

# CADERNO DE QUÍMICA VERDE

Ano 2 - Nº 4 - 1º trimestre de 2017

## Editorial

A primeira edição do Caderno deste ano é dedicada ao Ensino de Química Verde. A sustentabilidade de nossa indústria baseada em processos químicos depende da capacitação de futuras gerações de pesquisadores, professores, empresários e profissionais de alta qualificação para aproveitar as suas muitas vantagens comparativas na produção de insumos químicos a partir de matérias primas renováveis. Entretanto, embora já existam vários exemplos de novos produtos que encontraram seu nicho na economia mundial, grande parte de sua tecnologia ainda está em processo de estruturação. A exemplo do que ocorreu na indústria química baseada em correntes residuais de carvão e depois de petróleo, a maioria dos produtos que conquistarão novos mercados ainda não é conhecida. Em particular, os conhecimentos necessários ainda estão sendo gerados em laboratórios ou mesmo em exercícios de imaginação de pesquisadores (muitos sequer foram identificados!).

A trajetória de produtos químicos da bancada ao mercado é complexa e sujeita a incertezas. Requer uma série de condições como recursos, gestão, infraestrutura e uma conjuntura favorável. Acima de tudo requer pessoas que tem os conhecimentos e prática na sua aplicação. Conforme vem sendo reiterado em estudos recentes, a formação dos quadros qualificados é o ponto de partida para a implantação de uma indústria baseada em biomassa. A Escola Brasileira de Química Verde desenvolve trabalhos em todos os níveis de formação, desde pós-graduação até o ensino fundamental. Entretanto trabalhos junto aos professores de nível médio apontaram uma grave ameaça, a exclusão de aulas práticas do ensino de química. Para enfrentar este problema o apoio da American Chemical Society, que patrocinou a Iniciativa Imperativa Global sobre Experimentos de Química Verde para Locais Remotos foi fundamental. O evento foi realizado em Belém do Pará, em novembro passado e reuniu especialistas mundiais e professores, pesquisadores, educadores e estudantes de várias regiões do Brasil para analisar a questão e propor medidas para reverter esta situação.

A presente edição inclui um depoimento do Presidente da Academia Brasileira de Ciências e manifestações de responsáveis por projetos de pesquisa em química verde. Reflexões sobre o evento de Belém são apresentadas a partir do documento oficial do mesmo. Atividades de ensino, práticas recomendadas, e medidas para apoiar o ensino experimental estão em artigo técnico.

**Peter Seidl**  
Editor

## Neste Caderno

14-2



Presidente da ABC, Luiz Davidovich, fala sobre desafios para a educação no Brasil

14-6



Depoimentos de especialistas sobre ensino experimental

14-9

**QUÍMICA VERDE** Eventos

Instituto do Senai lança programa da UNIDO. VII Encontro da EBQV.

14-10



Ensino de Química Verde

14-17



Reflexos do evento sobre "Experimentos de Química Verde para localidades remotas"

14-20

**QUÍMICA VERDE** nas Empresas

Akzo-Nobel / Croda.

14-20

**QUÍMICA VERDE** em Cápsulas

Aproveitamento da lignina. "Big data" na Química Verde. Pectina da Casca de Manga.

# Depoimento de Luiz Davidovich, Presidente da Academia Brasileira de Ciências (ABC), sobre a educação e o caminho para o desenvolvimento do Brasil

Catarina Chagas  
*Jornalista Convidada*

**CQV - Nas últimas décadas, a Academia Brasileira de Ciências vem se debruçando sobre o tema da educação. Quais são os principais desafios que o Brasil enfrenta hoje nessa área?**

**Davidovich** - O grande desafio é importar cérebros para o nosso desenvolvimento científico e tecnológico. Mas, quando falo em importar cérebros, não estou falando em trazer cientistas dos Estados Unidos ou da Europa, mas em importar cérebros do Brasil – esses milhões de cérebros desperdiçados nas comunidades, nos morros, nas periferias, nos mangues, e que precisam ser inseridos em um projeto de desenvolvimento nacional. Esse é um grande desafio, que pode ser cumprido por meio da educação de qualidade para todos os brasileiros e todas as brasileiras.

O Brasil teve progressos nessa área, no sentido de ampliar o número de crianças na educação básica, especialmente no ensino fundamental. Mas a qualidade deixa a desejar. Em outros países, a educação é vista como o processo pelo qual é possível eliminar as desigualdades que vêm do berço. No Brasil, pelo contrário, a educação reforça essas desigualdades.

As crianças que vêm das classes mais favorecidas, em primeiro lugar, têm a palavra escrita em casa – jornais, livros, revistas –, enquanto as crianças que vêm das comunidades frequentemente não têm nada disso. Então, elas já chegam na escola pior preparadas do que as outras crianças. Além disso, vão para escolas que, em geral, são pouco estimulantes, onde elas não

recebem a atenção devida e que utilizam métodos de ensino ultrapassados.

Isso é particularmente preocupante no ensino de ciências. Atualmente, experiências internacionais, algumas já presentes no Brasil, sugerem que o ensino de ciências deve ser feito “com a mão na massa”, isto é, fazendo experimentos, motivando perguntas. Isso é fazer ciência! Ciência tem a ver com curiosidade, com paixão pelo conhecimento. Não tem a ver com decorar fórmulas nem com aceitar conceitos pré-digeridos pelo professor ou professora.

**CQV - Uma parte das escolas brasileiras já conta com estrutura de laboratórios. No entanto, a estrutura e os materiais, sozinhos, não promovem a experimentação.**

**Davidovich** - É verdade, muitas escolas têm laboratórios que não são utilizados. E, mais do que usar os laboratórios, é preciso usá-los com essa mentalidade de despertar questões na cabeça das crianças e dos adolescentes, não simplesmente fazer demonstrações de resultados. Isso está muito ligado à formação dos professores.

