



**FUNDACION NEXUS**

**CIENCIAS SOCIALES - MEDIO AMBIENTE - SALUD**

***LA INDUSTRIA QUÍMICA, SU MALA IMAGEN  
Y SU RESPONSABILIDAD ANTE LA SOCIEDAD***

por

Alicia Inés Varsavsky (\*)

Daniel Fernández Dillon (\*\*)

(\*) Coordinadora del área científico técnica

(\*\*) Presidente

Química del Siglo XXI- Número 4 año 2 pág 8 (abril 2006)

**RESUMEN-** La industria química fue considerada durante mucho tiempo proveedora de confort y de innovaciones que han permitido introducir importantes mejoras en nuestra calidad de vida. Pero al mismo tiempo es una de las industrias que peor imagen tiene ante una sociedad que la ubica entre las principales responsables del daño ambiental. Es posible que la industria desarrolle sus actividades en forma compatible con los requerimientos de un desarrollo sostenible pero para no cometer los mismos errores del pasado es necesario advertir que muchos de los problemas ambientales que debemos resolver en la actualidad son consecuencia directa de desarrollos que en su momento fueron vistos como avances indiscutibles. Los químicos cuentan actualmente con múltiples herramientas que les permiten afrontar este desafío y su éxito dependerá de reconocer que la implementación de cualquiera de estas estrategias requiere fuertes cambios culturales necesariamente ligados tanto a la historia de la disciplina como al tipo de actividad desarrollada. En este trabajo – y partiendo de las prácticas que han llevado a la industria química a su situación actual- se describen algunas de las herramientas aplicables a este objetivo, dos específicas de la disciplina –la química verde y el programa “Responsible care”, denominado en España “Compromiso de progreso”- y una común a todas las actividades-la responsabilidad social empresaria- centrando el interés en los escollos que habrá que salvar para progresar.

**ABSTRACT-** Traditionally, the chemical industry has been regarded as a source of comfort and innovation which led to a dramatic improvement in our quality of life. Simultaneously, however, it is one of the industries associated with a bad image in society, where it is deemed as greatly responsible for environmental harm. It is possible for an industry to harmonize its activities with the requirements for sustainable development. Nevertheless, in order to avoid repeating past errors, it is necessary to warn about the fact that many of the environmental issues that we must resolve at present are a direct consequence of developments that were once considered an undisputable progress. Nowadays, there are multiple tools at the disposal of chemists that enable them to face this challenge. Their success will depend on realizing that the implementation of any of these strategies implies deep cultural changes which are strongly tied to both discipline history and the type of activity carried out. This work describes –based on the practices that led chemical industry to its current situation- some of the tools that may be applied to achieve this goal. Two of them are specifically related to this discipline –Green Chemistry and the program “Responsible Care”, known in Spain as “Compromiso de Progreso”- and the other one is common to all the activities –“Corporate Social Responsibility”

## **1. INTRODUCCIÓN**

En el transcurso del último siglo el hombre aprendió a transformar los distintos compuestos de carbono en materiales de múltiples utilidades cuyo uso generalizado fue el motor de mejoras significativas en su calidad de vida. Estos avances hubieran sido imposibles sin el desarrollo logrado por la industria química que actualmente debe sobrellevar una pesada carga como consecuencia no deseada de este progreso: la mala imagen que tiene ante una sociedad que la ve como una de las industrias que más perjudican al medio ambiente.

Durante mucho tiempo en el diseño de nuevos productos los químicos tuvieron en cuenta solamente los aspectos relacionados con las propiedades físicas y químicas de los materiales en cuestión y con los rendimientos económicos y energéticos sin evaluar las consecuencias ambientales ni los efectos tóxicos de las materias primas, de los productos elaborados o de los residuos y efluentes generados. Fue así como se sintetizaron muchas moléculas que en su momento significaron grandes avances pero que hoy se han convertido en un problema de difícil solución para el químico ambiental. Pero así como los químicos son indudablemente responsables de gran parte de los problemas ambientales actuales, también trabajan activamente en la búsqueda soluciones adaptadas a las exigencias de la sociedad actual.

