

A Química Sustentável

Profa. Norma Ethel Sbarbati Nudelman
Universidade de Buenos Aires

Neste novo milênio, a sociedade está cada vez mais consciente do desafio que implica o **desenvolvimento sustentável**. Segundo a definição mais aceita, sustentabilidade é: “*A habilidade para satisfazer as necessidades da geração atual, preservando a possibilidade das futuras gerações para que possam satisfazer suas próprias necessidades*”.

Na Cúpula da Terra celebrada no Rio de Janeiro (1992, Brasil), pela primeira vez foram acordados princípios para a preservação “do único planeta que temos” e, ficou muito evidente para todos a mensagem implícita em lemas tais como “pensar globalmente, atuar localmente”, que constituem mandamentos inevitáveis para toda a humanidade.

De que necessita uma civilização para ser sustentável? Na Cúpula do Rio foram estabelecidos dois princípios:

1º) Preservar a saúde humana e o ambiente.

2º) Fazer uso racional dos recursos e da energia.

Na 2ª Conferência da Cúpula celebrada em Johannesburgo (2002, África do Sul), o Grupo dos 7 países mais desenvolvidos do mundo, decidiram que algo mais fazia falta para garantir uma civilização sustentável, e foi anunciado o terceiro princípio:

3º) Procurar sistemas econômicos e políticos que conduzam a uma sociedade mais justa.

Este último princípio é de fundamental importância para países em desenvolvimento como os da região latino-americana. Os três princípios enunciados devem constituir as maiores prioridades para a sociedade atual já que, se não se conseguem estas metas, é provável que não possa satisfazer a nenhuma outra.

Na recente declaração dos presidentes das Academias de Ciências do grupo ampliado dos 8 países mais poderosos ao que se incorporaram Brasil, China, Índia, México e África do Sul (G8+5) são RQI – 2º trimestre 2010

reconhecidas como principais crises mundiais: a mudança climática de origem antropogênica e a deficiência de energia, como motivadores para promover em todo o planeta o acordo para fortalecer a “redução de emissões”. Este acordo foi proposto na Convenção de Copenhague, UNF, em dezembro 2009, e tem como objetivos: *a) a busca de fontes sustentáveis de energia para satisfazer as necessidades básicas de toda a humanidade e b) a redução de emissões de carbono que provoca o “efeito estufa” produzindo um aumento de temperatura a nível mundial, com o conseqüente derretimento das calotas polares.*

A **Química Sustentável**¹ tem um importante papel a desenvolver no cumprimento destas metas, e contribuir assim, para a sustentabilidade da civilização como um todo.

ANTECEDENTES

Vários são os benefícios que o desenvolvimento das ciências químicas procurou e segue procurando para a humanidade. Virtualmente em cada área e em cada aspecto da vida material - alimentos, saúde, transporte, comunicação, vestimenta, etc. - a química conseguiu uma melhora notável na qualidade de vida da imensa maioria da população do planeta. Os avanços realizados pelas ciências químicas contribuíram enormemente, por exemplo, para o aumento da expectativa de vida que é de atualmente 78 anos. O descobrimento dos antibióticos e vitaminas para a saúde humana, as fibras sintéticas que baratearam enormemente a indústria têxtil, os agroquímicos que colaboraram eficazmente na produção agropecuária, os materiais poliméricos e outros novos materiais de propriedades cada vez mais específicas que substituem enormemente os provenientes de fontes naturais, são uns poucos

exemplos da contribuição da indústria química em todos os aspectos da vida cotidiana.

No entanto, a natureza da química é complexa e muito variada, e assim são seus efeitos; em alguns casos foram observadas conseqüências indesejadas, algumas delas se constituíram verdadeiras catástrofes ambientais.

Na Europa onde, provavelmente, foi maior o dano causado pela exploração industrial, e assim começa muito suavemente, na década de 60, com a constituição do chamado “clube de Roma”, a preocupação pela degradação ambiental produzida pelos compostos químicos. São muito conhecidos os problemas derivados da “chuva ácida” e do “smog fotoquímico”, gerados pelo desenvolvimento industrial, (fundamentalmente importante em algumas cidades da Inglaterra), que provocaram danos irreversíveis na zona da Floresta Negra.