Os currículos de formação docente aqui no Brasil têm disciplinas como métodos para ensinar matemática, métodos para ensinar ciências. Frequentemente, os alunos dessas faculdades não têm um conhecimento mais aprofundado do que é ciência e do que é matemática. Por isso, é preciso oferecer mais conteúdo na formação dos professores e, mais ainda, um conteúdo que leve



**Luiz Davidovich**

Os currículos de formação docente aqui no Brasil têm disciplinas como métodos para ensinar matemática, métodos para ensinar ciências. Frequentemente, os alunos dessas faculdades não têm um conhecimento mais aprofundado do que é ciência e do que é matemática. Por isso, é preciso oferecer mais conteúdo na formação dos professores e, mais ainda, um conteúdo que leve em conta a necessidade de ensinar ciências com a mão na massa.

Seria muito importante que, no processo de formação dos docentes, se falasse sobre como despertar a curiosidade das crianças sobre a ciência usando o método experimental. Isso não requer equipamentos caros: é possível fazer experimentos com o material que já existe disponível na escola, nas casas das crianças ou no seu entorno.

**CQV - Como o Brasil pode ensinar ciências em contextos culturais, econômicos e sociais tão diversos quanto os que temos?**

**Davidovich** - Quando falamos de ensino de ciências com mão na massa, estamos falando de

ensino de ciências baseado no ambiente local, isto é, em buscar experimentos de física, química ou biologia que possam ser realizados na região onde se está. É claro que você vai motivar muito mais os alunos se você mirar questões locais. Se o aluno estiver na Amazônia, por exemplo, você pode privilegiar o ensino de ciências focado na biodiversidade local, na hidrodinâmica dos rios, enfim. Dependendo da região, você pode variar os temas. O importante é ter um método que se adapte às diferentes regiões e que incentive a experimentação.

**CQV - Neste momento, o Brasil está discutindo as bases curriculares da educação básica. É uma oportunidade boa para incluir esses novos conceitos?**

**Davidovich** - Acho que sim. Essa discussão [de reforma das bases curriculares] não deve estar focada apenas no conteúdo que será ensinado, mas também na própria maneira de ensinar ciência. A questão regional também deveria ser debatida. Acho que é um momento propício, mas não sei se ele será aproveitado.

**CQV - Os cursos de licenciatura em química têm muitas vagas ociosas. Isso é verdade também para os cursos de licenciatura em outras áreas da ciência?**

**Davidovich** - Sim, eu diria que isso é verdade de uma maneira geral, e com alguns agravantes, mesmo nas melhores universidades do Brasil. Por exemplo, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, o curso de licenciatura em física é noturno, por uma razão muito simples: o fato de os alunos trabalharem durante o dia. Mas, por trabalharem o dia inteiro, eles não têm tempo para estudar – e estamos falando de pessoas que, mais tarde, serão docentes. Como resolver isso?

Uma proposta da ABC é que o Ministério da Educação ofereça cursos de licenciatura diurnos com bolsas de estudo, que sejam, em valores, pelo menos equivalentes ao salário mínimo de cada

região, de modo que os alunos não tenham que trabalhar. Eles estariam disponíveis para estudar, e fariam cursos junto com os colegas do bacharelado. As bolsas incentivariam os alunos a procurarem cursos de licenciatura.

**CQV - O que reduz, hoje, o interesse dos alunos que concluem o ensino médio pelos cursos de licenciatura em ciências?**

**Davidovich** - O salário dos docentes de ensino básico ainda é muito baixo. Houve, recentemente, o estabelecimento de um piso salarial que, no entanto, não é respeitado por muitos estados brasileiros.

Outros países mostram que, no momento em que o salário inicial da carreira dos docentes é equiparado ao de outras profissões graduadas, isso estimula o ingresso, na carreira docente, por parte dos melhores alunos do curso secundário.

A Coreia do Sul tem cinco universidades de formação de professores para o ensino fundamental. Os alunos que entram para essas universidades estão entre os 5% melhores alunos do ensino secundário. Eles recebem bolsas para a graduação e têm emprego garantido, porque o número de vagas abertas coincide com o número de vagas planejadas para o emprego futuro. Esse

deveria ser nosso objetivo: dar condições boas de trabalho, para atrair os bons alunos do secundário para serem docentes.

**CQV - As olimpíadas de ciências, no Brasil, são um caso de sucesso na educação científica?**

**Davidovich** - Sim, sem dúvida. A Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), por exemplo, envolve quase 18 milhões de estudantes. Isso é fabuloso. Temos olimpíadas de física, química, e é muito bom ver a capilaridade dessas iniciativas. A OBMEP chega a 99,59% dos municípios brasileiros! Com isso, chama a atenção dos estudantes para a matemática.

Mas é interessante notar que, apesar dessas olimpíadas, os resultados do Brasil nas avaliações internacionais, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), ainda deixam a desejar. As olimpíadas ajudam a identificar mentes brilhantes e, depois, podemos ajudar na formação dessas mentes brilhantes. Mas as olimpíadas não resolvem o problema da formação geral da população brasileira. Para resolver essa questão, temos que investir na formação dos professores e na qualidade das escolas.



“... buscar experimentos realizados na região. Na Amazônia, por exemplo, na biodiversidade local, na hidrodinâmica dos rios...”

**CQV - Qual o papel dos espaços informais de educação e das atividades de divulgação científica nesse processo?**

**Davidovich** - São complementares. Os museus de ciência, por exemplo, são muito importantes. Há vários exemplos deles no Brasil, e a universidade pode colaborar com sua concepção, como ocorreu na Universidade Federal do ABC, que ajudou na criação de um museu de ciências em Santo André. Mas é preciso ter vontade política. E outro detalhe, em que as pessoas muitas vezes não pensam, é que o museu de ciência também precisa ter condução para levar as crianças. Atualmente, esse é um grande problema para as escolas públicas: mesmo que os museus de ciências existam, elas não têm condições de levar seus alunos.

**CQV - E como a divulgação científica pode colaborar também para a disseminação do conhecimento para o público que está fora das escolas?**

**Davidovich** - Estive recentemente num workshop na Alemanha e observei que a consciência do cidadão alemão sobre a importância da ciência é fantástica, de modo que jorra dinheiro para pesquisa e desenvolvimento. Já aqui no Brasil, não existe tanto essa consciência. Para gerá-la, precisamos usar, principalmente, os meios de comunicação, como jornais, programas de televisão... Precisamos de programas que apaixonem o público pela ciência.