## **2. MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

El mundo industrializado comenzó a tomar conciencia de los problemas ambientales generados por sus actividades a partir de los años 60. La respuesta a esta preocupación fue el desarrollo de políticas de cuidado ambiental que recurrieron a estrategias actualmente conocidas como remediadoras y cuya finalidad es controlar la contaminación limpiando después de haber ensuciado.

A fines de la década del 80 la preocupación por el medio ambiente se expandió hasta cubrir campos asociados con el desarrollo socioeconómico dando origen a estrategias más integradoras. El cuidado del medio ambiente dejó de centrarse en el control de la contaminación para ocuparse de la conservación de recursos. Surgieron entonces con fuerza como alternativas más apropiadas para proteger al medio ambiente las estrategias ambientales preventivas que son aquellas que ponen el énfasis en evitar la generación de contaminantes introduciendo consideraciones ambientales a lo largo de todo el proceso productivo.

Merece destacarse que por primera vez se reconoce que la degradación de los ecosistemas es consecuencia de la actividad tanto en los países industrializados como en los menos desarrollados, existiendo una fuerte relación entre pobreza y daño ambiental. La solución de

estos problemas requiere entonces no solamente redefinir las estrategias de protección del medio ambiente sino también coordinarlas con las políticas de desarrollo de los países menos industrializados .

Estos cambios en la forma de considerar la protección al medio ambiente dieron origen al concepto de desarrollo sostenible, que es el punto de partida para las transformaciones -aún incipientes- que se deben producir en los sistemas productivos si el objetivo es que tanto las actuales generaciones como las futuras puedan tener una buena calidad de vida sin dañar al medio ambiente.

### **3- LAS EXPERIENCIAS DEL PASADO DEBEN PREPARARNOS PARA EL CAMBIO**

Para lograr que una actividad sea compatible con las exigencias de un desarrollo sostenible es necesario generar fuertes cambios, entre los cuales los culturales son los más importantes. Recordemos que a lo largo de la historia la forma en que nuestra sociedad valoró la actividad industrial fue modificándose de tal forma que muchos de los problemas que debemos resolver actualmente son consecuencia directa de desarrollos que en su momento fueron vistos como grandes avances. Posiblemente uno de los ejemplos más claros de esta evolución es la forma en que la sociedad ha considerado a un compuesto fuertemente cuestionado en la actualidad: el DDT.

Esta molécula –sintetizada por primera vez en 1873- tomó protagonismo recién durante la II Guerra Mundial gracias al químico suizo Paul Müller quien en 1939 descubrió sus propiedades insecticidas. Fue utilizada para controlar una epidemia de tifus que se desencadenó en Nápoles en diciembre de 1943 y que para marzo de 1944 ya había sido dominada. Fue la primera vez en la historia que se pudo controlar una epidemia propagada por los insectos. Este éxito se debió a una práctica que en la actualidad sería inaceptable: fumigar en forma directa a la gente con el insecticida (se hicieron alrededor de 3.000.000 de aplicaciones).

Gracias a este éxito en la post guerra el DDT fue utilizado a gran escala resultando particularmente eficiente en el control de plagas en los sembradíos. No es de extrañar que una sociedad acostumbrada a lidiar con problemas tan graves como la pérdida total de las cosechas o epidemias como consecuencia de la proliferación de insectos llegara a considerar al producto que la protegía de estos daños como milagroso.

Pero a principios de la década del 60 comenzaron a ser evidentes los inconvenientes asociados a su uso y que son consecuencia directa de las mismas propiedades por las cuales había resultado tan exitoso. En menos de 20 años el milagro de la ciencia se transformó en un problema que la ciencia debía resolver. La pregunta que cabe formularse a esta altura es porqué no se pudieron prevenir estas complicaciones.

Recordemos que cuando el DDT comenzó a ser comercializado los daños producidos por los insectos se reflejaban en importantes pérdidas tanto económicas como en vidas humanas y las ventajas asociadas al uso de un producto que permitiera controlar las poblaciones de insectos superaban con creces las desventajas.

