

JORNADAS REACH

Carlos Estévez

Director Científico, IUCT. Instituto de Química Verde.

Química Verde: Sostenibilidad a través de la Ciencia

Desde principios de los 90, la Química Verde está siendo adoptada por numerosas industrias e instituciones académicas y gubernamentales en Estados Unidos, Europa, Japón, China, Canadá, Iberoamérica y los países del Pacífico. Recientemente y desde el seno de organizaciones multinacionales como la UNIDO (Organización para el Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas, la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada), la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) han surgido iniciativas para el desarrollo de programas de investigación, educación, y divulgación de la Química Verde. Este amplio reconocimiento se debe al hecho de que esta innovadora disciplina proporciona la base científica y tecnológica para alcanzar muchos de los objetivos de una sociedad basada en el desarrollo sostenible.

Uno de los objetivos fundamentales de la Química Verde es el de reducir los efectos adversos no deseados de los productos químicos mediante el desarrollo de alternativas esencialmente benignas a los compuestos que constituyen la referencia industrial. Los principios básicos de la Química Verde ligan el diseño de productos y procesos químicos con sus impactos en la salud humana y el medio ambiente. Mediante el diseño y la innovación a nivel molecular, la Química Verde se ha constituido como una poderosa herramienta que contribuye a 1) reducir el riesgo químico asociado al uso y manufactura de los productos y procesos químicos, 2) incrementar la economía de átomos de los procesos sintéticos, 3) reducir el uso intensivo del agua y la energía y 4) minimizar el flujo de materia desde los recursos naturales hasta los procesos productivos.

El gran impulso de la Química Verde se ha debido en parte al progresivo conocimiento de la toxicidad de las sustancias y de sus efectos sobre el medio ambiente y, por supuesto, a la creciente capacidad de los químicos para manipular átomos y moléculas y crear de forma selectiva y eficiente solo aquellas sustancias intrínsecamente menos tóxicas y nocivas y que conservan e incluso aumentan su eficacia respecto de la función para la cual han sido diseñadas. Aunque todavía nos encontramos en una etapa incipiente de descubrimiento y aplicación industrial de la Química Verde, son ya muy numerosas las iniciativas de I+D que han resultado en importantes beneficios económicos y ello explica la gran aceptación que la Química Verde por parte de las industrias cuya estrategia empresarial incorpora la implantación y el desarrollo de productos y procesos seguros y ambientalmente benignos. (Ver “Ejemplos de Aplicación Industrial de la Química Verde”).

Pero el éxito de la Química Verde como opción tecnológica para garantizar un futuro sostenible depende de una colaboración muy estrecha entre industria, centros de I+D, instituciones gubernamentales y la sociedad. Existe un consenso internacional sobre el papel de los principales actores en el desarrollo de la Química Verde: es deseable que las empresas en colaboración con centros de I+D inviertan y desarrollen innovaciones tecnológicas eco-eficientes y adopten estrategias de negocio sostenibles; los gobiernos, por su parte, establezcan marcos para garantizar el progreso a largo plazo sin minar la competitividad del sector privado y la sociedad reclame y establezca mercados viables para productos y procesos eco-eficientes.

Ejemplos de Aplicación Industrial de la Química Verde

UQUIFA, una empresa del sector químico-farmacéutico, ha logrado eliminar casi en un 100% la utilización de disolventes contaminantes en el proceso de producción de medicamentos antiulcerativos y antiinflamatorios mediante la aplicación de los principios de la Química Verde. La mejora del nuevo proceso es significativa pues en el sector de fabricación de principios activos de los medicamentos se pueden llegar a producir hasta 100 kg de residuos por cada 1 kg de producto comercializado. Una consecuencia adicional de la innovación es que ha permitido reducir hasta un 50% el coste de producción de los principios activos.

Lilly Research Laboratories de la compañía farmacéutica Eli Lilly ha rediseñado su síntesis de una droga con propiedades anticonvulsivas, LY300164. Este fármaco se utiliza para tratar la epilepsia y enfermedades neurodegenerativas. La antigua síntesis consistía en un proceso económicamente viable, aunque algunos de los pasos de síntesis fueran problemáticos. Por ejemplo, se producían elevadas cantidades de residuos de plomo, se necesitaba un paso adicional de activación y todo el proceso necesitaba grandes cantidades de disolventes. La nueva estrategia sintética significó una importante mejora ambiental del proceso. Se eliminaron aproximadamente 34.000 litros de disolventes y 300 kg de residuos de cromo por cada 100 kg de LY300164 producidos. Solamente fue necesario aislar 3 de los 6 intermedios de síntesis. Se redujo la exposición de los trabajadores a agentes nocivos y se redujeron significativamente los costes del proceso. El nuevo esquema sintético demostró ser más eficiente que el anterior, pasando de un rendimiento del 16% al 55%. El nuevo protocolo fue posible combinando innovaciones procedentes de la química, la microbiología y la ingeniería. El proceso ha resultado ser de aplicación general y debido al bajo coste de las tecnologías utilizadas seguramente tendrá una amplia aplicación dentro del sector.

