

# Química verde o sustentable

Por Patrick Moyna (\*)

**A pesar de los grandes beneficios a la humanidad que ha traído el gran desarrollo de la química desde fines del siglo XIX, hace unos 50 años los efectos negativos sobre el medioambiente de algunas tecnologías y productos de la misma comenzaron a hacerse obvios. Las reacciones dentro de la propia comunidad de los químicos para contrarrestar y evitar estos efectos han ido en aumento, constituyendo lo que ahora se llama Química Verde.**

La Química desarrolló sus bases teóricas y experimentales durante el Siglo XIX y la primera mitad del Siglo XX. Los resultados de este desarrollo tuvieron efectos espectaculares, tanto en el área de la salud humana -durante el siglo XX los nuevos medicamentos y antibióticos hicieron subir la expectativa de vida media de unos 40 a unos 75 años-, como en los más diversos campos de la industria. La producción eficiente de gasolina, el desarrollo de pesticidas y la píldora anticonceptiva son algunos ejemplos. Dentro de los logros más recientes, afectando todos los aspectos de la actividad humana, están la fabricación de nuevos materiales, la preparación de nano-componentes, las fibras ópticas y los cristales líquidos.

Así es que para la segunda mitad del Siglo XX ya estaban sentadas las ideas y conocimientos que le permitían a los científicos y técnicos diseñar nuevos compuestos con propiedades pre-establecidas. Esto permitió la producción cada vez más acelerada de nuevas sustancias, lo que inicialmente se hizo con muy poca consideración de los efectos colaterales que su preparación, o utilización, podían tener en los ambientes que no eran el blanco específico para los que habían sido pensados. Los químicos intentaban resolver los problemas técnicos y sociales inmediatos sin pensar en los "riesgos colaterales".

## Evitar efectos negativos

Desde fines de los años 50 y principios de los 60, los aspectos medioambientales negativos de algunas tecnologías y productos químicos comenzaron a hacerse



Dra. Pilar Menéndez en el Laboratorio de Biotransformaciones de la Facultad de Química.

tan obvios que en todo el mundo los gobiernos comenzaron a redactar y aplicar reglamentos y leyes que buscaban controlar la situación. Al mismo tiempo, tímidamente en un principio, pero muy intensamente desde los 90, grupos de químicos en Europa y en Norteamérica también tomaron conciencia de la situación y comenzaron a desarrollar ideas tendientes a establecer las bases de nuevos métodos de trabajo y producción que fueran benignos con el medio ambiente. Actualmente hay un creciente esfuerzo mundial en este sentido, y se ha propuesto el nombre de "Química Verde" a la actividad resultante.

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) define a la Química Verde como "la invención, el diseño y el uso de productos y procesos químicos que reduzcan o eliminen el uso y la generación de sustancias peligrosas". La Química Verde no supone la eliminación inmediata y total de las sustancias normalmente utilizadas en la vida moderna y que son

tóxicas en ciertos momentos y lugares, sino que implica un proceso de mejoras progresivas y continuas, con la esperanza que se avance hacia un sistema sustentable.

Como, debido a los conocimientos obtenidos, antes de entrar en el laboratorio se puede saber si un producto que se va a preparar por primera vez va a tener o no color, si va a ser sólido o líquido, si será ácido o neutro, si va a poder ser degradado por microorganismos o no, la Química Verde pretende que las nuevas moléculas se diseñen para que, además, sean inocuas para el medio y el ser humano, que se degraden naturalmente en plazos razonables y que se transformen en derivados que tampoco sean nocivos.

## En Uruguay también

En la Facultad de Química de la Universidad de la República (UdelaR) se está comenzando a trabajar en el contexto de estas ideas. Hay varios grupos de trabajo que están aplicando las 3Rs (Reducción / Reutilización / Recuperación) al manejo de materiales y productos dentro de la propia Facultad, mejorando la gestión ambiental en los cursos prácticos y en la administración. En el laboratorio de Química Analítica Medioambiental, se están poniendo a punto nuevos métodos para estudiar la contaminación al ambiente reduciendo las cantidades de reactivos necesarias en cada medición, por ende disminuyendo el impacto ambiental de los propios métodos de control, que son inevitables. Otros grupos están estudiando reacciones químicas utilizando catalizadores o enzimas para disminuir los residuos o mejorando las biotransformaciones de productos orgánicos para no utilizar reactivos nocivos.