Las herramientas que permiten identificar y evaluar las posibles consecuencias a mediano o largo plazo originadas por la liberación de un contaminante al medio ambiente son relativamente nuevas. El primer ensayo para medir la dosis letal 50 (que ha sido uno de los parámetros más utilizados para estimar el daño que una sustancia puede generar a los seres vivos) fue realizado en 1927 por un biólogo británico que buscaba comparar la potencia de distintas moléculas terapéuticas. Recién en 1959 aparece la primera publicación destinada a estudios toxicológicos y farmacológicos y si hablamos de ecotoxicología podemos decir que es más moderna aún.

Cabe recordar además que no alcanza solamente con prohibir su uso ya que muchos de los problemas que el DDT ayudó a controlar a mediados del siglo XX siguen siendo una realidad en los países más pobres, donde las enfermedades transmitidas por insectos suelen ser endémicas y su control es una prioridad. En muchos de estos países este producto sigue siendo el insecticida más barato y eficaz. Por eso pese a que está actualmente incluido en la lista de los compuestos orgánicos persistentes y hay un convenio internacional para eliminar su uso (al cual ya han adherido 151 países) no todos están en condiciones de cumplirlo.

#### **4- LAS NUEVAS HERRAMIENTAS**

Hemos mencionado que gran parte de los problemas actuales son consecuencia de no haber incluido consideraciones ambientales y toxicológicas al momento de desarrollar y poner en el mercado un nuevo producto. Si sus nuevos logros deben ser compatibles con un desarrollo sostenible, es necesario evaluar estos aspectos a lo largo de toda la vida del producto, es decir desde su concepción hasta su disposición final. Para ello hay que considerar la forma en que se preservarán los recursos no renovables, cómo se evitará o minimizará la generación de residuos y efluentes (tóxicos y no tóxicos) y evaluar las alternativas de reutilización.

Pero con esto tampoco alcanza ya que el desarrollo sostenible considera no solamente los aspectos relacionados con el rendimiento ambiental sino todos aquellos aspectos asociados con la responsabilidad que tiene la industria sobre las consecuencias que todas y cada una de sus actividades tendrán en la sociedad.

El químico cuenta hoy en día con múltiples herramientas -algunas propias de la disciplina y otras comunes a todas las actividades productivas- que lo ayudarán a incorporar estos

cambios a su forma de trabajar. Entre las herramientas específicas de las disciplinas merecen destacarse la química verde o química sostenible y el programa conocido en España como “Compromiso de progreso de la industria química” (cuyo nombre en inglés “responsible care” es adaptado en forma diferente en los distintos países de habla hispana).

Entre las estrategias comunes con otras industrias existen múltiples aproximaciones cuyo objetivo es producir y consumir en forma sostenible, entre ellas prevención de la contaminación, minimización en la generación de residuos, ecoeficiencia, producción más limpia, responsabilidad social de la empresa, etc. Todas buscan integrar los criterios de prevención al sistema productivo. Posiblemente la que mejor refleja tanto las demandas de un desarrollo sostenible como las necesidades de la industria química -especialmente la de resolver los problemas que la enfrentan con la sociedad- es la responsabilidad social de la empresa.

#### **4.1- Química Verde**

La química verde o sostenible se ocupa de evaluar desde su diseño y a lo largo del ciclo de vida completo de un producto todos los aspectos que generan impactos negativos tanto sobre la salud humana como sobre el ambiente. Se trata de evitar estos impactos en los diseños nuevos y de introducir modificaciones que permitan minimizarlos en los ya existentes. Se basa en 12 principios (ver Cuadro I) que significan un avance con respecto a los criterios tradicionalmente utilizados para evaluar la relación costo/beneficio de un proceso de síntesis (propiedades del producto, disponibilidad y precio de materias primas, rendimiento, consumo de energía, etc.) porque desplazan el foco de la atención hacia las consideraciones ambientales y toxicológicas.

Hasta hace no mucho tiempo la actividad del químico ambientalista se centraba en la detección de contaminantes en el ambiente y la búsqueda de la mejor forma de eliminarlos o de minimizar sus efectos. La introducción de criterios ambientales en los desarrollos químicos con el fin de lograr productos menos nocivos tanto para el ser humano como para el medio ambiente amplía considerablemente las fronteras de su trabajo obligándolo a interactuar intensamente con profesionales de otras disciplinas y en muchos casos a modificar la forma en que se plantea los problemas.