A população não tem muita consciência da importância do conhecimento



Escola em Belém: sala de aula comum

de ciência para a democracia. Mas, hoje, lidamos com questões como mudanças climáticas, pesquisa em células-tronco, engenharia genética, organismos geneticamente modificados, energia nuclear.

Muitas vezes, o debate sobre esses e outros temas é resolvido na esfera política, por pessoas que não têm conhecimento de ciência.

E é importante que os cidadãos estejam preparados para participar dessas discussões. Isso não quer dizer que todo brasileiro será um cientista, e sim que todos precisam de conhecimento suficiente para acompanhar esses grandes debates.

“...milhões de cérebros desperdiçados nas comunidades, nos morros, nas periferias, nos mangues, ...”



# Depoimentos de Especialistas sobre Ensino Experimental

***Carolina Maria Machado de Carvalho Andrade, Diretora do Instituto Senai de Inovação Biomassa:***

A química verde possui um papel central nos atuais projetos de inovação conduzidos nos institutos do SENAI, pertencentes ao grupo de tecnologias químicas.

Estes institutos, que foram desenvolvidos para aumentar a competitividade da indústria química brasileira, por meio do desenvolvimento de soluções para as indústrias de grande, médio e pequeno porte, atendem às demandas de projetos com base nos princípios da química verde.

O grupo de Institutos em Tecnologias Químicas tem em sua equipe 67 profissionais, incluindo 28 pesquisadores efetivos, sendo 12

mestres e 16 doutores; e 8 pesquisadores bolsistas, sendo 4 mestres e 4 doutores, ressaltando a importância de recursos humanos

qualificados e comprometidos com o desenvolvimento da química.



***Eduardo Falabella de Souza-Aguiar, Professor Titular da Escola de Química da UFRJ:***

A Química Verde, ou Química Sustentável, representa, sem qualquer sombra de dúvida, o



futuro da indústria química mundial. Ao atendermos os preceitos dessa nova filosofia, estamos buscando uma postura mais ética para nossa indústria.

No entanto, a Química Verde demanda um grande conhecimento de técnicas experimentais.

Desafortunadamente, vários cursos de Química, por razões orçamentárias, vêm desativando seus laboratórios de prática de ensino. Tais cursos estão localizados, em sua maioria, nas regiões de mais difícil acesso.

Assim sendo, considero de primordial importância a realização do 2016 Global Innovation Imperative, que permitirá acesso a várias técnicas e experimentos em Química Verde, a uma gama de profissionais ansiosos por esse tipo de conhecimento.

**Carlos Eduardo Vaz Rossell, Ex-coordenador de Processamento de Biomassa, CTBE/CNPEM:**

O propósito desta é transmitir aos Senhores(as) nossa visão referente à importância da Química Verde como área de atuação dentro da Química, considerando:

- Necessidade de substituição de materiais de origem fóssil por renováveis;
- Processamento focado em tecnologias limpas seja através de catálise química ou biocatálise;
- Procedimentos validados através de critérios de sustentabilidade.

Este evento está focado na disseminação da Química Verde através do ensino como disciplina destacando a parte experimental como condição necessária na formação de um químico.

Neste com texto queremos alertar sobre a necessidade de cultivar o ensino experimental de Química. A formação de um químico está fortemente associada a experimentação. A importância social e econômica que as Indústrias Químicas atingiram é resultado desta formação que concilia conhecimentos teóricos com experimentação. A formação de um químico não pode de forma alguma relegar a parte experimental, abordada através de cursos que incluam aulas práticas experimentais em laboratórios com infraestrutura adequada para o sucesso do aprendizado, sem deixar de lado os pré-requisitos de segurança pautada nas diretrizes das normas de Boas Práticas de Laboratório.

Não menos importante é o estabelecimento de critérios para o projeto de experimentos demonstrativos como parte da formação do químico. As demonstrações experimentais não devem ser apenas para o aluno adquirir treinamento e familiarização com técnicas analíticas e balanços de massa, processos físicos, químicos e biológicos, boas práticas operacionais, critérios de segurança e sustentabilidade. Devem ir muito além tornando-se um instrumento para criar no aluno o raciocínio crítico, abrir o caminho para

aplicar o método científico na abordagem de problemas fundamentais devem estar integrados com o ensino teórico.

No caso específico da Química Verde, o componente experimental torna-se imperativo considerando a complexidade das matérias primas e o seu processamento, seja ele físico, químico e/ou bioquímico, até produtos finais. Considerando que não existem modelos preditivos para as reações a partir de uma matéria prima renovável, o desenvolvimento de uma rota verde passa pelo trabalho em laboratório para o levantamento dos dados de conversão visando a subsidiar um a análise de viabilidade técnico-econômica que deve considerar ainda parâmetros de sustentabilidade ambiental e social, para que um produto ou uma rota seja considerada verde.

Trazemos como referência a atuação em Química Verde pelo Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE). Desde seu início o CTBE estabeleceu como uma de suas metas a atuação em Química Verde pelo processamento da cana de açúcar para obtenção de intermediários e produtos químicos.

O sucesso obtido até o presente, comprovado através de projetos de apoio ao setor produtivo, pedidos de patente e publicação, está atrelado em grande parte formação de uma equipe de pesquisadores e técnicos especializados, com formação direcionada atividade experimental.



**Donato Aranda, Professor da Escola de Química da UFRJ e Coordenador do Greentech, Laboratório de Tecnologias Verdes:**

Dentro da química verde, especificamente na área de biocombustíveis, os experimentos são bastante factíveis mesmo dentro de uma escola pública de nível médio.

Tanto a fermentação alcoólica, como a transesterificação de óleos vegetais, ocorrem em temperaturas próximas da ambiente e pressão atmosférica.

Isso possibilita a realização de experimentos com vidraria e equipamentos baratos.



O próprio avanço de reação é de fácil monitoramento, seja pelo teor alcoólico, seja pela formação visível de glicerina, sinal indicativo de produção de biodiesel.