Varios proyectos están vinculados a estudios sobre disolventes, ya que su uso es inevitable en muchas reacciones químicas y procesos industriales como en la producción de pinturas, agroquímicos, textiles, tintas, aceites comestibles, etc. Los disolventes pueden ser usados durante la preparación o ser componentes del producto final. Los disolventes orgánicos volátiles (VOCs), como ser los derivados del petróleo, la acetona

o el cloroformo, son una de las principales fuentes de contaminación ambiental antropogénica, así que el tema de su sustitución por solventes no contaminantes es de enorme importancia, tanto desde el punto de vista industrial como del ambiental.

Los proyectos en desarrollo incluyen el estudio que llevan a cabo los químicos del Laboratorio de Grasas y Aceites sobre los fluidos supercríticos -gases que por encima de cierta temperatura y a altas presiones se comportan como líquidos, lo que los hace útiles para hacer extracciones con buenos rendimientos (1)-, y el que llevan adelante docentes del Departamento de Tecnología Química sobre los líquidos iónicos, sales orgánicas que funden a temperatura ambiente y que tienen propiedades físicas y químicas peculiares (2).

## Solventes seguros

En la Unión Europea, en 2006, se creó un consorcio científico (3) SOLVSAFE, que intenta desarrollar nuevos disolventes menos contaminantes dentro de la orientación de la Química Verde. Las propuestas de SOLVSAFE son, en una primera etapa, lograr reducciones del 50% en los volúmenes de disolventes utilizados en procesos industriales y del 70% de las emisiones industriales de disolventes volátiles a la atmósfera, aprovechar el anhídrido carbónico como base de nuevos disolventes reduciendo su concentración en la atmósfera, la utilización de un 40% de productos de carácter renovable en la preparación de disolventes y la modificación de productos y procesos para utilizar agua como disolvente, en lugar de VOCs.

Dos equipos de investigación de la Facultad de Química fueron invitados a integrarse a dicho consorcio. Uno de ellos, dirigido por las Dras. Pilar Menéndez y Sonia Rodríguez, está colaborando en la biosíntesis de disolventes a partir de la glicerina, producto que se origina en la preparación industrial de biodiesel. Para esto están buscando microorganismos que contengan lipasas, un tipo específico de enzimas, que tanto hidrolizan a las grasas y a los aceites (4), como catalizan el pro-

# ¿TE GUSTA LA CIENCIA?

Con el nuevo paquete digital de Montecable, tenés el canal Discovery Science con todo lo que te interesa, y además 3 excelentes señales para conocer el mundo a través de la tecnología, la historia y el misterio.

MONTECABLE, EL ABONO MÁS CONVENIENTE.  
ABONATE O SOLICITÁ PROMOTOR AL 909 00 00.



MUNDO &  
CONOCIMIENTO

**MONTECABLE**  
digital



Dr. Iván Jachmanián en el Laboratorio de Grasas y Aceites de la Facultad de Química.

ceso inverso, uniendo sus constituyentes, los ácidos grasos y la glicerina, para formar otros lípidos.

Como la meta es lograr nuevos disolventes, el mayor énfasis está en encontrar lipasas que tengan su máximo de actividad cuando los ácidos grasos son de bajo peso molecular (como el butírico), ya que que los productos resultantes serán líquidos. Como fuente de lipasas se están estudiando microorganismos de diverso origen, en especial aislando aquellos que viven asociados a frutas y semillas de plantas que producen lípidos de ese tipo.

El otro grupo, dirigido por el Dr. Iván Jachmanián, está estudiando cómo mejorar las propiedades de ciertas grasas duras y de poco valor, como la grasa vacuna, haciéndolas reaccionar con aceites vegetales en presencia de las mismas enzimas, las lipasas. Las condiciones de reacción son más suaves, los ácidos grasos de la grasa y del aceite usados se intercambian obteniéndose un producto final más blando. Utilizando esta metodología se pueden hacer combinaciones de grasas y aceites iniciales que permitan obtener productos con las propiedades deseadas para su uso final en diversos alimentos. Los investigadores han llegado a la conclusión que el solvente más adecuado para estas reacciones es el propio aceite, lo que hace la reacción completamente limpia.

