

## **Ensino, Pesquisa e Inovação: A Química Contribuindo para o Desenvolvimento Regional**

**Cesar Zucco (UFSC)**

A importância da ciência para o desenvolvimento socioeconômico pleno de uma nação parece, finalmente, ter sido entendida pela maioria dos governos e, também, pela sociedade. Esse fato vem tornando a discussão a respeito do papel da ciência e de seu desdobramento – tecnologia e inovação – item obrigatório em todos os níveis de educação. Se a educação deve ser iniciada, com planejamento, já nos primeiros meses de vida humana, conforme demonstram estudos científicos, é forçoso incluir a ciência também como parte essencial dessa educação inicial.

A reconhecida centralidade da Química no contexto das ciências fundamentais a tem colocado como a ciência mais presente na vida cotidiana do cidadão. Nesse sentido, não há fronteira separando a Química da Biotecnologia, da Bioquímica, de vários ramos da Biologia, da Física, da Medicina! Olhemos ao nosso redor e lá enxergaremos a Química nos alimentos, nos remédios, nas bebidas, no vestuário, nos combustíveis, nos plásticos, nas embalagens..., diariamente, do amanhecer ao pôr do sol.

O problema fundamental da humanidade, hoje, não está no terrorismo, como parece. Está nas mudanças climáticas e nos padrões insustentáveis de produção e consumo, que já estão 25% além da capacidade de reposição da biosfera terrestre. Essas são as questões reais que ameaçam a própria sobrevivência da humanidade, segundo o jornalista Washington Novaes (disponível em [http://ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com\\_tema\\_capa&Itemid=23&task=detalhe&id=323](http://ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_tema_capa&Itemid=23&task=detalhe&id=323), acessado em 25/05/2010). Também sob este aspecto a Química é estratégica para a sustentabilidade do planeta, pois que todos os produtos químicos, naturais ou sintéticos, têm origem nas matérias-primas encontradas na natureza. Assim, a água do mar, o petróleo, o carvão, os minerais, a agricultura e a pecuária são os recursos básicos para fabricação de produtos químicos.

Nesse contexto, mais do que nunca a população deve ser bem educada. Neutralizando-se ou, pelo menos, minimizando-se as deficiências nos vários níveis da educação, todas as camadas sociais serão alçadas a um desenvolvimento igualitário e sustentável. Superando-se as diferenças sociais, será possível reverter a tendência desastrosa que se desenha para o nosso planeta. A educação para a ciência – e aqui o foco é a Química, especialmente no ensino superior – deve buscar sempre a excelência, com o objetivo de preparar os jovens não apenas para conhecer, usar, e interpretar as explicações científicas da natureza, mas, sobretudo, para gerar e avaliar evidências científicas e suas explicações, entender a natureza e o desenvolvimento do conhecimento científico e participar de forma produtiva das práticas científicas (Editorial, *Science*, vol. 323, 23/01/2009).

Ressalte-se, contudo, que a base dessa educação deverá sustentar-se em novos paradigmas, pois a realidade ambiental para as futuras gerações, definitivamente, não é nossa realidade: temos, hoje, mais consciência de que os recursos do planeta são esgotáveis, de que devemos aprender a produzir sem degradar o meio ambiente, de que os novos pesquisadores e cientistas precisam trabalhar além de suas fronteiras – interdisciplinarmente –, e de que tudo deve ser feito com responsabilidade social sem qualquer restrição. Mas demoramos muito para vislumbrar essa realidade.

Os futuros profissionais da Química deverão ter habilidades natas de cientista, deverão investir sempre em “como saber” resolver problemas; conhecer os “idiomas”, i.e., as linguagens da ciência; ter liderança e criatividade e saber usar sua especialização sempre conectada à cooperação. Enfim, o saber enciclopédico já não será suficiente. É necessário saber fazer, i.e., ter habilidades; saber agir, i.e., ter competências, e saber ser, i.e., ter valores e atitudes.

A Química dispõe – para seus amantes e usuários – dos “Princípios da Química Verde” a nortear as ações de educação e produção industrial, com implicações imediatas na sustentabilidade de processos e produtos, que estão sendo colocados à disposição da sociedade para seu bem-estar (*Quim. Nova*, Vol. 28, No. 1, 103-110, 2005). Necessariamente, esses princípios impõem que, mesmo havendo, em alguns casos, matérias-primas

abundantes de fontes renováveis, os processos devem buscar maior eficiência, em consonância com a administração correta dos ecossistemas. Já não basta os produtos terem origem numa fonte renovável; importa que sejam degradáveis e não persistentes no meio ambiente. A redução ou eliminação tanto do uso quanto da geração de substâncias tóxicas é outro princípio da Química limpa. A utilização de solventes ambientalmente aceitáveis legitimará processos como “verdes”. Mas, nada será mais verde do que a redução da energia gasta na geração dos produtos químicos usados ou consumidos, e o uso inteligente e elegante de reagentes catalíticos, sempre superiores a reagentes estequiométricos.

