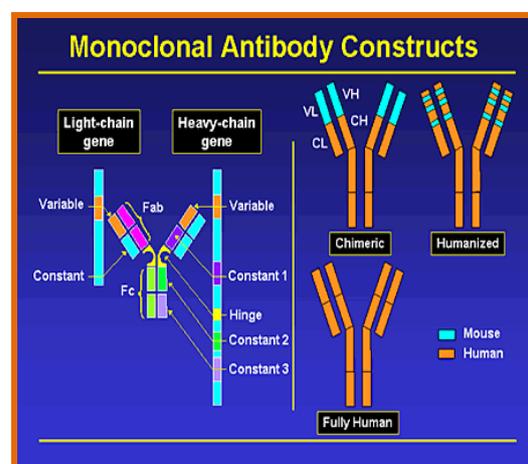


Figura 1. Construcción de anticuerpos monoclonales¹.

Un elemento de gran importancia a la hora de diseñar estos conjugados es la unión entre el anticuerpo y la toxina. Este enlace

ha de ser lo suficientemente fuerte para que la toxina no se libere en el sistema circulatorio desde que se administra el conjugado hasta que llegue a su objetivo, pero a su vez ha de ser capaz de romperse una vez alcanzado éste para que la citotoxina quede activada y pueda ejercer su función.

La elección del conector apropiado va a depender en gran medida del suceso que tenga lugar tras la unión del anticuerpo al receptor. En ocasiones, esta unión provoca la entrada del conjugado por vía lisosomal ácida por lo que sería conveniente utilizar un enlazador degradable en ambientes de bajo pH. También se puede optar por unir anticuerpo y toxina por puentes disulfuros que serán degradados en el interior celular por las altas concentraciones de glutatión. Otro tipo de unión, que otorga al conjugado una mayor estabilidad durante la fase farmacocinética, son los enlaces peptídico y tioéter. Estos dos tipos de enlaces son muy resistentes en el sistema circulatorio, ya que para su degradación es necesaria la acción de enzimas proteolíticas que se encuentran dentro de las células.

Otro aspecto importante en la síntesis de los conjugados es la optimización de la reacción de conjugación, para lograr productos con una proporción definida y homogénea de toxina/anticuerpo y la unión de las toxinas a residuos específicos de lisina o cisteína del anticuerpo. Es cierto que cuanto mayor sea esta proporción mayor será la concentración de la toxina dentro de la célula diana, pero un exceso de la misma puede afectar a la especificidad del anticuerpo por el antígeno, e incluso provocar su precipitación al disminuir su solubilidad. Además, es importante que el sitio de unión sea homogéneo en los productos para obtener datos fiables en los ensayos clínicos, puesto que, dependiendo

de dónde se una, puede afectar de una forma distinta a la estructura del conjugado.

Además de estos factores, a la hora del diseño de los conjugados también se puede jugar con el posible efecto colateral que tenga su degradación en las células adyacentes a la diana aun cuando no presenten el antígeno. Esto es debido a que distintos metabolitos producidos por el procesamiento de los conjugados pueden ser exportados por la célula diana llegando a afectar a las células vecinas. Teniendo esto en cuenta, aparte de las toxinas, se pueden incluir otros tipos de moléculas cuyo procesamiento sepamos que dará lugar a este tipo de metabolitos. Así podríamos eliminar las células aparentemente sanas circundantes al tumor para asegurarnos de que no se volverá a desencadenar una vez erradicado.

A pesar de que los primeros conjugados que entraron en los ensayos clínicos, como Mylotarg o bivatuzumab mertansine, hayan sido retirados, los datos obtenidos nos son de gran ayuda para saber hacia dónde debemos encaminar las investigaciones realizadas en el campo de los conjugados fármaco-anticuerpo.

Por ejemplo, la especificidad del Mylotarg con los antígenos diana resultó no ser tan alta, por lo que se producían procesos de endocitosis no específica del conjugado y bloqueo del mismo por otros tipos de antígenos. Por otra parte, el problema del bivatuzumab mertansine resultó ser el antígeno que se escogió como diana, ya que éste era presentado por células epiteliales normales además de las tumorales, lo que provocó efectos secundarios en los tejidos epiteliales que incluso condujeron a la muerte de un paciente. Debido a esto, es necesario mejorar los procesos de selección de anticuerpos para asegurar tanto niveles altos de especificidad de unión anticuerpo-

antígeno, como la correcta elección de un antígeno que se presente exclusivamente en las células tumorales.