Armonizar las consideraciones de seguridad para organismos vivos complejos con las de eficacia industrial y comercial es una meta difícil de alcanzar pero indispensable. Para lograr este objetivo es necesario identificar los impactos que tendrá una molécula o un proceso productivo sobre los sistemas biológicos y esto significa evaluar las vías de exposición y los mecanismos de ingreso y de toxicidad “in vivo” en los distintos organismos. Del conocimiento de la relación entre la utilidad de una molécula y sus posibles acciones sobre los seres vivos será posible lograr desarrollos que balanceen las necesidades de seguridad y eficacia.

Como mencionamos, las mayores dificultades que surgen cuando se encara la puesta en marcha de estas estrategias no son consecuencia de aspectos técnicos sino de los obstáculos culturales. La interacción del químico con especialistas de otras disciplinas y la colaboración entre el industrial y el académico es fundamental para lograr la introducción de productos verdes en el mercado. Para que esta colaboración sea exitosa es necesaria una gran flexibilidad ya que deben trabajar juntas personas que provienen de actividades con objetivos y métodos de trabajo diferentes y en consecuencia con múltiples formas de pensar.

Es importante destacar que en este aspecto los organismos gubernamentales cumplen con una importante misión porque son los responsables de generar mecanismos que faciliten esta interacción.

#### **4.2- Programa Compromiso de progreso de la industria química**

Repetimos un concepto ya mencionado: las industrias químicas y petroquímicas son consideradas en la actualidad como las principales responsables de los problemas ambientales que nos aquejan. Conscientes de esta mala imagen y en la búsqueda de optimizar su rendimiento en temas tan preocupantes como seguridad, salud y medio ambiente, estas industrias han elaborado un programa voluntario que procura también instalar un diálogo permanente entre industria y comunidad.

El nombre original del programa- que fuera creado por la industria química canadiense en 1985- es "Responsible Care" y ha sido denominado de diversas formas en países de habla hispana. En España -por ejemplo- se lo conoce como "Compromiso de progreso de la industria química" y en Argentina como "Programa de Cuidado Responsable del Medio Ambiente". Su coordinación internacional está a cargo del ICCA (International Council of Chemical Associations) con sede en Bruselas y su aplicación a nivel nacional es una exigencia para los organismos que pertenecen al ICCA.. En la actualidad está operativo en 52 países

El programa se basa en 10 principios guía (ver cuadro II) y está dividido en siete códigos o áreas de prácticas de gestión para facilitar su manejo y aplicación. Estos códigos son:

- Información a la comunidad y respuesta en emergencias
- Prevención de la Contaminación
- Seguridad de Procesos
- Distribución (Transporte)
- Seguridad y Salud del Personal
- Cuidado Responsable del Producto
- Protección de Personas e Instalaciones

Las empresas que implementan este programa deben incluir criterios de mejora continua no solamente en sus procedimientos técnicos relacionados con la seguridad, la salud y el medio ambiente sino también en sus interacciones con la sociedad -de la cual forma parte-, su personal y sus clientes. El éxito de un plan de estas características está necesariamente asociado con un importante cambio cultural tanto en los empresarios como en la comunidad.

España adoptó este programa en 1993 siendo coordinado por la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE). En la actualidad más del 60% del sector químico español está adherido. En el periodo 1993-2003 estas empresas lograron reducir considerablemente la generación de efluentes contaminantes y de emisiones gaseosas y la frecuencia de accidentes.

#### **4.3- Responsabilidad Social Empresaria**

Entre los numerosos elementos a los que puede recurrir una empresa cuando su objetivo es trabajar con criterios preventivos, la responsabilidad social empresaria -que por el alcance de sus objetivos cubre todas las áreas conflictivas en una industria química- es la que más ha prosperado en los últimos años.