La Química Verde intenta contribuir a resolver uno de los dilemas más complejos que tiene la Humanidad en el Siglo XXI: cómo ofrecer una vida de calidad a una población mundial creciente, y lograr que el proceso sea sustentable al mismo tiempo, sin afectar el medio ambiente en forma irreversible; es decir cómo cumplir con el presente sin hipotecar el futuro. A nivel internacional hay muchos laboratorios atacando estos problemas por muchos caminos. Por ser un dilema universal, también a nivel nacional hay grupos científicos trabajando en la misma dirección.

## NOTAS:

(1) Los fluidos supercríticos (FSC) son gases que por encima del punto crítico -máxima temperatura en la que pueden coexistir líquido y gas- pasan a comportarse como líquidos. Esto significa que manteniendo las propiedades gaseosas, de fácil difusión y movilidad, logran tener la capacidad de los líquidos de disolver cantidades importantes de otras sustancias. El anhídrido carbónico puede utilizarse como FSC, y se puede utilizar para extraer materias grasas. Una vez completada la extracción se baja la presión, el anhídrido carbónico vuelve a ser un gas, y se deja escapar. Cada vez que se comienza un ciclo, una cierta cantidad de gas carbónico pasa a FSC y la misma cantidad se recupera al final, por lo que el proceso es de contaminación nula. En EUA ya hay una cadena de casas de limpieza en seco que utilizan el proceso, evitando el uso de disolventes clorados altamente tóxicos y contaminantes.

(2) Los líquidos iónicos (LI), son sales, generalmente orgánicas, que tienen un punto de fusión cercano a la temperatura ambiente. Estos líquidos están formados únicamente por iones, lo que les da propiedades muy especiales como disolventes -los líquidos comunes están formados por moléculas no ionizadas o por algunas moléculas ionizadas en una gran masa de moléculas sin ionizar-. Hay muchos LIs posibles, lo que permite ensayar hasta encontrar aquellos que disuelvan específicamente cierto tipo de compuesto.

(3) Un consorcio es un contrato de organización y de colaboración, entre dos o más personas o instituciones que se vinculan temporariamente para la realización de una obra, o para prestar un servicio, o para realizar el suministro de ciertos bienes. En el contrato se regula la actividad de cada parte. Un consorcio permite lograr concentración empresarial sin caer en las situaciones de control que impone la concentración societaria como en el caso de la participación de una sociedad en otra, la vinculación de sociedades o fusión

(4) Las grasas y aceites están formadas por la unión de tres ácidos grasos a una molécula de glicerol (también llamada glicerina). Las moléculas resultantes son denominadas triglicéridos. Si los triglicéridos son sólidos a temperatura ambiente al producto lo identificaremos como una grasa, y si son líquidos el producto será un aceite.

Los ácidos grasos son ácidos orgánicos con cadenas lineales de varios Carbonos unidos. Pueden ser saturados o insaturados, dependiendo que tengan solamente uniones simples o que tengan alguna(s) uniones múltiples entre los Carbonos. Los ácidos saturados más comunes son el Acético, Butírico, Capríco, Caprílico, Cáprico, Laurico, Mirístico, Palmítico, y el Estearico. Los ácidos grasos insaturados más conocidos son el Oleico, Linoléico, Araquidónico, así como los llamados Omega 3. En el uso cotidiano los encontramos en los aceites de origen vegetal, en las grasas animales, en algunos productos vegetales como las almendras, las nueces, el chocolate, la palta y el coco. en pescados y mariscos (los Omega 3), entre otros.

El punto de fusión de un lípido depende de la cantidad de carbonos de los ácidos grasos y las instauraciones que tengan los que forman sus triglicéridos. A mayor cantidad de carbonos, mayor su punto de fusión, y a mayor presencia de ácidos grasos insaturados, menor. En lípidos que tengan la misma cantidad de carbonos en sus triglicéridos, los que tienen muchos ácidos grasos insaturados son líquidos (aceites), y los que tienen muchos saturados son sólidos (grasas).

(\*) Patrick Moyna es Director del Departamento de Tecnología Química de la Facultad de Química y trabaja activamente en temas de Química Verde.