Como conclusión final podemos resaltar la importancia de continuar con los ensayos clínicos, a pesar del riesgo que, en ocasiones, entrañan. Esta técnica es una gran promesa para la lucha contra el cáncer, debido, tanto a su gran potencial para combatirlo con eficacia, como al hecho de que su modo de acción mejoraría la calidad de vida de los pacientes comparándola con la que ofrecen los tratamientos convencionales de quimioterapia. Por ello, es primordial continuar recogiendo datos sobre el efecto de estos conjugado *in vivo*

para la mejora de su seguridad, eficacia y eficiencia.

Referencias

1. U. Iyer, V.J. Kadambi . *Antibody drug conjugates — Trojan horses in the war on cancer. Journal of Pharmacological and Toxicological Methods* 64 (2011) 207–212.
2. Gert Riethmüller and Judith P. Johnson. *Monoclonal antibodies in the detection and therapy of micrometastatic epithelial cancers. Current Opinion in Immunology* 1992, 4:647-655
3. Monica Whitmire, Alan Breau. *Evaluating the Bioequivalence of Antibody–Drug Conjugates* PHARMACEUTICAL TECHNOLOGY, pp. s22-s27

Imágenes

¹ http://www.medscape.org/viewarticle/507490_4

PASATIEMPOS



EL GRAN JUEGO SOBRE LA NANOTECNOLOGÍA

Creado por Carmen Salguero Aranda

En este fantástico juego podrás demostrar tus conocimientos a cerca de la nanotecnología, la ciencia de las partículas a escala nanométrica. Además, te ayudará a adquirir nuevos conceptos, definiciones o incluso aplicaciones de estas extraordinarias partículas.

REGLAS DEL JUEGO

Cada color de la casilla se corresponde a un tipo de pregunta:

- **Casilla azul:** Verdadero o falso
- **Casilla naranja:** Responde a la pregunta
- **Casilla malva:** Completa la frase con la palabra que falta

Además, en el camino encontrarás casillas "**Sorpresas**". Aquí conocerás algunas curiosidades de la Nanotecnología que quizás no sabías...

Eso es todo, es muy fácil y divertido. Veamos cuantas respuestas correctas eres capaz de contestar.



PREGUNTAS

1. Un sistema disperso, o coloidal, es un sistema constituido por partículas discretas situadas en el seno de una fase discontinua.

Verdadero / Falso

2. ¿Qué tipo de coloide es la mayonesa?

Aerosol / Emulsión / Espuma Sólida / Sol

3. El fenómeno característico de los coloides por el que la luz es dispersada en muchas direcciones, se denomina efecto...

Stroop / Tyndall / Doppler

4. Los surfactantes constan de una zona de la molécula que es hidrófila (es decir, que tiene afinidad por el aceite), y otra zona hidrófoba (a efectos prácticos, tiene afinidad por el agua).

Verdadero / Falso

6. ¿Qué tipo de coloide es la niebla?

Aerosol / Emulsión / Espuma Sólida / Sol

8. Las moléculas que minimizan la superficie de contacto aceite/agua y tienen la capacidad de estabilizar estos sistemas, se denominan...

Actímeros / Sulfatos / Tensiómeros / Surfactantes

9. La palabra inglesa "bulk" se refiere, en el contexto de la nanotecnología, a los materiales "macroscópicos"

Verdadero / Falso

10. ¿De qué dos formas es posible controlar el tamaño de las nanopartículas obtenidas?

- Modificando el tiempo de reacción y la temperatura.
- Según la elección del disolvente y del soluto.
- Modificando la concentración del precursor y la del disolvente.

12. Los métodos de obtención son aquellos en los que se parte de partículas macroscópicas y se reduce su tamaño mecánicamente a la escala nanométrica, por ejemplo por procesos de molienda o abrasión.

Top-down / Bottom-up

13. Para que un material sea considerado "nanomaterial" sus tres dimensiones deben encontrarse en el rango nanométrico

Verdadero / Falso

14. Los núcleos crecen de forma rápida a partir de los monómeros de la disolución

Sobresaturados / No saturada / Casi Saturada

15. Las nanopartículas pueden presentar una estructura cristalina o amorfa

Verdadero / Falso

16. ¿Qué tipo de coloide es la nata montada?