Os desafios do século XXI – energia, água, alimentos e meio ambiente – incluem a Química, ainda que não sejam reconhecidos como questões puramente químicas. Sem ela não serão resolvidos os sérios problemas de segurança alimentar, segurança energética e acesso à água, com sustentabilidade ambiental (Quim. Nova, v. 32, 567-570, 2009). Vale dizer que esses problemas são inter-relacionados e devem ser abordados interdisciplinarmente, sempre em consonância com o *comportamento verde*.

Sob o olhar da economia, a Química torna-se ainda mais atrativa e indispensável a qualquer nação. Os últimos dados disponíveis, de 2008, mostram que o faturamento da Indústria Química Brasileira atingiu US\$ 122 bilhões. As exportações desta área econômica foram de US\$ 11,9 bilhões, enquanto as importações somaram US\$ 35,1 bilhões, resultando num *deficit* de US\$ 23,2 bilhões na balança externa. É importante salientar, ainda, que a Indústria Química Brasileira é a 9ª no *ranking* mundial, a 2ª das Américas e o 3º setor industrial brasileiro que mais contribui para o PIB, seguindo os setores de alimentos e bebidas e de combustíveis (disponível em <http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain>, acessado em 20/5/2010).

Nos EUA, o empreendimento químico é o maior negócio do país, perfazendo 25% do PIB, com o setor químico responsável por grande parte das exportações, que ultrapassaram os 174 bilhões de dólares nesse mesmo ano (Jailson B. Andrade e Wilson Alves: in CNCTI, 4ª. Brasília, 2010. *Sessão Plenária 3*, pág. 165).

A indústria química americana é inovadora. A brasileira, com menor influência no PIB (3%), também vem se destacando.

A inovação é um típico papel da indústria. Isso é tão verdadeiro que frequentemente afirma-se que o setor que não inovar, cedo estará fora do mercado. Portanto, inovar significa prolongar ou dar “vida” a um empreendimento (**Inovação** entendida como a introdução de novidade no ambiente produtivo ou social, que resulte em novos produtos, processos ou serviços – Lei da Inovação, N° 10.973 de 02/12/2004). Os elementos-chave do processo de inovação são gestão, cooperação e financiamento. Na gestão e na cooperação, os recursos humanos são a questão de ordem. Sem equipe capacitada e motivada não há gestão. A cooperação envolve parcerias permanentes entre as empresas e Universidades, Centros de Pesquisa, Centros Tecnológicos, ICTIs, e suas estruturas laboratoriais, por exemplo. O financiamento, condição *sine qua non* à inovação, pode advir de investimentos das próprias empresas, de subvenções econômicas, de incentivos fiscais e de financiamentos cooperativos, com ou sem retorno.

A adaptação da indústria química aos controles inovativos ambientais teve início na década de 1920, quando as empresas foram forçadas a controlar acidentes e doenças ocupacionais. Na década de 1960, o controle da poluição e dos grandes acidentes em fábricas, instalações e processos representou novo marco. Gradualmente, dúvidas e receios já não mais se ligam às operações e processos de fabricação, mas sim aos próprios produtos, com o surgimento de questões como: são os produtos tóxicos, fazem mal à minha saúde e de minha família? Agridem a natureza? São necessários? (disponível em <http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain>, acessado em 25/6/2010). Exige-se das empresas que revelem ao público informações sobre saúde, segurança e meio ambiente, tanto das instalações e processos, quanto dos produtos. Claramente, o paradigma está mudando de gestão de saúde, segurança e meio ambiente para gestão da sustentabilidade, com foco em padrões sustentáveis de produção e consumo. Novos projetos de molécula, de processos de fabricação, utilização do produto e de seu aproveitamento pós-consumo devem ser desenvolvidos em conjunto pelo mercado e sociedade, buscando a sustentabilidade (disponível em <http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain>, acessado em 12/6/2010).

