

Química: Ampliando Fronteiras

Tema do 53º Congresso Brasileiro de Química, trata-se de assunto extremamente atual e com inúmeras abordagens face aos desafios e problemas que a humanidade vive e enfrentará ao longo deste século. Para um tema tão abrangente, nada mais apropriado do que uma pessoa que tenha uma visão ampla e interdisciplinar desse tema. Por isso, a Revista de Química Industrial teve a honra de convidar a pesquisadora **Norma Ethel Sbarbati Nudelman**, da Universidade de Buenos Aires (Argentina), que esteve presente no 11º SIMPEQUI (veja a matéria a esse respeito neste número da RQI). Ela é membro titular da Divisão de Química Orgânica e Biomolecular da IUPAC, e também do Comitê da IUPAC “Pesquisas em Química Aplicadas às Necessidades Mundiais”. É Autora de 6 livros e 180 publicações científicas. Norma preparou um texto bastante didático e bem rico de informações, pelo que a ABQ e a RQI agradecem muito penhoradamente por esse esforço e interesse em dirigir a palavra aos nossos caros associados e leitores.

Na primeira pergunta, a RQI indagou a Profa. Norma “**Quais são os maiores desafios tecnológicos para a química neste início de século**”. Sua resposta iniciou declarando que neste novo milênio, a sociedade está sendo cada vez mais consciente do desafio que constitui “**desenvolvimento sustentável**”; isso implica em: “**habilidade para satisfazer as necessidades da geração atual, preservando a possibilidade de que futuras gerações possam satisfazer suas próprias necessidades**”. E prosseguiu: “Na Reunião de Cúpula da Terra celebrada no Rio de Janeiro (1992), pela primeira vez se estabeleceram princípios para a preservação “do único planeta que temos”, que tornaram-se muito evidentes para todos, em mensagens implícitas em lemas tais como:



Norma Nudelman

“Pensar globalmente, atuar localmente”, que constituem mandatos inevitáveis para toda a humanidade. Na Reunião de Cúpula do Rio de Janeiro se estabeleceram dois princípios: **a) Preservar a saúde humana e o ambiente, e b) Fazer um uso racional dos recursos e da energia.**

Na segunda Conferência de Cúpula, ocorrida em Johannesburgo (África do Sul) em 2002, o Grupo dos 7 países mais desenvolvidos do mundo concordaram que algo mais fazia falta para garantir uma civilização sustentável, o que levou ao enunciado do terceiro princípio: **c) Procurar sistemas econômicos e políticos que conduzam a uma sociedade mais justa.**”

Segundo Norma, “este último princípio é de fundamental importância para países em desenvolvimento, como os da região latino-americana.” E prosseguiu: “Finalmente, na recente Conferência (Rio+20), o tema **d) erradicação da pobreza** foi reconhecido como o mais premente do planeta, o que está em total concordância com o princípio anterior.” Os quatro princípios enunciados devem constituir as prioridades mais importantes para a sociedade atual, visto que se esses objetivos

não forem alcançados, é provável que não se possa satisfazer nenhum outro. Existem também outras declarações de ordem internacional que são menos conhecidas, mas que merecem ser difundidas.

Fechando esta primeira pergunta, Norma ponderou que “Assim, na declaração dos presidentes das Academias de Ciências dos países do grupo ampliado dos 8 países mais poderosos aos quais foram adicionados Brasil, China, Índia, México e África do Sul (G8+5), são reconhecidos como as crises mundiais principais: as mudanças climáticas de origem antrópica e o déficit de energia, como motores para promover em todo o planeta o acordo para fortalecer a “redução das emissões”. Este acordo foi proposto na Convenção de Copenhague (United Nations Framework Convention on Climate Change), em Dezembro de 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 das emissões de carbono que provocam o “efeito estufa”, produzindo um aumento da temperatura em nível mundial, com o conseqüente derretimento dos gelos polares etc..” E concluiu: “Uma nova declaração das Academias de Ciências, feita na chamada “Carta do Rio” (março de 2013) reconhece como os grandes desafios mundiais das próximas décadas: a erradicação da pobreza e o desenvolvimento sustentável que exigem atenção aos seguintes desafios principais em saúde, alimentação, água, energia, biodiversidade, mudanças climáticas, gestão de desastres e, fundamentalmente, prover educação para todos os habitantes do planeta.

