

LA POTENCIALIDAD DE LA SUSTITUCIÓN

Juan José Nava

Vicepresidente-Director General de la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE)

La historia del hombre ha estado siempre íntimamente ligada a la de las sustituciones. Nosotros mismos somos una consecuencia de la sustitución:

Sustitución de moléculas por células primitivas, de células por protozoos, de protozoos por anfibios, de anfibios por reptiles... hasta llegar al hombre. Y cuando éste llegó se dedicó a toda clase de sustituciones utilizando su inteligencia.

Ya en el mito de Adán y Eva intentó sustituir su naturaleza humana por una naturaleza divina –con bastante pobres resultados– . Sustituyó Edades completas, la de Piedra por la de Bronce y ésta por la de Hierro, sustituyó las cuevas por casas, la oscuridad por luz, el dolor por bienestar, las aguas –que nunca fueron cristalinas– por agua potable, el calor por frío y el frío por calor según conviniese, el cáñamo, la lana, el yute... por nylon, polipropileno, teflón, poliéster... la suciedad por limpieza, la enfermedad por salud y el hambre por la saciedad y –en definitiva– ha sustituido una vida corta y doliente por una vida más larga y de mucha mayor calidad.

Prácticamente todas las sustituciones materiales están fundadas, de forma más o menos directa, en la química, –metales, medicamentos, fitosanitarios, abonos, nuevos materiales, fibras sintéticas– puesto que la naturaleza y el hombre no tienen más que los átomos y las moléculas para hacer cosas y la química es la ciencia que se ocupa de su transformación.

Algunas sustituciones han tenido más éxito que otras, pero mediante un procedimiento de intento y error –cada vez más basado en fundamentos científicos– la vida del hombre no ha dejado de mejorar. Yo me pregunto: ¿en qué edad nos habría gustado detener las agujas del reloj considerando la globalidad de las circunstancias de cada momento?

Refiriéndonos a los productos químicos, a medida que aumentan los conocimientos del hombre las sustituciones se producen a mayor velocidad, bien sea por que se descubren, cada vez más rápidamente, productos mejores que los ya existentes o por que se detectan inconvenientes en algunos de ellos y la química –que puede inventar por encargo– se ocupa de encontrar los sustitutos adecuados.

Incluso el descubrimiento de tales inconvenientes se debe muy frecuentemente a la química, que es capaz de revelar concentraciones del orden de una parte por trillón (10^{12}); el equivalente en proporción a lo que supone un segundo en treinta mil años.

Un ejemplo clásico ha sido el de los freones. Su descubrimiento fue providencial para la lucha contra el hambre y la mejora de la salud mediante la conservación y transporte de los alimentos ahorrando pérdidas y asegurando una nutrición más variada.

Durante medio siglo, estas sustancias químicas fueron consideradas milagrosas, de una utilidad incomparable para la industria y los consumidores e inocuas para los seres humanos y el medio ambiente. Inertes, muy estables, ni inflamables ni venenosas, fáciles de almacenar y baratas de producir. Los clorofluorocarbonos (CFC) parecían efectivamente productos ideales para el mundo moderno en unos tiempos en los que prácticamente se acababa de descubrir que existía una protectora capa de ozono.

En 1974 se publicaron en la revista *Natura* los primeros trabajos teóricos de unos químicos de la Universidad de Irvine, de California, sobre los posibles efectos de los CFC sobre la capa de Ozono. Fueron las primeras voces de alarma y en 1985 se detectó un “agujero” en la capa de Ozono sobre el Polo Sur. En 1987 el Protocolo de Montreal establecía las restricciones de uso y los horizontes de aplicación, según los cuales los CFC dejarían de producirse para 1996, serían sustituidos temporalmente por los más benignos Hidro Cloro Fluorocarbonados (HCFC) y finalmente por los inocuos Hidro Fluorocarbonados (HFC) en el año 2020.

La magnitud de este esfuerzo es difícilmente imaginable, pues ha requerido no sólo el desarrollo de profundos trabajos de investigación para hallar los productos sustitutivos, sino todos los relativos a su reemplazo: nuevo diseño de compresores, selección de nuevos lubricantes para los mismos, nuevas juntas para los conductos, sistemas para la recogida de los aparatos antiguos y la eliminación de los fluidos de millones de neveras, congeladores, aparatos de aire acondicionado en todo el mundo y todo ello sin poder cortar la cadena del frío de vital necesidad para la humanidad.