Aerosol / Emulsión / Espuma Sólida / Sol

18. Uno de los principales objetivos de la nanociencia es desarrollar métodos adecuados de síntesis de nanomateriales que permitan controlar dos importantes parámetros: su tamaño, ya que es el único responsable de las propiedades del nanomaterial resultante.

Verdadero / Falso

19. Los nanotubos de carbono, al igual que los fullerenos, se pueden obtener por

Modificación del pH / Descarga eléctrica

20. ¿Por qué no puede emplearse la técnica de la nanolitografía para obtener nanoestructuras en todos los tipos de materiales?

- Porque es necesario que sean materiales orgánicos.
- Porque es necesario que sean materiales conductores.
- Porque es necesario que sean materiales inorgánicos.

21. Las nanopartículas de QD comprenden un núcleo orgánico (el quantum dot propiamente dicho), recubierto por una capa de moléculas inorgánicas (o ligando orgánico)

Verdadero / Falso

23. En los métodos de síntesis se parte de precursores atómicos o moleculares que se hacen agregar en las condiciones experimentales adecuadas

Top-down / Bottom-up

24. ¿Qué tipo de coloide es la pintura blanca?

Aerosol / Emulsión / Espuma Sólida / Sol

25. Los sistemas dispersos son heterogéneos y termodinámicamente estables, por lo que las fases que lo componen tienden a coalescer

Verdadero / Falso

27. Los polímeros pertenecen a los nanomateriales ...

Orgánicos / Inorgánicos

28. En la obtención de nanopartículas cerámicas se emplean tanto métodos físicos como métodos químicos, no obstante, en la actualidad se están imponiendo los métodos químicos, ya que estos proporcionan nanopartículas cerámicas de mejor calidad.

Verdadero / Falso

29. Especialmente el oro y la plata, han adquirido una especial relevancia en las nanociencias. ¿A qué es debido?

- A que son partículas metálicas.
- A sus propiedades ópticas.
- A su pequeño tamaño.

CASILLAS SORPRESA

5. Se está investigando en la creación de recubrimientos comestibles e invisible, que ayude a conservar el producto durante más tiempo, sin modificar su sabor, olor, color o incluso mejorarlo. Además, en un futuro podrían crearse alimentos funcionales capaces de aportar una cantidad apropiada de calcio a los consumidores con osteoporosis, o alimentos con

nanofiltros diseñados para retener las moléculas susceptibles de provocar reacciones alérgicas. A largo plazo, podrían crearse nanosensores que detectaran el perfil individual de una persona y activaran la emisión de las moléculas apropiadas personalizando el alimento según sus gustos o necesidades.

7. Se ha diseñado un nuevo puzzle, NeoCube, formado por partículas nanométricas metálicas. Presenta una gran versatilidad, ya que puede tomar cualquier forma que deseemos.

11. Se han diseñado nanopartículas de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), por su similitud al componente inorgánico del hueso, para tratar de curar enfermedades osteodegenerativas, traumas y fracturas que comprometen al tejido óseo. La hidroxiapatita en tamaño nanométrico tiene la ventaja de ser más resistente que el mismo compuesto a escala macrocópica. Además, su biocompatibilidad, biodegradabilidad lenta in situ, y una buena capacidad de osteoconductiva la hacen una buena candidata para crecer sobre ellas osteoblastos y utilizarlos para trasplantes.

17. Se ha creado un nuevo hilo o fibra nanométrica, mediante la combinación de unas capas muy finas de plástico y de cristal, que puede reflejar toda la luz que brille sobre ella. El ejército de los Estados Unidos pretende utilizar este avance para crear códigos de barra ópticos que permitirá distinguir a compañeros del mismo contingente durante la noche. Pero esta nueva fibra puede tener gran éxito comercial en el sector de moda, ya que pueden crearse ropas que cambien de color.

22. Las nanopartículas de óxido de hierro (SPION) se han convertido en uno de los mejores candidatos para la terapia del cáncer. Estas consta de tres partes: un núcleo de óxido de nanopartículas de hierro que sirve como un vehículo para el fármaco, gen o proteínas y el agente de contraste para resonancia magnética, una capa en la nanopartícula de óxido de hierro que promueve interacciones favorables entre el SPION y el sistema biológico, y una carga que realiza la función designada in vivo.