Pfizer ha desarrollado la síntesis Verde de su especialidad farmacéutica Viagra™. Viagra™ se prescribe para el tratamiento de las disfunciones eréctiles. El éxito de este medicamento ha sido muy notable como lo indica su consumo a nivel mundial, del orden de 9 comprimidos cada segundo. La clave de su éxito es su principio activo, el Sildenafil, una molécula orgánica que se obtiene mediante una síntesis que originalmente implicaba más de 15 etapas y que sólo en las etapas finales se generaban 1000 litros de residuos orgánicos por kg de Sildenafil producido. Con el objetivo de reducir la generación de residuos en las últimas etapas de la ruta, Pfizer ha desarrollado una nueva síntesis química comercial para la fabricación del Sildenafil que se basa en la aplicación de los principios de la química verde. Las innovaciones introducidas han resultado en una nueva ruta comercial en la que los residuos orgánicos producidos han descendido a tan sólo 2 litros por kg de Sildenafil. Además, la síntesis verde ha logrado reducir el número de disolventes utilizados, de 6 a 2, su cantidad anual producida, de 125,000 a 13,500 litros, y su toxicidad intrínseca al sustituir el uso de disolventes tóxicos como la piridina.

Bayer Chemicals ha descubierto una nueva aplicación para la polisuccinimida en formulaciones de productos para la limpieza. La innovación radica en que el nuevo producto, a diferencia de los polímeros acrílicos usados tradicionalmente, es biodegradable reduciendo de esta forma la alteración de las aguas naturales subterráneas. El producto presenta además otra propiedad química beneficiosa para la eficacia del producto pues incrementa la durabilidad de su efecto como dispersante.

BASF ha diseñado nuevas condiciones de reacción para la síntesis de un producto químico necesario para la producción de polímeros. Las nuevas condiciones de reacción hacen uso de los líquidos iónicos, propuestos recientemente por la comunidad científica dedicada a la Química Verde como uno de los disolventes alternativos. Los investigadores de BASF explican que por primera vez los líquidos iónicos, hasta ahora sólo utilizados en los laboratorios de investigación, se han usado a escala industrial en un proceso comercial lo que demuestra su utilidad y abre nuevas perspectivas para futuras aplicaciones industriales. La innovación ha resultado en un aumento del rendimiento de la reacción química así como en una mejora en las condiciones de manipulación de la mezcla de reacción, lo que ha conllevado a un incremento de la capacidad de producción en planta del 300%.

Aventis ha ideado una nueva síntesis de la hidrocortisona mediada por microorganismos. La hidrocortisona es un importante intermedio en la síntesis de medicamentos esteroides cuya síntesis clásica implica alrededor de 40 pasos de síntesis. El nuevo proceso, que utiliza un microorganismo recombinante que crece en un medio nutritivo simple, ha permitido reducir la síntesis a un sólo paso. El nuevo proceso permitirá llevar a cabo un proceso industrial que minimiza la generación de residuos de forma extraordinaria y constituye un ejemplo notable de aplicación de la ingeniería genética en la producción más limpia.

Glaxo SmithKline ha presentado a la comunidad científica y tecnológica sistema que permite la cuantificación de los procesos químicos en la industria farmacéutica en cuanto a su impacto ambiental. El objetivo de este instrumento es que los químicos dispongan de una herramienta sencilla y rigurosa para poder crear nuevos procesos químicos de tal forma que, desde las fases iniciales del diseño, se tome en cuenta el factor medioambiental. El sistema está basado en el análisis del ciclo de vida de los productos y procesos químicos.

Protensive, una pequeña empresa del Reino Unido, ha desarrollado una nueva generación de reactores químicos miniaturizados que operan en condiciones de gravedad forzada estableciendo condiciones hidrodinámicas en la mezcla de reacción que resultan en una mejor eficiencia en la síntesis, eliminando la formación de subproductos y reacciones no deseadas que generen residuos. Esta innovación pone de manifiesto la idoneidad de combinar la ingeniería con los principios de la Química Verde.