Num país em que há mais de 400 usinas de etanol e biodiesel e mais de 30 bilhões de biocombustíveis sendo produzidos e consumidos, tais procedimentos experimentais trazem uma ilustração bastante clara, palpável e didática dos processos químicos e de toda a química.

**Antonio Aprígio da Silva Curvelo, Professor Titular da Universidade de São Paulo:**

Parabéns pela iniciativa. O ensino fundamental e médio é muito carente no Brasil e todas as iniciativas para melhorar o ensino de ciências é sempre bem vinda. Nesta fase da escolarização o ensino de ciências deve sempre ser bem contextualizado e, se possível, próximo da realidade cotidiana do estudante.

O uso da experimentação do ensino de química acaba, muitas vezes, se limitando a demonstrações e verificação de conceitos. Trabalhei durante vários anos com este tema e defendemos que o mais importante é a utilização dos experimentos para materializar o método científico de investigação.

Creio que a melhor orientação seja transmitir aos alunos a importância de “conversar” com a natureza por meio dos experimentos. Aprender a fazer as perguntas corretas e interpretar as respostas que o experimento fornece. Durante os anos em que fui diretor do CDCC - USP ([www.cdcc.usp.br](http://www.cdcc.usp.br)), participei do desenvolvimento

de vários kits de experimentos (Projeto Experimentoteca - <http://www.cdcc.sc.usp.br/experimentoteca/>) que empregam materiais de fácil acesso e construídos de modo a permitir que os próprios estudantes realizem os experimentos.

Na página do projeto ([http://www.cdcc.sc.usp.br/experimentoteca/medio\\_quimica.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/experimentoteca/medio_quimica.html)) você encontrará farta descrição dos experimentos, com documentação e instruções para professores e alunos.





# QUÍMICA VERDE

## Eventos

### Projeto para Acelerar Iniciativas em Química Verde

Foi realizado no dia 13 de janeiro o evento de lançamento em âmbito mundial do "Projeto para desenvolvimento de diretrizes em tecnologias e estudos de caso de química verde" na sede do ISI Química Verde. A proposta é uma parceria entre o Instituto SENAI de Inovação de Química Verde e a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – UNIDO e o GEF do Banco Mundial, que integra uma iniciativa mundial com outros países, como Peru, Colômbia, Egito, África do Sul e Sri Lanka, cujos projetos também foram apresentados por seus representantes. O objetivo consiste em acelerar o desenvolvimento de estratégias em Química Verde no Brasil e capacitar engenheiros, químicos e pesquisadores na área.



O evento contou com a presença de Paul Anastas (foto ao lado), da Universidade de Yale nos Estados Unidos, um dos responsáveis pelos princípios da Química Verde e de Petra Schwager, da UNIDO. A programação incluiu palestras sobre as oportunidades da aplicação dos princípios da Química Verde no setor industrial nacional e o estudo de caso "Parcerias para a Inovação e Sustentabilidade – Tornando a indústria mais verde com a Química Verde" desenvolvido pela Braskem em colaboração com Instituto SENAI de Inovação de Química Verde (ISI Química Verde).


**VII ENCONTRO DA ESCOLA BRASILEIRA DE QUÍMICA VERDE**  
**VII EEBQV**  
[www.eebqv2017.wordpress.com](http://www.eebqv2017.wordpress.com)

**Save the date**  
**9 e 10**  
**outubro de 2017**

**NOVOS PROCESSOS PARA A INDÚSTRIA DE RENOVÁVEIS**

Instituto Nacional de Tecnologia - Rio de Janeiro - RJ  
 Mais informações: [quimicaverde2017@int.gov.br](mailto:quimicaverde2017@int.gov.br)



# Ensino em Química Verde

**Adriana K. Goulart, Ana Karolina M. Figueiredo, Rafaela C. Nascimento, Peter R. Seidl**  
*Escola de Química da UFRJ*

## INTRODUÇÃO

A Química Verde surgiu da necessidade de reverter os impactos da ação humana sobre fenômenos climáticos; do maior controle da poluição ambiental; e do uso racional de água, energia, insumos e recursos naturais nos processos de transformação. Há um crescente rigor da regulamentação do uso de produtos químicos (como o REACH); e a demanda por tecnologias cada vez mais econômicas e limpas; além da falta de especialistas em questões ligadas a sustentabilidade dos processos e a segurança química.

No Brasil, o ensino é uma questão fundamental. Nesta edição do Caderno, a importância do ensino no desenvolvimento científico e tecnológico é enfatizada no Depoimento do Presidente da Academia Brasileira de Ciências. Aspectos específicos relativos à Química Verde são apontados nas próximas páginas.

## ENSINO DE QUÍMICA VERDE

A escola é, sem dúvida, a principal responsável pela apropriação do conhecimento. Entretanto, para que haja um aprimoramento da aprendizagem contínua pela sociedade em geral é necessária uma aproximação do ensino com a internet, a mídia, os projetos culturais, as tecnologias da comunicação, entre outros..

A indústria cultural e a grande mídia são recursos fundamentais para resgatar as tradições culturais nacionais e para propagar o ensino em química verde como agente transformador de hábitos mais sustentáveis de consumo. Projetos educacionais como feiras, eventos acadêmicos e o Caderno de Química Verde surgiram de um conceito de cultura mais ampliado que abrange questões relacionadas com cidadania, sustentabilidade, preservação ambiental, melhora da

qualidade de vida e o patrimônio cultural e tecnológico nacional.

Esses projetos têm como principal objetivo mostrar como a química vem contribuindo para aumentar a sustentabilidade da vida moderna de uma forma mais simplificada e clara, facilitando o entendimento do público em geral. São também resultados esperados:

- a popularização da química como ciência e seu papel fundamental para a formação de recursos humanos e para o avanço socioambiental e tecnológico sustentável;
- subsídios para o desenvolvimento sustentável, ao realizar mudanças sociais, comportamentais e ambientais positivas;
- instruir a população em geral sobre a importância de pensar e discutir questões relacionadas à sustentabilidade, tais como a reciclagem, reutilização e a biodegradabilidade dos materiais após seu uso.
- formar consumidores mais conscientes a respeito de suas responsabilidades sobre os impactos ambientais causados por algumas atitudes e produtos que consomem;
- permitir que profissionais da indústria promovam o desenvolvimento social e econômico alinhado às tradições culturais, ao uso eficiente dos recursos naturais regionais e à preservação destes;
- estreitar relações entre indústria de transformação e a sociedade pelo desenvolvimento de produtos verdes menos agressivos ao homem e ao meio ambiente, modificando a imagem negativa repercutida pela indústria química;
- apresentar iniciativas para evitar, reduzir e reverter danos ao meio ambiente e para trazer mais segurança à vida do planeta.