26. Se están desarrollando “Dosificadores inteligentes” a escala nanométrica, lo que plantea la posibilidad de diseñar dispositivos que contienen diminutas dosis de fármacos u hormonas convenientemente empaquetadas que no liberarían su contenido hasta no alcanzar las células objetivo. Estos sistemas deben poseer la combinación de algunas de las siguientes

propiedades; control temporal, autorregulación o regulación remota, capacidad de ser preprogramados y de reconocer sus tejidos diana. La identificación de las células objetivo se llevaría a cabo mediante identificaciones químicas que se corresponderían con tejidos concretos. Entre sus aplicaciones se puede citar el control de la trazabilidad de productos animales o para eliminar una bacteria común en estas aves, el *Campylobacter*, entre otros.

RESPUESTAS

1. Verdadero / **Falso**
2. Aerosol / **Emulsión** / Espuma Sólida / Sol
3. Stroop / **Tyndall** / Doppler
4. Verdadero / **Falso**
6. **Aerosol** / Emulsión / Espuma Sólida / Sol
8. Actímeros / Sulfatos / Tensiómeros / **Surfactantes**
9. **Verdadero** / Falso
10. **-Modificando el tiempo de reacción y la temperatura.**
 -Según la elección del disolvente y del soluto.
 -Modificando la concentración del precursor y la del disolvente.
12. **Top-down** / Bottom-up
13. Verdadero / **Falso**
14. **Sobresaturados** / No saturada / Casi Saturada
15. **Verdadero** / Falso
16. Aerosol / Emulsión / **Espuma Sólida** / Sol
18. Verdadero / **Falso**
19. Modificación del pH / **Descarga eléctrica**
20. -Porque es necesario que sean materiales orgánicos.
-Porque es necesario que sean materiales conductores.
 -Porque es necesario que sean materiales inorgánicos.
21. Verdadero / **Falso**
23. Top-down / **Bottom-up**
24. Aerosol / Emulsión / Espuma Sólida / **Sol**
25. Verdadero / **Falso**
27. **Orgánicos** / Inorgánicos

28. Verdadero / Falso

29. - A que son partículas metálicas.

- **A sus propiedades ópticas.**

- A su pequeño tamaño.

***¡ESPERO QUE HAYAS ACERTADO MUCHAS PREGUNTAS,
PERO SOBRETUDO QUE HAYAS APRENDIDO!***

Disfruta de este juego de forma interactiva pulsando [AQUÍ](#)



¿Sabías que...

Javier Macías

+ ...cierto isótopo del oro, el Au^{198} se usa en técnicas de tratamientos de cáncer y otras enfermedades? Esta técnica consiste en inyectar nanopartículas de oro que, en el interior del individuo enfermo, se iluminan con un rayo láser, de forma que irradian luz y calor dentro del cuerpo. De este modo, si los investigadores son capaces de hacer que las nanopartículas se fijen exclusivamente en las células afectadas de cáncer, podrían calentarlas hasta destruir el tumor maligno, sin afectar a los tejidos sanos.

+ ...el vidrio es un líquido que, debido a la alta viscosidad de sus partículas, fluye tan lentamente que (a temperatura ambiente) tardaríamos años en apreciar algún cambio?

+ ... cada caloría alimenticia (calorías que aparecen en los envases de alimentos) corresponde a 1.000 calorías reales?

+ ...el llamado “hielo seco” no es realmente hielo, sino dióxido de carbono (CO_2) en estado sólido? Este “hielo seco” se obtiene mediante técnicas de enfriamiento y compresión del CO_2 y se llama así (aparte de por su parecido con el hielo) porque pasa directamente del estado sólido al estado gaseoso sin dejar ningún residuo de humedad (sublimación) a diferencia del hielo normal.

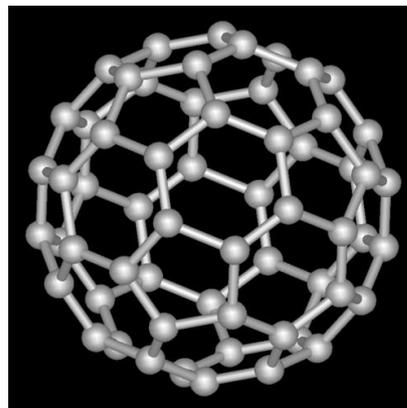
+ ...el cloro es el elemento más dañino para el planeta? Una pequeña cantidad de cloro es capaz de contaminar grandes extensiones de agua, además una sola molécula de Cl_2 en la atmósfera puede destruir hasta 10.000 moléculas de ozono

(O_3), que protege nuestro planeta de muchas de las radiaciones nocivas del sol.