Es importante tener en cuenta que, pese a este auge, aún no hay consenso a nivel internacional en cuanto al alcance que se le quiere dar a la responsabilidad social de una empresa. La disparidad de criterios es tan amplia que, dependiendo del país y de la institución, puede ser considerada desde un compromiso de la empresa para ayudar a los sectores más necesitados de la sociedad hasta un compromiso ético por parte de la empresa para hacerse cargo de las consecuencias que todas sus acciones tienen sobre la sociedad en la que están insertas.

En su acepción más amplia responsabilidad social se refiere a la obligación que tiene una persona o una empresa de evaluar los efectos que tienen sus decisiones y acciones personales e institucionales sobre todo el sistema social. La responsabilidad social de las empresas está relacionada con la ética de los que asumen el compromiso de dirigir las y genera en la empresa cambios profundos.

Para el Foro de Expertos de responsabilidad Social de las Empresas (que se constituyó en España a principios de 2005) la Responsabilidad Social de la Empresa es, "...además del cumplimiento estricto de las obligaciones legales vigentes, la integración voluntaria en su gobierno y gestión, en su estrategia, políticas y procedimientos, de las preocupaciones sociales, laborales, medio ambientales y de respeto a los derechos humanos que surgen de la



relación y el diálogo transparentes con sus grupos de interés, responsabilizándose así de las consecuencias y los impactos que se derivan de sus acciones”.

Como se desprende de esta definición, la responsabilidad social debe ser una iniciativa voluntaria de la empresa y se aplica a una amplia variedad de actividades de orden económico, social y medioambiental cuyos logros no pueden ser medidos a corto plazo ni con indicadores desarrollados con otros fines.

Por tratarse de un compromiso ético que alcanza a todas las áreas en las que la empresa se desempeña es complejo desarrollar indicadores adecuados. A partir de 1994 tres agrupaciones de iglesias de Canadá, Estados Unidos y Reino Unido que venían trabajando en el tema (algunas desde los años 70) desarrollaron indicadores que permiten estimar tanto el compromiso de la empresa como el grado de implementación de sus estrategias abarcando los siguientes aspectos:

- Ecosistemas
- Comunidades nacionales, locales y aborígenes
- Comunidad de negocios de la empresa
- Empleados (como individuos)
- Grupos minoritarios, personas con discapacidades
- Trabajo infantil
- Trabajo forzado
- Proveedores
- Integridad financiera
- Ética
- Accionistas
- Asociaciones empresariales, consorcios, sucursales
- Clientes y consumidores

La incorporación de todos estos aspectos a las políticas de una empresa necesariamente se asocia con fuertes cambios en su cultura organizacional y no siempre la empresa está interesada en llevarlos a cabo. Sin embargo en muchos casos tampoco quieren perder los beneficios de ser considerados socialmente responsables. Como no siempre las acciones que hacen a una empresa socialmente responsable tienen una relación costo/beneficio aceptable, no es de extrañar que muchas veces las iniciativas no cristalizan en emprendimientos concretos. En estas condiciones, la difusión de los indicadores correspondientes generaría una corriente de opinión negativa que afectaría la imagen de la empresa y por ende habría cierta reticencia en divulgar esta información. Esta situación es la base de algunas formas confusas en que se transmite la información a la sociedad dificultando la comprensión de los alcances reales del concepto de responsabilidad social.

## **5- ASPECTOS SOCIOCULTURALES: RESISTENCIA AL CAMBIO?**

Mencionamos repetidas veces en este trabajo que las mayores dificultades asociadas con la puesta en marcha de estrategias productivas compatibles con los requerimientos de un desarrollo sostenible radican en los aspectos culturales: es necesario generar fuertes cambios en la forma de resolver los problemas que diariamente debe enfrentar el empresario.

Es bien sabido que todo cambio genera una resistencia, ya sea porque se lo ve como un factor que puede alterar la rutina diaria o simplemente como una crítica a la metodología existente. Un manejo erróneo de esta resistencia puede hacer fracasar un programa. En este aspecto hay que tener en cuenta que el cambio es mejor aceptado cuando se lo integra a un proceso paulatino de mejora continua que cuando se lo introduce de forma revolucionaria o compulsiva: la gente se adapta mejor a los cambios graduales y esto se refleja en la forma en que se comprometen con las nuevas estrategias.