A RQI colocou em pauta a seguinte pergunta: **“Em sua opinião, qual é a importância da educação química para um futuro melhor?”** Para iniciar sua resposta, Norma afirma que “a **Química**, e em particular a **Química Sustentável (ou Química Verde)**, tem um importante papel que é enfrentar os desafios acima enunciados, e no cumprimento das metas fixadas para um desenvolvimento harmônico, contribuindo assim para a sustentabilidade da

civilização como um todo. São múltiplos os benefícios que o desenvolvimento da ciência química vem procurando, e a humanidade segue procurando em cada área e em cada aspecto da vida material - alimentos, saúde, transporte, comunicação, vestuário etc. - a química tem conseguido um melhoramento notável em termos de qualidade de vida da imensa maioria da população do planeta. A descoberta dos antibióticos e das vitaminas para a saúde humana, as fibras sintéticas que popularizaram enormemente a indústria têxtil, os produtos agroquímicos que vem colaborando eficazmente na produção agropecuária, os materiais poliméricos e outros novos materiais com propriedades cada vez más específicas que substituíram grandemente aqueles provenientes de fontes naturais etc. são alguns poucos exemplos da contribuição da indústria química em todos os aspectos da vida cotidiana.”

Em seguida, Norma acrescentou: “Nas últimas décadas, e a partir de áreas muito diferentes, se desenvolve uma atividade muito intensa para a recuperação de regiões contaminadas, e a concepção de tecnologias benignas para a produção de compostos químicos. O primeiro conceito é evitar a produção de compostos muito contaminantes que são empregados em grandes quantidades. 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”; conceber novos produtos que não tenham impacto significativo nos diversos ciclos dos ecossistemas; privilegiar a utilização de fontes renováveis como





“Considero importante incrementar nos estudantes o conhecimento e interesse em temas tais como: aproveitamento de fontes renováveis: transformação da biomassa como fonte alternativa para a produção de combustíveis líquidos; uso de fontes agrícolas para a produção de compostos de alto valor agregado como fragrâncias, perfumes, aditivos etc. 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 minimizam o consumo energético, reduzem ou eliminam o uso de solventes orgânicos convencionais, e otimizem o consumo de todos os reagentes utilizados é outro dos pilares fundamentais da Química Sustentável, que compreendem três grandes áreas: uso de fluidos supercríticos em reações industriais de hidrogenação e hidrogenólise; uso de reações “tandem” como alternativa de síntese orgânica sustentável, e a proposta de novas estratégias e sínteses de inseticidas mais amigáveis. Por múltiplas razões, em Química Sustentável, se privilegiam os métodos catalíticos com respeito aos que empregam quantidades estequiométricas, e preferencialmente, aqueles que usam catalisadores que possam ser recuperados. A título de exemplo, a

remoção catalítica de NO_x da atmosfera e o uso de catalisadores ácidos sólidos são aspectos distintos da catálise em Química Sustentável. Relacionados também com a proteção atmosférica, estão as estratégias de substituição dos produtos responsáveis pela deterioração da camada de ozônio, em particular os clorofluorocarbonos.”

Em seguida, a RQI perguntou a Norma: **“Como deve ser a relação entre a ética e a química?”**

Norma começou ponderando que “Como em toda tarefa humana, é fundamental que o desenvolvimento científico e tecnológico seja acompanhado de uma grande responsabilidade moral. Nem sempre tem sido assim: são muito conhecidos os problemas devidos à “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, devemos recordar outros marcos que chegaram ao conhecimento do público: em 1961, houve um grande alarme na Europa devido a uma substância chamada talidomida, usada como ansiolítico, que produziu sérias malformações fetais, e em 1962, Rachael Carson escreveu a obra “Primavera Silenciosa”, relacionado ao dano causado pelo uso intensivo do DDT, especialmente em insetos, aves e outras espécies do reino animal. O cidadão comum começou a tomar consciência pela primeira vez de que alguns compostos químicos podiam se mostrar perniciosos à saúde humana e/ou ao ambiente. Algumas outras catástrofes ambientais mais recentes são de conhecimento público pela sua importância e impacto, sempre têm muita atenção dada pela imprensa.”