Figura 1. Atividades ofertadas para os alunos da Escola SESC durante visita à Escola de Química da UFRJ

No entanto é preciso considerar a escolha de uma grade curricular que valorize a pluralidade e a diversidade cultural local brasileira. Contudo, os desafios são muitos e cabe aos educadores e à sociedade formular novas aproximações viáveis.

## QUÍMICA VERDE NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Os temas tratados pela Química Verde são em geral desconhecidos para crianças e adolescentes no nível fundamental e médio de ensino. Por isso, é preciso estimular a incorporação de debates, de materiais de fácil leitura e da capacidade auto-reflexiva sobre um estilo de vida mais sustentável. Existem diferentes projetos para atingir tal propósito.

São exemplos:

1) Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT): exposições e oficinas destinadas a um público mais geral sem faixa etária definida. Visam apenas à divulgação dos princípios da Química Verde empregando atividades interativas, tais como:

- Palestras e discussões;
- Visitas às empresas, universidades, ONGs e instituições de cunho ambiental e sustentável;
- Material gráfico para orientar expositores e didático

para instruir professores;

- Experimentos práticos, rápidos, simples, seguros e com apelo visual suficiente para despertar o interesse do público acerca da Química Verde.

2) Visitas guiadas às instalações da Escola de Química da UFRJ: o público-alvo é composto de alunos do ensino médio, principalmente do terceiro ano. Este projeto foi desenvolvido com a Escola SESC e inclui as atividades descritas na Figura 1, voltadas principalmente para o melhor entendimento do uso de biomassas na produção de combustíveis e da importância das pesquisas sustentáveis. O objetivo do projeto é despertar o interesse dos alunos para a carreira acadêmica na área de ciências e o melhor.

3) Visitas em escolas de ensino médio: o público-alvo são professores e coordenadores das disciplinas de química, principalmente experimental. Este projeto tem como objetivo a inserção de experimentos de química verde para introduzir conceitualmente o tema de forma mais lúdica e didática. Esse projeto está em andamento com o ISERJ.

4) Laboratório multidisciplinar de química verde: o

público-alvo são professores e alunos do ensino médio da rede pública. Um laboratório está em fase inicial de montagem no Colégio Estadual Pedro Álvares Cabral (CEPAC) no Rio de Janeiro.



5) Capacitação de professores: o público-alvo são professores do ensino médio e técnico. O curso é oferecido anualmente pela ABQ e durante o Congresso Brasileiro de Química desde 2015. O conteúdo é teórico e prático, contemplando atividades e experimentos de baixo custo e baixa complexidade. O curso tem como objetivos: informar sobre os princípios de química verde; expor atividades simples de fácil implementação em sala de aula; e inserir a química como ciência experimental em escolas públicas com pouco ou nenhum acesso a materiais e reagentes. No curso os professores também são orientados para instigar o aluno a contribuir para um processo de "esverdeamento" da escola, aplicando assim, os seguintes temas abordados em sala de aula:

- principais conceitos da Química Verde;
- os 12 princípios e suas atualizações;
- histórico da Química Verde no Brasil e no mundo;
- desmistificando a química;
- ciclo de vida;
- pegadas ecológicas.

### QUÍMICA VERDE NO ENSINO SUPERIOR

A incorporação da Química Verde no ensino superior cabe principalmente à Escola de Brasileira de Química Verde (EQBV), hospedada desde 2010 na Escola de Química da UFRJ. A EQBV atua em:



Laboratório multidisciplinar em uma escola de ensino médio

### Novos laboratórios serão iniciados em 2017

- Geração de conhecimentos;
- Formação de recursos humanos (das áreas de química, engenharia química, microbiologia, biologia, bioquímica, farmácia e física);
  - Pesquisa, desenvolvimento, inovação e prospecção tecnológica;
  - Oferta de cursos, materiais didáticos, feiras de ciência e demais eventos acadêmicos;
  - Divulgação das questões relativas ao papel dos processos químicos e bioquímicos que asseguram a maior sustentabilidade e segurança para o meio ambiente e a saúde humana (como o Caderno de Química Verde);
  - Percepção de valor e aceitação pela sociedade da Química Verde, incluindo escolas do ensino fundamental e médio, por meio de projetos com atuação direta (SNCT) ou indireta (SESC, ISERJ ou CEPAC) ou da capacitação de professores.

Considerando as dificuldades de natureza burocrática para introduzir novos cursos e áreas de concentração na extensa carga horária da graduação, a proposta de inclusão de uma disciplina eletiva "Introdução à Química Verde" apresenta-se como uma opção mais viável do que uma matéria obrigatória, já que a sua implementação depende somente dos trâmites internos dos departamentos de cada universidade. A ementa e a carga horária estão descritas na Tabela 1 na página ao lado.