La educación y el entrenamiento deben ser componentes vitales en la puesta en marcha de cualquier estrategia. Educar a todos los integrantes de una empresa sobre las relaciones entre su trabajo diario y su incidencia en el medio ambiente y en la sociedad y establecer canales adecuados de comunicación a través de los cuales las ideas innovadoras puedan ser transmitidas son pasos importantes para una empresa que debe asumir su responsabilidad ante la sociedad.

Un aspecto particularmente importante es la falta de consenso respecto a los alcances y limitaciones de cada uno de los términos que utiliza la empresa al comunicarse con los distintos públicos. Es necesario que en la búsqueda de mejores vías de comunicación con la sociedad se tengan en cuenta no solamente los códigos propios de la actividad sino también los de quienes recibirán el mensaje. El mensaje debe ser claro, preciso y no sujeto a continuas aclaraciones o interpretaciones.

## **6-CONCLUSIONES**

La industria química es en la actualidad la que más iniciativas ha generado cuando de cuidado del medio ambiente y responsabilidad ante la sociedad se trata. Pero pese a ello su imagen ante el público sigue siendo mala y tiene aún una importante deuda con la sociedad.

Tiene ante sí la inmensa tarea de buscar nuevos caminos tanto en los aspectos técnicos como en los relacionados con su responsabilidad ante esa sociedad. Ya se han dado algunos pasos y el programa de "Compromiso de progreso de la industria química" es un claro ejemplo.

Pero no hay que olvidar nunca que la historia ha demostrado que las soluciones que son adecuadas para una época no necesariamente lo serán para las posteriores. Como hemos visto a lo largo de este trabajo muchos de los problemas técnicos y sociales que actualmente deben resolverse son consecuencia directa de avances que en su momento fueron logros indiscutibles. La incorporación de nuevas herramientas que permitan ampliar el espectro de variables a evaluar en los nuevos desarrollos disminuirá el riesgo de volver a cometer el mismo error.

Estamos viviendo en un período de transición donde la búsqueda de estrategias productivas compatibles con un desarrollo sostenible es aún incipiente y convive con las formas tradicionales de producir. Las nuevas aproximaciones tienen en común el hecho de aceptar la responsabilidad que la empresa tiene ante la sociedad. Nos hemos referido a tres de ellas que, por distintas razones, son particularmente importantes para la industria química. En los tres casos se requiere un compromiso continuo para reducir los impactos ambientales y sociales en todas las áreas de la empresa- desde la oficina hasta la planta- y en la comunidad como así también una clara identificación de las oportunidades en todos los niveles de operación y la introducción de cambios que no siempre serán bien aceptados. Estos desafíos necesariamente llevarán a aprender de los errores del pasado, a hacer una fuerte autocrítica, a evaluar los logros y los fracasos y a tomar decisiones que no siempre serán sencillas o irán a favor de sus actuales intereses pero que serán necesarios para su supervivencia.

## **7-BIBLIOGRAFIA**

1. Anastas, P.T. y Farris, C.A. editores (ACS symposium series 577) "Benign by design. Alternative synthetic design for pollution prevention". .
2. Culler, Nelson(2000)- "Apuntes para un cuidado responsable del medio ambiente". Cámara de la Industria Química y Petroquímica- Argentina
3. De Vito, S.C. y Garret, R.L. editores (ACS symposium series 640) 1996 "Designing safer chemicals. Green Chemistry for pollution prevention".
4. Feique- Federación Empresarial de la Industria Química Española- Programa compromiso de progreso de la industria química- <http://www.feique.org/index.php?p=cont&num=14>
5. Fernández Dillon, Daniel. 89 (2002) "Indicadores. problemas asociados a su selección para medir sustentabilidad y eficiencia ambiental"- Ingeniería Sanitaria y Ambiental No 64 Págs,87-
6. Fernández Dillon, Daniel. (2003) "Responsabilidad social de la empresa"- Ingeniería Sanitaria y Ambiental No 66 págs. 74-76
7. Fernández Dillon, D. y Varsavsky, A.I.(2003) El DDT en la II Guerra Mundial. Industria y Química No 346 pags. 16-19