Prosseguindo, “Cabe assinalar que neste século foram estabelecidos muitos acordos internacionais para evitar os efeitos ambientais do desenvolvimento da química, e a grande maioria dos países é signatária de tais acordos. O Protocolo de Montreal (2000) recomendou evitar os

clorofluorocarbonos que destroem a camada de ozônio; a Convenção de Basileia (2001), que regula o transporte transfronteiriço de produtos químicos; a Convenção de Estocolmo (2003), que identificou a chamada “dúzia suja”, e proibiu a produção destes doze produtos químicos (os 12 poluentes orgânicos persistentes - POPs); a Convenção de Rotterdam (2004), que dá indicações precisas para o conhecimento informado dos países importadores de produtos químicos que, afora os 12 POPs identificou outros 20 produtos químicos que se revestem de uma certa periculosidade (PICs - Procedimento de Consentimento Prévio Informado Aplicado a Certos Agrotóxicos e Substâncias Químicas Perigosas Objeto de Comércio Internacional). O SAICM (Gestão Segura e Saudável dos Produtos Químicos – Enfoque Estratégico para a Gestão Internacional dos Produtos Químicos) é um acordo firmado em Dubai (2006) que busca a sinergia entre as três Convenções: Basileia, Rotterdam e Estocolmo); finalmente, o muito conhecido protocolo de Kyoto, também chamado de “créditos de carbono” pelo qual os países desenvolvidos se comprometem a oferecer fundos a quem desenvolve metodologias alternativas às emissões de CO₂.”

Norma finalizou afirmando que “Todos estes acordos internacionais são reconhecimentos muito sérios acerca da possível periculosidade de alguns produtos químicos: é importante seu conhecimento para não frear o desenvolvimento, e sim empregá-los com boas práticas de segurança e proteção.”

Na sequência, a RQI perguntou: **“Como está a América Latina (particularmente, Argentina e Brasil) em comparação com a Europa, Japão e Estados Unidos (os países desenvolvidos) em termos de investimentos em ciência e tecnologia?”**

Norma respondeu afirmando que “Atualmente, 98% dos compostos orgânicos produzidos nos Estados Unidos são preparados a partir de fontes petroquímicas, e as refinarias de

petróleo abarcam 15% da energia total usada por lá; porém se reconhece atualmente que as fontes agrícolas são um excelente recurso renovável para a produção de energia e produtos químicos. Em nossa região, a imensa riqueza de recursos naturais apresenta um espectro inestimável de fontes alternativas para a produção de compostos químicos, tanto aqueles que são considerados matéria prima, como de medicamentos, agroquímicos, aditivos alimentares etc., que constituem a chamada “química fina” (“fine chemicals”). Esta imensa riqueza, ainda que grandemente inexplorada, pode contribuir enormemente para o crescimento econômico da região, ao desenvolvimento de conhecimentos e novas habilidades em nossos jovens universitários que promovam a capacitação individual e contribuam para a promoção da população em general.”

“Com respeito ao questionamento referente “particularmente Argentina e Brasil”, creio que em ambos os países se desenvolvem investigações muito importantes, especialmente em biotecnologia e outras metodologias inovadoras.

A região latino-americana depende fortemente de sua produção agrícola-pecuária, e na maioria de nossos países estão sendo aplicadas novas práticas integrais de qualidade para uma produção sustentável (por exemplo, semeadura direta, manejo integrado de pragas, desenvolvimento de espécies geneticamente modificadas, etc.).



Para produzir em condições competitivas é necessário o uso de agroquímicos, tais como pesticidas, herbicidas, fertilizantes, etc. O uso esclarecido, racional e cuidadoso destes produtos químicos é essencial para o desenvolvimento sustentável, a proteção ambiental e a qualidade de vida. Deve-se destacar que os registros recentes de estimativa de uso de pesticidas desde o início deste século mostram que o uso de pesticidas está diminuindo. Por exemplo, um estudo de impacto de cultivos geneticamente modificados estima que entre 1996 e 2006, eles ajudaram a diminuir a utilização global de pesticidas em torno de uns 8%. A diminuição do emprego de pesticidas que se produziu nos últimos anos ocorreu ainda que a produção de alimentos por hectare tenha aumentado, e os agricultores estão dedicando uma maior parte do terreno para o cultivo de biocombustíveis, como milho e soja, que tendem a exigir maiores quantidades de pesticidas. A redução total é resultado de uma melhor utilização de inseticidas novos de baixa dose, e o surgimento de biopesticidas e cultivos alimentares geneticamente modificados. Se isto acontecer, espera-se que as opções de pesticidas verdes disponíveis atualmente ou em fase de desenvolvimento suavizem o impacto ambiental.”

Em seguida, a RQI perguntou “**O que pensa do futuro do mundo tendo em vista dos desafios**



que a humanidade deve enfrentar neste século?”