Seção	Conteúdo
Parte teórica (45h)	
Introdução	Desenvolvimento dos conceitos da Química Verde: Perspectiva Histórica e Orientações Éticas
Sustentabilidade	Percepções Comuns; Crescimento Populacional e seu limite; Pegada Ecológica; Desenvolvimento Sustentável
Mudanças Climáticas e Meio Ambiente	Tendências Recentes; Indicadores de Mudanças; Negociações e Problemas; Potencial e Consequências
Segurança Química	Percepção Pública da Química; Contaminação e Risco; Regulamentação; Metas
Crítérios para Avaliação	Cadeias de Valor; Métricas em Química Verde; Ciclo de Vida
Química Verde no Brasil	Atividades Recentes; Workshop em Fortaleza sobre a Rede de Química Verde; Estudos do CGEE; Testes sobre as estratégias para o Brasil; A indústria química e matérias-primas renováveis
Parte Prática (15h)	
<p>Busca na literatura por Quem é Quem na Química Verde</p> <p>A listagem criteriosa dos canais de informação e capacitação nacionais e internacionais mais confiáveis e consistentes sobre a Química Verde é fundamental para orientar profissionais e estudantes interessados em capacitar-se no tema.</p> <p>Por isso, este critério de avaliação visa mensurar a capacidade de pensar e comunicar as conclusões dos alunos sobre o tema sozinho e em grupo.</p>	<p>Primeiramente, é realizada individualmente e visa revelar as disparidades de resultados gerados pelos canais de busca populares e as deficiências de cada aluno em realizar suas respectivas pesquisas.</p> <p>Uma segunda etapa consiste em formar grupos e selecionar um dos aspectos pesquisados (sites, cursos, grupos de pesquisa, publicações, organizações, etc.) para classificá-los de acordo com os critérios determinados pelos grupos. Os resultados são apresentados na sala, de forma que cada membro discuta sobre sua contribuição. Desta forma, são avaliados aspectos comportamentais, como a sinergia entre os alunos, a capacidade de liderança e a capacidade de restrição de fontes de informações.</p>
<p>Estudos de Casos do Esverdeamento de Processos e Produtos Químicos Propostos pelos Alunos.</p> <p>Visa a compreensão básica da aplicação dos conceitos da Química Verde em processos e produtos e do emprego de métricas simples para avaliar o desempenho e os impactos ambientais da indústria.</p>	<p>Consiste na proposição do problema, na descrição dos métodos de execução, análise e discussão do grau de “esverdeamento” dos processos tradicionais (PBT, perigosos, corrosivos, resíduos) e na apresentação de meios para atingir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a aquisição de alto desempenho e produtividade dos processos;</li> <li>- a redução dos custos de energia e do consumo de água;</li> <li>- a minimização do tamanho e número de unidades operacionais;</li> <li>- a eliminação do uso de solventes tóxicos;</li> <li>- o melhor desempenho das reações-e, com o aumento da taxa de conversão e seletividade dos bioprodutos desejados;</li> <li>- a menor formação de rejeitos. Estes devem ser preferencialmente biodegradáveis, reaproveitáveis e pouco agressivos ao meio ambiente e à saúde humana;</li> <li>- a utilização de matérias-primas renováveis;</li> </ul>
<p>Pesquisas Bibliográficas e Painéis de Discussões</p> <p>São avaliados o nível de assimilação do material apresentado no curso pelos alunos e os critérios de seleção de fontes consistentes de pesquisa.</p>	<p>Os grupos devem buscar na mídia por tópicos atuais sobre sustentabilidade, alterações climáticas e segurança química. Em seguida, apresentar e discutir os resultados na aula. É desejável que- possíveis controvérsias ou argumentos surjam por parte dos demais alunos, enriquecendo os trabalhos com informações adicionais, tais como regulamentações do REACH, relatórios do IPCC, o livro do Johnson, etc.</p>

Tabela1. Proposta de ementa para a disciplina eletiva "Introdução à Química Verde"

A associação direta entre a sustentabilidade e sua aplicação em produtos e processos podem ser apresentadas de duas formas: Análise do estado da arte de desenvolvimento das tecnologias sustentável versus a tradicional; Discussões de questões controversas sobre o posicionamento da sociedade e da indústria quanto às dimensões da sustentabilidade.

São exemplos de temas a serem abordados:

- apresentar propostas ou análises de processos mais eficientes em termos energéticos, técnicos e econômicos;
- propor meios para o esverdeamento de processos tradicionais;
- comparar as vantagens em desenvolver métodos com formação mínima de resíduos em relação às tecnologias para tratá-los;
- discutir as implicações da seleção de matérias-primas renováveis: competição entre fins energéticos e alimentares, a economia das biorrefinarias, o uso de transgênicos, pesticidas, água e terra;
- selecionar qual reação química seria mais viável na produção de determinado produto, por meio do cálculo por mol, cálculo por massa, rendimento de uma reação química ou de métricas da química verde.

Algumas áreas e disciplinas já existentes em cursos de graduação e pós também podem contemplar contextualizações relativas aos conceitos e discussões de Química Verde, tais como: Alimentos, Química, Engenharia Química, Agrícola, Ambiental, Segurança, Materiais, Bioquímica, entre outras. Entretanto, as

disciplinas oferecidas por outras unidades exigem maior interação entre professores e departamentos interessados.

Propostas de Ensino em Química Verde disponibilizados via cooperação internacional devem ser adaptados para atender aos processos de produção de bioenergia, biocombustíveis e bioprodutos oriundos de matérias-primas renováveis típicas do Brasil. O Centro de Excelência em Química Verde da Universidade de York (UK), por exemplo, desenvolveu um modelo para aplicação da química verde aplicada a projetos da indústria. Já o instituto ACS de Química Verde fornece materiais usados em atividades de extensão e cursos, como o texto “Introduction to Green Chemistry” e também compartilha sua experiência em promover atividades relacionadas a educação, a cooperação com a indústria e a formação da Rede de Química Verde.

Para a estruturação dos cursos e a determinação dos materiais, ferramentas e conceitos apresentados no Ensino de Química Verde é recomendável considerar os recentes assuntos veiculadas em: textos clássicos; reuniões realizadas no Brasil e no exterior com profissionais da academia, da indústria e de instituições de pesquisa; determinações institucionais; e linhas de pesquisas em Química Verde. As aulas e palestras podem ser divididas entre os membros discentes do programa de graduação e pós-graduação e convidados externos que tenham experiência relacionada ao conteúdo. Os tópicos que podem ser tratados no ensino de Química Verde estão descritos na Tabela 2 abaixo.