+ ... el verde (un color que necesita grandes cantidades de cloro para ser estable) es el color de los ecologistas y la naturaleza?

+ ...el iridio (Ir), junto con el osmio (Os), es el metal más pesado (y de los más escasos) que existe? Un cubo de 30 cm. de lado, con un volumen total de 27.000 cm^3 , pesaría alrededor de 650 kg.

+ ...el futboleno, consistente en una molécula formada por un número par (mayor de 32, normalmente 60) de carbonos) recibe este nombre debido a que su estructura es muy similar a la de un balón de fútbol?



+ ...muchos de los átomos que forman nuestros cuerpos tienen origen extraterrestre y son más antiguos que nuestro propio planeta?

¹<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Curiosid.html>

²<http://grupolipo.blogspot.com/2010/06/cerrado-por-futbol-entrevista-eduardo.html> (imagen)

El origen de Eureka:

Herón II, rey de Siracusa, pidió un día a su pariente Arquímedes uno de los mayores matemáticos de la antigüedad, que posteriormente participó activamente en la defensa de Siracusa, que comprobara si una corona que había encargado a un orfebre local era realmente de oro puro, sin dañar dicha joya.

Arquímedes trabajó largamente con el problema sin saber cómo solucionarlo, hasta que un día, al meterse en la bañera para darse un baño y ver como el agua de la bañera se salía de ésta al introducirse él, se le ocurrió la solución. Pensó que el agua que se desbordaba tenía que ser igual al volumen del cuerpo que estaba sumergido, directamente relacionado con “El Principio de Arquímedes”. Si medía el agua que rebosaba al meter la corona en la bañera, conocería el volumen de la misma para compararlo con el volumen de un objeto de oro del mismo peso que el ornamento. Si los volúmenes fuesen iguales, la corona debía de ser de oro puro.

Debido a la emoción que le produjo su descubrimiento,

Arquímedes saltó de la bañera y fue corriendo desnudo hacia el palacio gritando: "¡Lo encontré! ¡Lo encontré!", en el griego clásico, “Eureka”.

La palabra griega "¡Eureka!" utilizada por Arquímedes, ha quedado desde entonces como una expresión que indica la realización de un descubrimiento.

Al llevar a la práctica este principio, se comprobó que la corona tenía un volumen menor que un objeto de oro de su mismo peso. Contenía una alta cantidad de plata, que es un metal menos denso que el oro y, bastante menos valioso.





LA VIDA ES BREVE, LA CIENCIA EXTENSA

Pablo Rodríguez Núñez

A lo largo de la historia, han sido numerosas las personas que se ha dedicado a la ciencia, han hablado o reflexionado sobre ella. A continuación se han recopilado una serie de pensamientos y grandes verdades pronunciadas por célebres personajes.



“LA VIDA ES BREVE, LA CIENCIA EXTENSA”
Hipócrates (460 a.C.- 370 a. C.). Médico de la Antigua Grecia.



*“LA VERDAD ES UN ÁCIDO CORROSIVO QUE SALPICA CASI SIEMPRE AL
QUE LA MANEJA.”*
Santiago Ramón y Cajal (1852-1934). Médico e investigador español.



“DEJAMOS DE TEMER AQUELLO QUE SE HA APRENDIDO A ENTENDER.”
Marie Curie (1867-1934). Química y física polaca.



*“EN LA CIENCIA, LA AUTORIDAD DE UN MILLAR NO ES SUPERIOR AL
HUMILDE RAZONAMIENTO DE UNA SOLA PERSONA.”*
Galileo Galilei (1564-1642). Físico y astrónomo italiano.



*“LAS CIENCIAS APLICADAS NO EXISTEN, SÓLO LAS APLICACIONES DE LA
CIENCIA.”*
Louis Pasteur (1822-1895). Químico francés.



“INVESTIGAR ES VER LO QUE TODO EL MUNDO HA VISTO, Y PENSAR LO QUE NADIE MÁS HA PENSADO.”

Albert Szent-Györgi (1893-1986). Bioquímico húngaro.



“LA FRASE MÁS EXCITANTE QUE SE PUEDE OÍR EN LA CIENCIA, LA QUE ANUNCIA NUEVOS DESCUBRIMIENTOS, NO ES ¡EUREKA! SINO: ¡ES EXTRAÑO...!”

Isaac Asimov (1920-1992). Bioquímico y escritor ruso.