De todos es conocida la expresión:

Riesgo = Peligro x Probabilidad

En ella el Peligro está expresado por las características intrínsecas de los productos (punto de inflamación, grado de toxicidad, poder corrosivo, tensión de vapor...) mientras que la Probabilidad representa el grado de posibilidad de que un accidente se produzca.

La industria química para reducir el Riesgo actúa sobre ambos factores sustituyéndolos por otros menores. Sustituye productos por otros con mejores características y reduce la probabilidad de que un accidente se produzca mediante la aplicación de procesos más seguros, envases más idóneos, procedimientos más sencillos, o almacenando menores cantidades de productos de acuerdo con el principio de que “menos es mejor”

Los procedimientos más habituales para la reducción de los efectos sobre la salud y el medio ambiente que aplica la industria química –y que caen todos ellos bajo el epígrafe de “sustituciones”– son los siguientes:

- Sustitución de un producto químico por otro más benigno en las plantas industriales
- Cambios organizativos
- Reingeniería de procesos
- Aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles (BAT)
- Empleo de las técnicas de Análisis del Ciclo de Vida (ACV)

SUSTITUCIÓN DE UN PRODUCTO QUÍMICO POR OTRO MÁS BENIGNO EN LAS PLANTAS INDUSTRIALES

La mejora de la seguridad mediante la sustitución de los productos empleados en una planta industrial, o en un centro de aplicación, por otros que supongan un menor riesgo, es seguramente el sistema más antiguo empleado.

Es, además, una de las formas más efectivas y directas para eliminar o reducir la exposición a productos que presenten peligros de corrosión, inflamabilidad o toxicidad.

Sin embargo la sustitución debe hacerse muy cuidadosamente, para estar seguros de que efectivamente el Riesgo disminuirá –y no aumentará– pues hay que tomar en consideración muchas variables.

De acuerdo con las recomendaciones de diversas autoridades internacionales en temas de salud y seguridad, en primer lugar debemos asegurarnos de la **efectividad** del producto como sustituto del que se reemplaza y que cumpla las condiciones físico-químicas para ello, pues si no es así, no constituye una alternativa viable.

Es preciso que presente **compatibilidad** con otros posibles reactivos, así como con el equipo en el que va a ser procesado, y debemos asegurarnos que las **medidas existentes de control** son adecuadas aunque el producto parezca más inocuo. Efectivamente, podemos imaginar un producto que, siendo menos tóxico que otro, tenga mayor volatilidad y que los sistemas de ventilación ya no sean suficientes.

Llegando más lejos en la cadena de utilización es preciso comprobar que la **gestión de residuos** del nuevo producto es compatible con el sistema de tratamiento y con la legislación aplicable.

Finalmente lo anterior ha de completarse con un **análisis de riesgos** que debe contemplar, entre otros puntos:

- Los efectos sobre la salud a corto plazo
- Los efectos sobre la salud a largo plazo
- La toxicidad epidérmica

- La sensibilización de los sistemas respiratorios
- El potencial cancerígeno y teratogénico
- Los peligros físicos (explosión e incendio)

Y los pasos que deben darse para investigar un nuevo material son:

- Identificar los peligros y evaluar los riesgos
- Identificar las alternativas
- Pensar en que puede ocurrir si se utilizan las alternativas
- Comparar las alternativas
- Decidir si hacer o no la sustitución
- Introducir el nuevo producto
- Evaluar el cambio

CAMBIOS ORGANIZATIVOS

No debemos ofuscarnos por los cambios puramente tecnológicos, o la sustitución de productos, en la persecución de los objetivos de reducción del Riesgo Químico.

Hay sustituciones incluso más difíciles, como pueden ser los cambios culturales y los cambios de actitud y debemos añadir que los cambios tecnológicos sólo pueden ser posibles desde una cultura, una percepción y una actitud adecuadas.