Bioquímica	Bioeconomia	Empreendedorismo	Biopolímeros	Fertilizantes
Química do etanol	Microbiologia	Catalisadores	Programação	Ecologia Básica
Modelagem e simulação de bioprocessos	Processos inorgânicos industriais	Gestão e Prospecção Tecnológica	Engenharia de Segurança do Trabalho	Engenharia de processos biotecnológicos
Gerenciamento Ambiental	Cinética e cálculo de biorreatores	Tratamento de Efluentes	Modelagem molecular	Projetos de biorrefinarias
Análise do Ciclo de Vida	Pesquisa Operacional	Métricas em Química Verde	Processos de Separação	Biologia celular e sintética
Caracterização de matérias-primas agrícolas e florestais	Produtos químicos, surfactantes e solventes verdes	Projetos de esverdeamento de processos	Avaliação técnica e econômica de processos	Identificação e viabilidade de novos negócios
Máquinas Térmicas	Análise de Risco	Segurança Química	Engenharia Genética	Cadeias de suprimento

Tabela 2. Tópicos que podem ser tratados no ensino de Química Verde

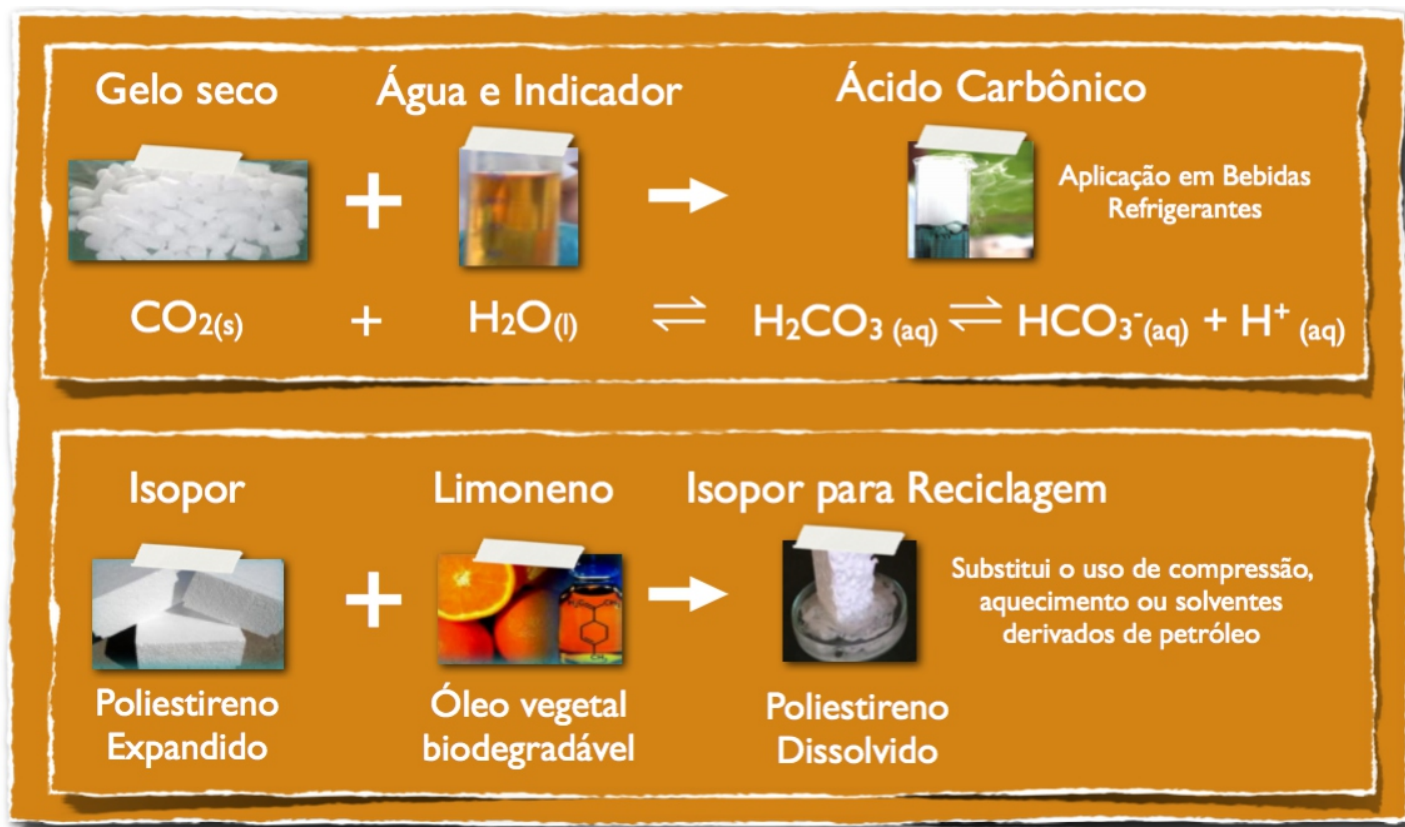


Figura 2. Exemplos de experimentos que utilizam matérias-primas renováveis

Outra alternativa para introduzir a Química Verde no ensino superior consiste na sua adoção nas aulas práticas de laboratório (Figura 2). Assim, os estudantes podem comparar e refletir sobre as inovações tecnológicas mais sustentáveis.

São exemplos:

- a minimização do uso de insumos químicos, água e energia;
- a estequiometria com eficiência atômica;
- a substituição de químicos perigosos por alternativas menos nocivas;
- a transformação de matérias-primas renováveis (animal ou vegetal) em energia térmica ou elétrica, combustíveis ou produtos químicos;
- a substituição de substâncias tóxicas e/ou inflamáveis;
- o tratamento, a reciclagem, ou reutilização de materiais;
- síntese de materiais biodegradáveis;
- não-geração ou minimização de resíduos e efluentes,
- redução de etapas de separação;
- tratamento, reciclagem, reutilização ou descarte

apropriado de materiais gerados nos laboratórios;

- segurança química de processos, prevenção de perdas e análise de riscos e de ciclo de vida das práticas experimentais.