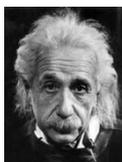
“LA IGNORANCIA AFIRMA O NIEGA ROTUNDAMENTE, LA CIENCIA DUDA”

Voltaire (1694-1778). Filósofo francés.



“ME LO CONTARON Y LO OLVIDÉ, LO VI Y LO ENTENDÍ, LO HICE Y LO APRENDÍ”

Confucio (551 a. C. - 479 a. C.). Filósofo chino.



Albert Einstein (1879-1975). Físico alemán.

“SERÍA POSIBLE DESCRIBIR TODO CIENTÍFICAMENTE, PERO NO TENDRÍA NINGÚN SENTIDO; CARECERÍA DE SIGNIFICADO EL QUE USTED DESCRIBIERA LA SINFONÍA DE BEETHOVEN COMO UNA VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA ONDA AUDITIVA.”

“NO ENTIENDES REALMENTE ALGO A MENOS QUE SEAS CAPAZ DE EXPLICÁRSELO A TU ABUELA.”

“SI BUSCAS RESULTADOS DISTINTOS, NO HAGAS SIEMPRE LO MISMO.”

<http://www.uv.es/jaguilar/varios/frases.html>

<http://www.100ciaquimica.net/misc/citas/inicio.htm>

<http://www.fundacionquimica.org/anecdota.php?id=15>

<http://www.google.es/search =fotos+de+cientificos>

<http://www.personasfamosas.es/biografia>

<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/.htm>



MATERIALES POLIMÉRICOS

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión mediante enlaces químicos de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. Pueden ser materiales de origen tanto natural como sintético. Los monómeros son la unidad estructural o conjunto de átomos que se repite a lo largo de una macromolécula o polímero. Los polímeros no son especies químicas puras y, por ello, no tienen un peso molecular ni punto de fusión definidos.

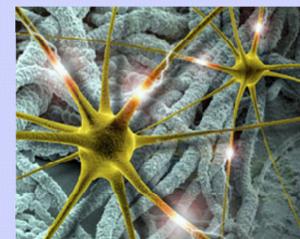
Curiosidades

Polímeros con memoria de forma

Materiales que después de haber sufrido un proceso de vulcanizado poseen una forma estable y a cierta temperatura (temperatura de obturación) pueden obtener una forma temporal a la que se accede simplemente calentando el polímero. Aplicaciones médicas: introducción de prótesis o herramientas quirúrgicas dentro del cuerpo humano capaces de desplegarse una vez situados en su posición.

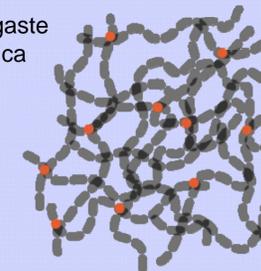
Nanohilos derivados de polímeros de coordinación

Polímeros formados por secuencias fragmento metálico-compuesto orgánico: $(-M-L-M-L-)_n$. A diferencia de los polímeros clásicos formados por monómeros orgánicos, los polímeros de coordinación presentan conductividad eléctrica.



Propiedades

- Gran resistencia al ataque de ácidos, bases y agentes atmosféricos
- Alta resistencia a la rotura y al desgaste
- Baja conductividad eléctrica y térmica
- Se pueden producir fácilmente
- Gran elasticidad
- Fáciles de teñir
- Baja densidad
- Relativamente baratos

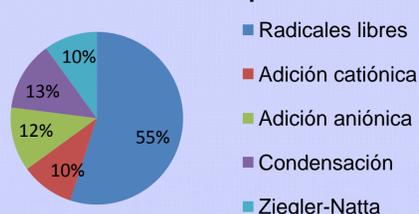


Reacciones para su obtención

Polimerización por adición

| Etapas | Tipos | | |
|--------------------|--|---|---|
| | Por radicales libres | Catiónica | Aniónica |
| Iniciación | El iniciador es un radical libre que activa al monómero atacando al doble enlace por su alta energía, y convirtiendo a la molécula en un radical libre | Polimerización basada en catalizadores de Friedel-Crafts a través de carbocationes terciarios. El carbocatión formado reacciona con el doble enlace del monómero formando el catión | Un anión actúa como iniciador. Ataca al doble enlace del monómero y se crea una molécula con carga negativa |
| Propagación | Este radical libre interactúa con otro monómero iniciando una reacción en cadena | Adición de monómeros según la regla de Markovnikov | El monómero activado ataca al doble enlace de otro monómero y se van añadiendo sucesivamente |
| Terminación | Adición de un radical libre finalizador o combinación de dos cadenas | Pérdida de un protón y formación de un doble enlace | Agotamiento de los monómeros o adición de agua que reacciona con el carbanión |