Baste recordar, por ser un problema actual, las dificultades que está encontrando la aplicación de los acuerdos de Kyoto, donde el problema no son sólo las tecnologías sino la voluntad de aplicarlas.

En éste sentido me gustaría detenerme aquí en una somera descripción del programa de la Industria Química "Responsible Care", que se aplica ya en 46 países, y que en España administra y coordina FEIQUE con el nombre de "Compromiso de Progreso" y al que están adheridas más de 100 empresas con más de 200 centros de trabajo, que, atendiendo a su facturado, representan más del 60 % de la actividad química del país.

Se trata de un programa cuyo objetivo consiste en la mejora de la seguridad, la protección de la salud y del medio ambiente y todo ello siguiendo una política de transparencia y diálogo con las partes interesadas (vecinos, medios de comunicación, políticos, mundo docente, grupos ecologistas, es decir, con la sociedad en general)

La característica principal de este programa es que el Gerente de cada Compañía adherida al mismo se compromete formalmente, por escrito y públicamente a que su empresa aplique un decálogo de principios mediante la adopción de seis Códigos de Buenas Prácticas.

- Protección del medio ambiente
- Seguridad y salud en el trabajo
- Seguridad en los procesos y respuesta en emergencias
- Distribución
- Tutela de Producto
- Comunicación

El Compromiso del Gerente, y la comunicación de la obligación contraída a todo el personal de la empresa, supone un reforzamiento –o el inicio, según las compañías– de la aplicación de una cultura, apoyada desde la dirección para la mejora de la seguridad y la salud y la protección del medio ambiente.

Otro aspecto organizativo del mayor interés es que el Gerente para poder instrumentar la realización de su compromiso nombra un Coordinador, próximo a él y con los poderes para ejercer su función.

Este cambio, esta sustitución de los comportamientos más tradicionales, está suponiendo enormes mejoras en los resultados de las compañías en las áreas que nos ocupan, como muestran los indicadores de actuación que recoge y publica FEIQUE periódicamente, y que se refieren a los parámetros de mayor interés: vertidos al agua, emisiones gaseosas, generación de residuos, índices de frecuencia y gravedad de accidentes, etc.

Entre estos cambios o mejoras ocupa un lugar especialmente relevante –por su relativa novedad– la “Tutela de Producto”, que es objeto de uno de los códigos mencionados.

La “Tutela de Producto” se ocupa de los productos “desde la cuna hasta la tumba”, es decir que la compañía productora no se desentiende del producto una vez vendido, sino que da todo su apoyo al cliente y trabaja con él para que su manejo sea seguro para las personas y el medio ambiente e incluso para que su eliminación final y la de sus residuos se haga conforme a prácticas contrastadas. Incluso deberíamos decir que el alcance de esta tutela va “desde la concepción hasta la tumba”, ya que su aplicación comienza en la fase de investigación y desarrollo, dando nacimiento sólo a productos seguros y aceptables medioambientalmente.

Esta conducta, voluntariamente adoptada por la industria, es también objeto de medidas legislativas. La combinación de ambas cosas, hace que en algunos sectores sólo se coloque en el mercado una molécula de cada 10.000 investigadas, lo que, unido a las dificultades intrínsecas de la investigación, puede hacer tardar la aparición de un nuevo producto del orden de 15 años con unos costos de investigación que pueden superar los 15.000 millones de pesetas. Estas cifras muestran una conducta responsable de empresas y autoridades que muchas veces no son conocidas por la sociedad, que puede pensar que los productos se colocan en el mercado con cierta ligereza.

De nuevo aquí nos estamos refiriendo a un cambio o sustitución de mentalidad por parte del productores, consumidores y autoridades.

REINGENIERÍA DE PROCESOS

Como se ha visto no es posible limitarse a la sustitución de los productos químicos, ya que con frecuencia viene unida a ésta una necesaria reforma de algunos aparatos o partes de las plantas.

Pueden ser necesarios nuevos instrumentos, nuevos materiales, nuevos sistemas de extracción de gases o vapores y otras modificaciones del sistema.

Puede ocurrir incluso que, con algunas reformas de las instalaciones, se alcancen mejoras de seguridad y de protección del medio ambiente utilizando el mismo producto sin necesidad de tener que asumir el albur de una sustitución.