Por outro lado, dois fatos se tornaram públicos: em 1961, houve grande alarme na Europa por causa de uma substância chamada talidomida usada como ansiolítico, que produziu sérias malformações fetais e, em 1962, Rachael Carson escreveu em seu livro “Silent Spring”, relacionado com o dano causado pelo uso indevido do DDT, especialmente em insetos, aves e outras espécies do reino animal. Por esta circunstância, o cidadão comum começou a tomar consciência, pela primeira vez, de que alguns compostos químicos poderiam resultar prejudiciais à saúde humana e/ou o ambiente.

Algumas outras catástrofes ambientais mais recentes são de domínio público, pois por sua importância e impacto, são sempre divulgadas pela imprensa.

Nestes últimos anos, e nos mais variados âmbitos, são desenvolvidas intensas atividades para a recuperação dos meios contaminados e a geração de tecnologias benignas para a produção de compostos químicos. Isto conduziu ao desenvolvimento de novas tecnologias que permitam o crescimento sustentável, gerando o que se costuma chamar “*Green Chemistry*”

RQI – 2º trimestre 2010



Prof. Dra. Norma Nudelman

(termo criado nos Estados Unidos na década de 90) ou, preferencialmente, “Química Sustentável” (o nome de “*Sustainable Chemistry*” foi adotado pela Organização Européia para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OECD) desde 2003). De modo que o primeiro conceito é evitar a produção daqueles compostos muito contaminantes, e que são usados em grandes volumes. Assim a produção de DDT e PCB, foi proibida na maioria dos países desenvolvidos.

Outros princípios são utilizar processos de baixo risco ou tecnologias limpas, projetar novos produtos que não tenham impacto importante nos variados ciclos dos ecossistemas, privilegiar a utilização de fontes renováveis como alternativa à proveniente de resíduos fósseis.

DEFINIÇÕES DE QUÍMICA SUSTENTÁVEL

Torna-se interessante comparar definições referidas à Química Sustentável, em países do Hemisfério Norte. Nos Estados Unidos é utilizada a expressão “*Green Chemistry*” e desde o ano de 2000, se define da seguinte maneira:

“É a invenção, projeto e aplicação de produtos e processos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas.”

Nesta definição podemos reconhecer os seguintes elementos significativos: “invenção, projeto e aplicação”, aplicados tanto aos produtos químicos como aos processos de sua produção. E o objetivo é *reduzir* ou *eliminar* dois aspectos: *o uso e a geração* de substâncias perigosas.

Na União Européia prefere-se a expressão “*Sustainable Chemistry*” para esta nova Química que cuida do meio ambiente, e “Química Sustentável” é o termo que adotamos também como o mais adequado para a região latino-americana. Consideremos a definição dada pela União Européia em 2003.

“É o projeto de produtos para aplicações sustentáveis, e sua produção, mediante transformações químicas que sejam energeticamente eficientes, minimizem ou preferencialmente eliminem a formação de resíduos e o uso de solventes e reagentes tóxicos ou perigosos e utilizem fontes renováveis de matéria-prima sempre que possível”.

Nesta definição, destacamos elementos muito significativos que a distinguem da definição anterior. Muito embora, em linhas gerais, utilize alguns alinhamentos semelhantes, o conceito é muito mais abrangente e propenso a maiores exigências que a definição em uso nos Estados Unidos.

Assim, menciona explicitamente um uso eficiente da energia, minimizando (ou preferencialmente eliminando) a formação de *resíduos* e *o uso de solventes*, e a imposição da utilização de *fontes renováveis* de matéria-prima, torna-se especialmente importante para a região latino-americana tão rica em recursos naturais, muitos ainda totalmente inexplorados.

Com estes fundamentos em mente, foram esboçados os 12 princípios da Química Sustentável².

RQI – 2º trimestre 2010

Atualmente, 98% dos compostos orgânicos produzidos nos Estados Unidos se preparam a partir de fontes petroquímicas, e as refinarias de petróleo incluem 15% da energia total ali usada. No entanto, as fontes agrícolas podem ser um excelente recurso renovável para a produção de energia e compostos químicos. Em nossa região, a imensa riqueza de recursos naturais apresenta um espectro de valor inestimável de fontes alternativas para a produção de compostos químicos, tanto dos que se consideram matéria-prima como de medicamentos, agroquímicos, aditivos alimentícios, que constituem a denominada “química fina” (“*fine chemicals*”). Esta imensa riqueza, ainda fortemente inexplorada, pode contribuir enormemente para o crescimento econômico da região, para o desenvolvimento de conhecimentos de novas habilidades em nossos jovens universitários que promovem a capacitação individual e contribuam para a promoção da população em geral.