Norma fez a seguinte ponderação: “Um informe recente das Nações Unidas revela que se a população atual consumisse no mesmo padrão que o cidadão comum nos Estados Unidos, seriam necessários 5,4 planetas [Terra]!, se o padrão fosse semelhante à Inglaterra seriam precisos 3,4 planetas, e segundo o padrão argentino, se consumiriam 1,1 planetas... uma situação como essa afeta totalmente a capacidade da Terra de sustentar sua biodiversidade. É imperioso controlar o consumo nos países desenvolvidos e evitar que aqueles em vias de desenvolvimento copiem estilos de vida semelhantes aos dos países desenvolvidos.” Ela prosseguiu dizendo “Porém sou otimista com respeito ao futuro, pois tenho grande confiança na investigação científico-tecnológica, sustentada e multidisciplinar, e na capacidade inovadora de nossos jovens estudantes e profissionais. Para dar uma base ao meu otimismo, eu comento que Malthus havia predito que se a população humana seguisse aumentando nesse ritmo, por volta de 2050 não se atingiria a produção para alimentá-la.

Contudo, o advento dos organismos geneticamente modificados (OGM), em adição ao descobrimento de novos agroquímicos mais eficientes e amigáveis com o ambiente produzidos nos últimos anos, o que se chama de “*revolução verde*”..., com menos hectares cultivados que na época de Malthus, conseguiram-se colheitas e rendimentos muito mais elevados, o que levaram à obsolescência a previsão maltusiana.”

Norma concluiu dizendo que “Creio que o desafio de um **desenvolvimento sustentável** para a região latino-americana pode ser alcançado em

«é fundamental que o desenvolvimento científico e tecnológico seja acompanhado de uma grande responsabilidade moral»



«produtos agroquímicos que vem colaborando eficazmente na produção agropecuária»

prazos razoavelmente curtos com o esforço articulado de diversos setores tais como acadêmico, tecnológico, industrial, governamental etc. Nesse sentido, a educação e a investigação desempenham um papel fundamental, sendo imperioso colaborar na difusão das novas tecnologias de Química Sustentável, contribuindo para o crescimento harmônico da região, e ao desenvolvimento de conhecimentos e novas habilidades em nossos jovens estudantes que promovam a capacitação individual e contribuam ao progresso da população em geral.”

Fechando esta entrevista, a RQI deixou um espaço livre para que Norma Ethel pudesse acrescentar algo mais para nossos leitores. Ela, então, fechou seu discurso com a seguinte colocação: “parece-me que é essencial um trabalho cooperativo entre os distintos setores nacionais e fundamentalmente estreitando laços de cooperação entre nossos países. Nas Academias de Ciências notam-se alguns pontos que podem apresentar diferentes objetivos e alcances, por exemplo:”

- avaliar virtudes e fraquezas das capacidades científicas, tecnológicas e de inovação atuais para identificar problemas científicos relacionados ao desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza;
- informar ao público e aos políticos acerca dos grandes desafios e de suas potenciais soluções;
- prover assessoramento independente aos

governos e tomadores de decisões sobre as melhores políticas em ciência, tecnologia e inovação. Este assessoramento pode ser provido na forma de resumos de políticas relevantes e relatórios curtos usando a melhor evidência científica disponível;

- participar e assessorar, em níveis nacional e global, os processos fixados pelas Nações Unidas e governos nacionais para a agenda de desenvolvimento depois de 2015;
- dar assistência no apoio a jovens cientistas, promovendo seus interesses e dirigindo parte de suas investigações para dar soluções aos grandes desafios principais;
- promover a participação da mulher na Ciência e para resolver grandes desafios;
- promover a visão de que os empreendimentos científicos e tecnológicos pertencem a todos, independentemente da nacionalidade, crença religiosa, nível social, etnia, ou gênero;
- facilitar uma relação coerente entre as Academias e os projetos referentes aos grandes desafios para promover uma maior participação, visibilidade e ascendência desses projetos, que incluam transpassar as barreiras para introduzir inovação, ciência e tecnologia;
- desenvolver a cultura científica global como um grande desafio reto comum;
- ajudar a elevar o nível de valorização e compromisso do público para a ciência comunicando, usando experiências bem sucedidas e casos de estudo. Comunicar o papel da ciência, da tecnologia e da inovação para abordar os grandes desafios e a erradicação da pobreza, usando uma linguagem que seja facilmente compreendida pelo público em geral.”

Nota do autor: os que desejarem um contato com Norma Ethel Sbarbati Nudelman, devem usar os seguintes endereços eletrônicos: sbarbati_04@hotmail.com nudelman@qo.fcen.uba.ar.