8. Steering Group of the Global Principles Network- "Principles for Global Corporate Responsibility: Bench Marks for Measuring Business Performance"- (2003)- Tercera edición- Revisada en Disponible en <http://www.bench-marks.org/downloads.shtml>
9. Varsavsky, A. I. (2002)- "Química verde y prevención de la contaminación". A. I. Varsavsky. Industria y Química No 344 págs. 2-6

1. Es preferible evitar la producción de un residuo que tratar de limpiarlo una vez que se haya formado.
2. Los métodos de síntesis deberán diseñarse de manera que incorporen al máximo, en el producto final, todos los materiales usados durante el proceso.
3. Siempre que sea posible, los métodos de síntesis deberán diseñarse para utilizar y generar sustancias que tengan poca o ninguna toxicidad, tanto para el hombre como para el medio ambiente.
4. Los productos químicos deberán ser diseñados de manera que mantengan su eficacia a la vez que reduzcan su toxicidad.
5. Se evitará, en lo posible, el uso de sustancias auxiliares (disolventes, reactivos de separación, etc.) y en el caso de que se utilicen que sean lo más inocuo posible.
6. Los requerimientos energéticos serán catalogados por su impacto medioambiental y económico, reduciéndose todo lo posible. Se intentará llevar a cabo los métodos de síntesis a temperatura y presión ambientes.
7. La materia prima ha de ser preferiblemente renovable en vez de agotable, siempre que sea técnica y económicamente viable.
8. Se evitará en lo posible la formación de derivados (grupos de bloqueo, de protección/desprotección, modificación temporal de procesos físicos/químicos).
9. Se emplearán catalizadores (lo más selectivos posible) en vez de reactivos estequiométricos.
10. Los productos químicos se diseñarán de tal manera que al finalizar su función no persistan en el medio ambiente sino que se transformen en productos de degradación inocuos.
11. Las metodologías analíticas serán desarrolladas posteriormente para permitir una monitorización y control en tiempo real del proceso, previo a la formación de sustancias peligrosas.
12. Se elegirán las sustancias empleadas en los procesos químicos de forma que se minimice el potencial de accidentes químicos, incluidas las emanaciones, explosiones e incendios.

#### **CUADRO I - Los 12 principios de la química verde**

1. Responder a las inquietudes de la comunidad acerca de los productos utilizados y las operaciones realizadas con ellos.
2. Desarrollar y producir productos que puedan ser fabricados, transportados, usados y desechados con seguridad.
3. Hacer de las consideraciones sobre salud, seguridad y medio ambiente, prioridades, tanto en el planeamiento para todos los productos y procesos existentes y nuevos, como en la capacitación del personal.
4. Informar rápidamente a las autoridades, empleados, clientes y a la comunidad, sobre riesgos para la salud y el medio ambiente, y sobre las medidas a adoptar en caso de accidentes que involucren a los productos fabricados.
5. Asesorar a los clientes y usuarios sobre el uso seguro, transporte y disposición final de los productos.
6. Operar las plantas e instalaciones de tal forma que se proteja el medio ambiente, la salud y seguridad de los empleados y de la comunidad.
7. Extender el conocimiento de los efectos de los productos, procesos y desechos sobre la salud, la seguridad y el medio ambiente, mediante la realización o el apoyo a la investigación.
8. Trabajar en la solución de problemas creados por el manejo y disposición final de sustancias peligrosas.
9. Apoyar activamente la participación directa o indirecta de la Cámara en acciones con el Gobierno y otros organismos públicos o privados, para crear, proponer y elaborar legislación y reglamentación adecuadas para la protección de la comunidad, el medio ambiente y los lugares de trabajo.
10. Promover los principios y prácticas de "Cuidado Responsable del Medio Ambiente", compartiendo experiencia y ofreciendo asistencia a terceros que produzcan, manipulen, usen, transporten o desechen sustancias químicas.

**Cuadro II – Principios guía del programa “Compromiso de progreso de la industria química”**