De hecho –y esa es nuestra experiencia en la aplicación del "Compromiso de Progreso"– incluso con pequeñas reformas es posible mejorar la seguridad de las plantas y reducir su impacto ambiental.

Aplicando el "Compromiso de Progreso" se descubrió un suceso en apariencia contradictorio: cuanto más se mejoraba en algunas actuaciones más se empeoraba en los resultados.

Este fenómeno se investigó y se descubrió que, al mejorar la gestión siguiendo las guías de buenas prácticas, se habían detectado, por ejemplo, nuevos focos que antes habían pasado desapercibidos y que –aunque eran obviamente menores– hacían crecer el inventario de emisiones.

Mediante sencillos cambios de ingeniería se resolvieron muchas de estas situaciones.

APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (BEST AVAILABLE TECHNOLOGY - BAT)

Sin embargo hay veces en que las soluciones anteriores –sustitución de productos y/o cambios en las plantas existentes– no bastan para hacer frente a los nuevos retos de un aumento de las exigencias de los estándares, bien sea por que los procesos se hayan vuelto obsoletos o se hayan hecho nuevos descubrimientos sobre el efecto de las actividades productivas.

En tales casos es preciso adoptar medidas más drásticas y ello ha hecho que se introduzca el concepto de aplicación de las “Mejores Técnicas Disponibles” (Best Available Technologies o BAT) aplicadas a la fabricación de un determinado producto y que pueden definirse como las mejores técnicas para la reducción de emisiones sólidas, líquidas o gaseosas, tanto en el proceso como “al final del tubo”.

Actualmente, dentro del proceso de desarrollo de la Directiva para el Control Integrado de la Contaminación (IPPC), se está procediendo a definir las BAT, que servirán en el futuro para ayudar a las autoridades competentes a otorgar la autorización de nuevas instalaciones.

Un aspecto fundamental de las BAT –y ello viene considerado en las definiciones de "disponibles" en el Proyecto de Ley para la transposición de la Directiva IPPC– es que sean "técnica y económicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en España, como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables".

No obstante lo anterior, las BAT no han sido concebidas teniendo suficientemente en cuenta los problemas que su aplicación supondrá para las PYMES.

Entre estos problemas, se encuentran los siguientes:

- Conocimiento por parte de las PYMES de la cuestión de las BAT, su relevancia y BAT's que se encuentran en desarrollo;
- Acceso a una BAT relevante para una determinada PYME;
- Asesoramiento neutral para la aplicación de tecnologías y sistemas de gestión;
- Feedback de las PYMES para influir en el desarrollo de las BAT

Debe tenerse en cuenta que la legislación sobre las BAT no ha sido concebida teniendo en cuenta las peculiaridades de las PYMES desde su origen y resulta de gran complicación para ellas.

No debe olvidarse que, en contra de la creencia popular, las PYMES constituyen un componente esencial de la industria química española y europea. De un total de 33.000 empresas químicas en Europa, el 96 % se alojan bajo la definición de PYME, representan el 32 % del facturado y el 27 % del empleo lo que supone más de 500.000 puestos de trabajo directo.

EMPLEO DE LAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV) (LIFE CYCLE ASSESMENT - LCA) UNA HERRAMIENTA PARA LA SUSTITUCIÓN

A lo largo de la exposición se ha insistido en que los procesos de sustitución no son simples y que deben tenerse en cuenta muchas facetas tecnológicas, de gestión e incluso socioeconómicas.

Para ayudar en el aspecto técnico de la sustitución con una visión holística se emplea cada vez más el llamado Análisis del Ciclo de Vida.

El ACV pretende considerar –a efectos comparativos– no sólo la sustitución puntual de un producto por otro en un lugar determinado, sino tener en cuenta su impacto medioambiental

completo; desde la influencia de su producción en la conservación de recursos hasta las consecuencias del tratamiento de sus residuos, pasando por las características del proceso, su consumo energético y su impacto ambiental sobre el aire, el agua y el suelo.