A preocupação com a Química e a indústria química ambientalmente corretas interliga pesquisa com inovação. A busca por fontes renováveis de moléculas e de compostos biodegradáveis é a maior contribuição da Química à sustentabilidade, o que implica, também, desenvolvimento de processos mais eficientes, de melhor desempenho e mais econômicos, em sintonia com ecossistemas tratados corretamente. Nesta linha de procedimento, a indústria química brasileira vem apresentando vários “insumos e produtos verdes”, conforme mostram alguns exemplos a seguir.

**O polietileno verde:** a Braskem, em 2007, anunciou a produção do primeiro polietileno a partir do etanol de cana-de-açúcar, utilizando tecnologia competitiva desenvolvida no Centro de Tecnologia e Inovação da empresa. A certificação atestou que o produto contém 100% de matéria-prima renovável. Sua produção em escala industrial começou no início de 2010, podendo atingir 200 mil toneladas por ano. A produção de uma substância exatamente equivalente ao polietileno petroquímico a partir de fontes não fósseis era prevista apenas para 2020. Este biopolímero foi produzido pela conversão do etanol (o “álcool”) da cana de açúcar em etileno pelo processo de desidratação. O subproduto da transformação é a água que, purificada (retirada de éter e etanol não reagido), poderá ser reciclada. O etileno é, então, polimerizado por processos tradicionais nas mesmas plantas usadas para o processo petroquímico. O polietileno é um dos polímeros mais usados pela indústria, sendo empregado na fabricação de toalhas, cortinas, invólucros, embalagens em geral, sacos, garrafas, baldes, canos plásticos, brinquedos infantis, no isolamento de fios elétricos.

**O polipropileno verde – PP –:** é outro polímero de largo uso no cotidiano industrial e doméstico, sendo utilizado em automóveis, eletrodomésticos, seringas descartáveis, fraldas, embalagens para alimentos e produtos de limpeza. No Brasil, uma novidade recente é o uso da glicerina que sobra da elaboração do biodiesel para produzir o propeno, obtido até aqui de derivados de petróleo e utilizado para fazer polipropileno. O projeto da Quattor/Braskem, com a participação de pesquisadores da UFRJ, teve início em 2006, com produção-piloto em 2009. A produção de polímeros de origem vegetal – utilizando principalmente cana-de-açúcar – juntamente com glicerina do biodiesel forma a cadeia de “petroquímica verde ou renovável”.

A produção do PP com glicerina envolve grandes números tanto na produção de biodiesel quanto da própria resina. Em 2013, por exemplo, quando a quantidade de biodiesel a ser adicionada ao diesel deverá ser de 5%, o excedente de glicerina no mercado será de 250 mil toneladas.

Foi a partir da constatação da crescente oferta de glicerina no mercado que a Quattor/Braskem procurou o Instituto de Química da UFRJ, em 2006, para transformar glicerina ( $C_3H_8O_3$ ) em propeno ( $C_3H_6$ ), que é polimerizado a PP. “Embora não existissem referências na literatura científica, nós conseguimos um bom sistema extraindo o oxigênio (da glicerina) como água”, diz o Prof. Mota (disponível em <http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/novo-uso-glicerina-desenvolve-14-07-08.htm>, acessado em 14/6/2010). A reação química resulta na produção de água, como subproduto, que poderá ser comercializada ou usada pela própria indústria. Foi feita uma patente em que os resultados financeiros serão divididos entre a UFRJ e os pesquisadores do projeto (50%) e a empresa (50%).

**Augeo SL 191 (Rhodia):** é um solvente para tintas e vernizes empregados em pintura automotiva, tintas industriais, madeira e couro. Em 2009, foi iniciada a produção industrial desse solvente, desenvolvido, também, a partir da glicerina residual da fabricação do biodiesel. A glicerina combina-se com a acetona, na presença de um catalisador, produzindo Augeo SL 191 (um cetil cíclico), sem subproduto. Essa inovação substitui, com desempenho superior, os glicóis éteres e seus acetatos de fonte petroquímica, alguns deles agressivos à saúde humana e ao meio ambiente. Além disso, dá um uso nobre a um coproduto do biodiesel.

**Conclusão:** a transversalidade da Química como ciência faz com que desapareçam as fronteiras entre as ciências básicas. Inegavelmente, a Química responde por, praticamente, todas as necessidades de bens materiais da sociedade. É justo, portanto, que a sustentabilidade, expressa nos princípios da Química Verde, seja paradigma indiscutível a permear a educação (ensino), a pesquisa e a inovação nesta área. Aos profissionais da Química caberá mostrar ao povo que o cotidiano de cada um está, irremediavelmente, associado à Química. Por isso, necessário se faz conhecê-la e valorizá-la! Que no Ano internacional da Química – 2011, consolidemos a “Química para um mundo melhor”.