Cómo se hacen los polímeros



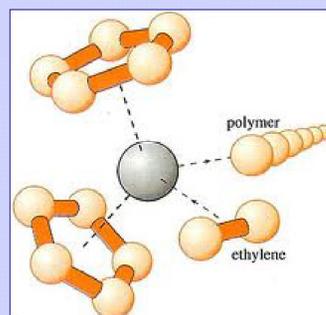
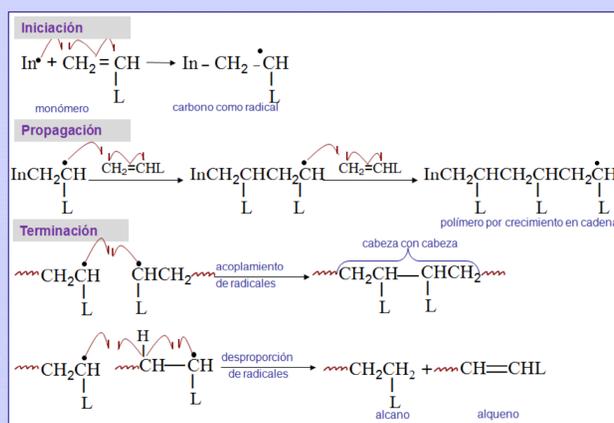
Por condensación

Las unidades del monómero tienen grupos funcionales que pueden reaccionar químicamente entre sí para producir polímeros lineales. Las unidades monoméricas pueden reaccionar con cualquier otra o con productos poliméricos de cualquier tamaño (oligómeros).

Polimerización por catalizadores de Ziegler-Natta

Los catalizadores de Ziegler-Natta son complejos metálicos con propiedades catalíticas que permiten la polimerización estereoespecífica de alquenos. Se componen de:

- Un cloruro de metal de transición (Ti, Co, Ni, Nd)
- Un compuesto organometálico (habitualmente un alquil-aluminio)

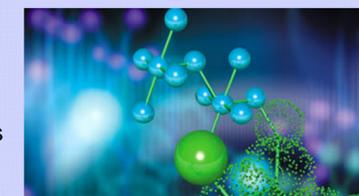


Clasificación

Plásticos

Materiales de baja densidad fácilmente moldeables

- Termoestables
- Termosensibles



| Nombre | Polietileno | Poliestireno | PVC (policloruro de vinilo) | Polimetilmetacrilato | Nylon |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|
| Usos | Envases, aislante eléctrico | Lentes ópticas | Masillas y recubrimientos | Varillas y ventanas | Fibras sintéticas, automoción |
| Monómero | <chem>[*]C(C)[*]</chem> | <chem>[*]C(C1=CC=CC=C1)[*]</chem> | <chem>[*]C(Cl)C[*]</chem> | <chem>[*]C(C(=O)OC)C[*]</chem> | <chem>[*]C(=O)CCCCNC(=O)CCCCN[*]</chem> |
| Imagen microscopía | | | | | |

Elastómeros

Sus dimensiones varían al ser sometidos a esfuerzos pero recuperan su forma original cuando estos cesan.



Explicación termodinámica

Las cadenas del polímero no permanecen alineadas porque las fuerzas intermoleculares necesarias para sujetarlas en este ordenamiento son más débiles que la de las fibras. Los elastómeros no suelen tener grupos polares que favorezcan la formación de puentes de hidrógeno. Las uniones de van der Waals no son lo suficientemente fuertes para mantener a las cadenas extendidas con lo que estas vuelven a su conformación inicial, más desordenada. En un elastómero la entropía derrota a la entalpía.

| Nombre | Caucho de estireno butadieno | Caucho de nitrilo | Policloropreno | Caucho de silicona |
|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Usos | Neumáticos | Mangueras | Trajes de neopreno | Moldes, aislantes eléctricos |
| Monómero | <chem>[*]C(C=C1C=CC=CC=C1)C[*]</chem> | <chem>[*]C(C#N)C[*]</chem> | <chem>[*]C(C=C)C[*]</chem> | <chem>[*]Si(CH3)(CH3)O[*]</chem> |