La definición que da la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) destaca que se trata de un **proceso objetivo** que evalúa las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, que **identifica y cuantifica** la energía, los materiales utilizados y los residuos generados. **Determina** el impacto del uso de la energía y materia y su descarga al medio ambiente y **analiza** y lleva a la práctica oportunidades para conseguir mejoras ambientales. Este análisis incluye el ciclo completo del producto, el proceso o actividad, teniendo en cuenta todas las etapas desde el diseño del producto y extracción de primeras materias hasta su valoración y/o disposición final.

El ACV además de suministrar un cuadro tan completo como sea posible de las interacciones de una actividad con el medio ambiente sirve para la toma de decisiones y facilita el diálogo con otras partes interesadas de la sociedad.

De nuevo nos encontramos aquí en un territorio que debe ser explorado con cautela. Las bases conceptuales y el objetivo del ACV son excelentes, pero es una herramienta complicada de aplicar, costosa y lenta, hasta el punto de que algunos especialistas (incluida la SETAC) se haya planteado la posibilidad de establecer una metodología más simple –que ellos llaman “streamlined” LCA o ACV “aerodinámico”– más al alcance de la mayoría de los usuarios potenciales.

Otro problema para su aplicación es que, a veces, faltan datos para poder usarlo correctamente. Además, como uno de sus objetivos es servir para la comparación entre dos (o más) productos, procesos o actividades, podría decirse que los ACV “van por parejas” (o más) y deben hacerse en condiciones similares por lo que respecta a sus objetivos, definición del sistema al que se va a aplicar, funcionalidad de los productos, calidad de los datos, etc.

El establecimiento de las condiciones previas para hacer los estudios es de notable importancia. Por poner un ejemplo: se ha hecho un trabajo, con fines fundamentalmente pedagógicos, comparando el ACV de los transistores de silicio y los de arseniuro de galio. El resultado mostró algunas diferencias: la producción del transistor de silicio requiere más energía, mientras que el de arseniuro de galio produce un mayor impacto ambiental debido a su más compleja fabricación. Habría que dilucidar en base a esto cual sería más aceptable... pero al tenerse también en cuenta la carga ambiental de su aplicación, resulta que ésta produce un impacto incomparablemente mayor, haciendo irrelevantes las diferencias entre ambos transistores.

CONCLUSIONES

Espero haber hecho ver que los procedimientos citados no son panaceas ni compartimentos estancos; deben complementarse unos con otros y requieren una aplicación juiciosa y equilibrada.

A lo largo de mi exposición he ido comentando algunas formas de aumentar la seguridad y mejorar protección del medio ambiente y la salud bajo el común denominador de la “sustitución”. De alguna manera todas las mejoras han de proceder de éstas, pues el progreso no es más que un cambio permanente orientado por las circunstancias y la mejora de los conocimientos.

Pero hay otro denominador común o hilo conductor que las relaciona, y es que todas ellas están orientadas a conseguir el “desarrollo sostenible”, concepto que está dirigido a alcanzar tres objetivos que en cierto modo compiten entre sí:

- **ECONÓMICO:** lograr la gestión eficiente de recursos escasos
- **MEDIO AMBIENTAL:** evitar que se sobrecargue de forma intolerable la ecoesfera y mantener las bases naturales para la vida.
- **SOCIAL:** el ser humano debe ser el centro de nuestras preocupaciones.

Respecto a éste último objetivo no olvidemos los retos urgentes que tenemos ante nosotros, como hacer frente a las necesidades esenciales y materiales de una población creciente y conseguir alimentos y niveles adecuados de sanidad para los 8.500 millones de personas que habitarán la Tierra para el año 2025, es decir 2.500 millones de personas más para dentro de 25 años, o 275.000 personas diarias, ó 11.500 por hora, ó 191 por minuto, ó más de 3 por segundo... lo que más les impresione.

La forma de conseguir éste triple propósito ha de proceder de la propia sociedad: los agentes económicos –que en el campo que me compete es la industria química– y las autoridades, mediante el ejercicio de sus funciones reguladores y de control.