Temas tais como: o aproveitamento de fontes renováveis; a transformação da Biomassa como fonte alternativa para a preparação de combustíveis líquidos; o uso de fontes agrícolas para a produção de compostos com alto valor agregado como fragrâncias, perfumes, aditivos, e a utilização de hidratos de carbono (tais como açúcar, celulose, etc.) como precursores de intermediários sintéticos e de polímeros biodegradáveis.

O desenvolvimento de métodos alternativos de síntese química que minimizem o custo energético, reduzam ou eliminem o uso de solventes orgânicos convencionais e otimizem o consumo de todos os reagentes utilizados é outro dos pilares fundamentais da QS que compreendem três grandes áreas: o uso de fluidos supercríticos (SCF) em reações industriais de hidrogenação e hidrogenólise; o de reações “*tandem*” como alternativa de síntese orgânica sustentável e a proposta de novas estratégias e síntese de inseticidas mais amigáveis.

Por várias razões, em QS são privilegiados os métodos catalíticos com respeito aos que usam quantidades estequiométricas, e preferivelmente, aqueles que usam catalisadores que podem

recuperar-se. Como exemplo, a remoção catalítica de NOx na atmosfera e o uso de catalisadores ácidos sólidos, são diferentes aspectos de catálise em QS. Relacionado também com a proteção atmosférica estão as estratégias de substituição daqueles produtos responsáveis pela deterioração da capa de ozônio, em particular os halocarbonos.

A região latino-americana depende essencialmente de sua produção agropecuária, e na maioria de nossos países estão sendo aplicadas novas práticas integradas de qualidade para uma produção sustentável (por exemplo, a semeadura direta, manejo integrado de pragas).

Para fazê-lo em condições competitivas são requeridos o uso de agroquímicos, tais como pesticidas, herbicidas, fertilizantes. O uso informado, racional e cuidadoso destes produtos químicos é essencial para o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental e a qualidade de vida.

Destaca-se que os recentes registros, que estimam as tendências do uso de pesticidas desde 2001, informam que o uso de pesticidas está diminuindo. Por exemplo, um estudo do impacto de cultivos geneticamente modificados, estima que entre 1996 e 2006, eles ajudaram a diminuir a utilização global de pesticidas em torno de 8% (*AgBioForum* 2008, 11,21).

A diminuição do uso de pesticidas que foram produzidos durante os últimos 30 anos tiveram lugar ainda quando a produção de alimentos por hectare aumentou, e os agricultores estão dedicando maior quantidade de terreno para cultivo para

bicombustíveis, como milho e soja, que tendem a requerer maiores quantidades de pesticidas.

A diminuição total é resultado de uma melhor utilização de IPM, inseticidas novos de baixa dose, e o advento de biopesticidas e cultivos de alimentos geneticamente modificados.

Caso isto ocorra, espera-se que as opções de pesticidas verdes disponíveis atualmente, ou em etapa de desenvolvimento, suavizem o impacto ambiental.

Assim, o desafio de um **desenvolvimento sustentável** para a região latino-americana se pode conseguir em prazos razoavelmente curtos com o

esforço combinado de diversos setores tais como acadêmico, tecnológico, industrial, governamental.

Neste sentido, a educação e a pesquisa desempenham papel fundamental, e é imperioso colaborar na difusão das novas tecnologias de QS para contribuir com o crescimento harmônico da região, e para o desenvolvimento de conhecimentos e novas habilidades em nossos jovens estudantes que

promovam a capacitação individual e contribuam para a promoção da população em geral.



REFERENCIAS

¹ – “Química Sustentable”. N. S. Nudelman, ed. UNL, Santa Fe, Argentina, 2004, 334 pps.

² - “Origins, Current Status and Future Challenges of Green Chemistry” P. T. Anastas y M. M. Kirchhoff, *Acc. Chem. Res.*, 2002, 35, 864.