La industria química tiene una larga tradición en la aplicación de medidas de seguridad y protección del medio ambiente en la fabricación y el uso de los productos a lo largo de toda su cadena de empleo. La seguridad es parte de nuestra cultura y nos interesamos por nuestros productos más allá del recinto de las fábricas y, aunque creemos en nuestras propias acciones voluntarias –como se viene demostrando por sus resultados a lo largo de décadas– creemos también que los reglamentos son esenciales para garantizar un alto nivel de protección de la salud y el medio ambiente y al mismo tiempo promover un marco estable y transparente para el desarrollo de los negocios, siempre que los reglamentos se conciben para satisfacer las necesidades para las que hayan sido concebidas y no para crear barreras a la innovación y a la competitividad.

Por otra parte, la Unión Europea –que ahora es el organismo regulador máximo– tiene también una gran cultura legislativa ejercida a lo largo de su existencia.

Hoy día existe una necesidad urgente –reconocida y compartida por la industria química y las autoridades comunitarias– de revisar la reglamentación existente sobre los productos químicos y su empleo, puesto que el sistema actual ha sido desarrollado a lo largo de cuarenta años y su complejidad la hace difícilmente manejable.

Las diferentes leyes europeas, nacionales e incluso regionales no son coherentes ni consistentes y no proporcionan la transparencia necesaria para el desarrollo de la actividad industrial. Suponen, tal como están, una excesiva carga para las PYMES y no favorecen la innovación necesaria para hacer frente a los retos.

Por esta razón la Unión Europea ha elaborado el "Libro Blanco sobre la estrategia a seguir para las futuras políticas en materia de sustancias y productos químicos" que pretende modificar toda la actual legislación de la UE sobre estas materias, puesto que se ha mostrado ineficaz.

La industria química ha acogido la aparición de este Libro Blanco apoyando sus objetivos políticos pero manifestando serias dudas sobre la manera práctica de llevarlos a cabo.

Además de considerar inviable el calendario propuesto y que el coste previsto puede ser inviable para muchas empresas –en especial para las PYMES– desde otros sectores, como los sindicatos y los importadores, se han manifestado graves críticas por no haber considerado en su redacción aspectos como el de la competitividad de la industria europea y la conformidad con las leyes internacionales de comercio manteniendo la integridad del mercado único y las consecuencias sociales que puede tener la aplicación de la filosofía del Libro Blanco en términos de pérdidas de empleo.

El Libro Blanco no debería tratar sólo de la salud y el medio ambiente, sino que tiene que afrontar otros aspectos que, aunque se mencionan, no están suficientemente elaborados.

La industria química es una industria que proporciona muchos beneficios a la sociedad y está en condiciones de ser “parte de la solución” y no solamente parte del problema como se considera con alguna frecuencia

Efectivamente, la industria química está llevando a cabo numerosas iniciativas voluntarias, como el programa HPV (High Production Volume), sobre caracterización y recopilación de datos de productos obtenidos en grandes cantidades y la Iniciativa de Investigación de Largo Alcance (Long-range Research Initiative (LRI) para el estudio de diferentes efectos de los productos químicos sobre la salud.

Estas iniciativas, extraordinariamente costosas, están siendo desarrolladas bajo la coordinación de Consejo Internacional de Asociaciones Químicas (ICCA) que engloba a la totalidad de la industria química mundial.

La industria química, debido a su ejercicio a lo largo de la historia dispone de muchas ideas sobre cómo debería ser el futuro sistema, de un enorme caudal de experiencia técnica, así como de un gran inventario de datos y conocimientos que pone a disposición de las autoridades reguladoras, para evitar errores y que se repitan estudios para obtener información ya existente que son enormemente costosos y requieren mucho tiempo.

Por ejemplo, nuestra iniciativa HPV, que va más allá de lo exigido por los reglamentos, cubre ya más del 90 % de la producción química y de las cuatro listas prioritarias de productos químicos de la UE.

Una gestión correcta significa “Entregue lo que ha prometido y prometa lo que puede entregar”. Esto es aplicable tanto a la industria como a las autoridades.

Una gestión mejorada significa también aplicar procedimientos mejores, más baratos y más rápidos para hacer las evaluaciones de los riesgos y obrar en consecuencia. Por ello la industria química ofrece y proporciona su colaboración, con el fin de que se cree un sistema efectivo para proteger a los ciudadanos y poder desarrollar convenientemente sus actividades.