#### BIBLIOGRAFIA

- Adriana K. Goulart; Amanda P.F. Santos; Clarissa A. Biscainho; Danielle I.M. Mattos; Leonardo V. Teixeira, Sidney M. C. Chaves, Peter R. Seidl. Educação para o Desenvolvimento Sustentável na Graduação. VI Encontro da Escola Brasileira de Química Verde. CTBE/CNPEM. Campinas (SP). 2015.
- Adriana K. Goulart; Peter R. Seidl; Estevão Freire; Luiz Fernando Leite. Introdução à Química Verde na Pós-Graduação. VI Encontro da Escola Brasileira de Química Verde. CTBE/CNPEM. Campinas (SP). 2015.
- Adriana K. Goulart; Amanda M. L. Pereira; Denes C. S. da Graça; Fernando C. Frickmann; Peter R. Seidl. Quem é Quem na Química Verde. VI Encontro da Escola Brasileira de Química Verde. CTBE/CNPEM. Campinas (SP). 2015.
- Anastas, P. T.; Warner, J. C. Green Chemistry: Theory and Practice. New York, USA. Oxford University Press. 1998. 7.

Winterton, N. Chemistry for Sustainable Technologies: A Foundation. London, UK. RSC Publishing. 2011.

Burmeister, M., Rauch, F. e Eilks, I.. Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education.

CGEE, Química Verde no Brasil: 2010 – 2030, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, 2010.

ANDRAOS, John; DICKS, Andrew P. Green chemistry teaching in higher education: a review of effective practices. Chemistry Education Research and Practice, v. 13, n. 2, p. 69-79, 2012.

Cheryl Hogue. Transition. Chem. & Eng. News, 2012, 90, 10. p. 34-35

MMA, "Educação para o Desenvolvimento Sustentável". Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/pdfs/sumexec\\_ed.pdf](http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/pdfs/sumexec_ed.pdf)> Acessado em: fevereiro de 2017.

IBGE (2017). PIB recua ante o 2º tri (-0,8%) e chega a R\$ 1,6 trilhão no 3º tri. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3321&busca=1&t=pib-recua-2%C2%BA-tri-0-8-chega-r-1-6-trilhao-3%C2%BA>> Acessado em janeiro de 2017.

Marciniak, A.A.; Nascimento, R.C.; Seidl, P.R.; Dodson, J.; Schoene, F.A.P. Estratégias de divulgação da Química Verde - Universidade e ensino médio - uma parceria de sucesso. 12 SIMPEQUI, Simpósio Brasileiro em Educação Química: Sustentabilidade no Ensino. Fortaleza (CE). 2014.

MMA, "Sumário Executivo sobre a Década da Educação

para o Desenvolvimento Sustentável". 2015. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/>>. Acesso em agosto de 2015.

Ministério do Meio Ambiente. O que é o meio ambiente? . 2017. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/legislacao/item/7591>>. Acessado em janeiro de 2017.

Nascimento, R. C.; Dodson, J. ; Branco, L. P. N.; Bassani, G. S.; Pedro, Y. G. ; Silva, A. A. L. ; Seidl, P. R. ; Conde, A. L. ; Oliveira, L. F. ; Luiz, R. A. Difusão do tema Química Verde em oficinas tecnológicas. III Encontro da Escola Brasileira de Química Verde. Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <<http://quimicaverde.eq.ufrj.br/download/ebqv-2013-rafaela-nascimento.pdf>> Acessado em: janeiro de 2017.

Prado, W.P. Química Verde aplicada ao ensino médio da rede pública de Uruaçu-GO. Simpósio Brasileiro de Educação em Química (SIMPEQUI) - Sustentabilidade no Ensino. IFG CAMPUS URUACU. 2012. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/90/4339-17591.html>> Acessado em: janeiro de 2017.

FREITAS, Mário Jorge Cardoso Coelho. A educação para o desenvolvimento sustentável e a formação de educadores/professores. Perspectiva, v. 22, n. 2, p. 547-575, 2004.

UNESCO. Educação para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/natural-sciences/environment/education-for-sustainable-development/>> acessado em: fevereiro de 2017.



Existem grandes contrastes no contexto do ensino, até na mesma cidade



# Reflexos do evento sobre “Experimentos de Química Verde para Localidades Remotas”

**Catarina Chagas**  
*Jornalista Convidada*

*Iniciativas visam divulgar princípios e conceitos da química sustentável no Brasil por meio da educação. O uso de materiais não tóxicos e a criação de soluções de baixo custo estão entre as linhas mestras dessa área de atuação.*

A educação está na base de toda grande mudança que se almeja na sociedade – isso inclui a busca por um desenvolvimento sustentável, capaz de obter crescimento econômico sem descuidar da preservação ambiental. Em iniciativas recentes, a Escola Brasileira de Química Verde (EBQV) vem discutindo como difundir na os princípios de uma química mais favorável ao meio ambiente. As principais estratégias traçadas, que devem ser implementadas em 2017, incluem a participação de professores e estudantes de todo o país.

“Às vezes os professores se sentem um pouco ameaçados pela química verde. Temos um trabalho enorme de convencê-los de que a química verde é algo diferente da química orgânica, inorgânica ou analítica: ela permeia todas essas áreas. É, na verdade, uma nova abordagem da química e uma oportunidade de mostrar às pessoas que química é uma coisa boa da qual podemos tirar proveito”, argumenta Peter Seidl, professor da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro e coordenador de EBQV.

Em colaboração com a Associação Brasileira de Química, a equipe de ensino e divulgação da EBQV tomou a iniciativa de organizar, em novembro passado, um workshop com o tema “Experimentos de Química Verde para



**Alunos montando experimentos**

Localidades Remotas”, em Belém (PA). A iniciativa foi selecionada pela Sociedade Americana de Química (ACS, na sigla em inglês), para o Global Innovation Initiative (Gii) de 2016. O evento reuniu pesquisadores, professores universitários e do ensino médio, alunos de graduação e especialistas internacionais para discutir como seria possível aproximar a química verde do conteúdo abordado nas escolas brasileiras. Além de um diagnóstico preciso dos principais desafios a serem enfrentados nesse processo, do encontro resultaram várias propostas concretas e factíveis de ações que devem ser implementadas em curto prazo.

**Centro histórico da cidade de Belém, Pará**





Escola Bosque: arquitetura verde e referência para o ensino

### Química para um mundo sustentável

Inicialmente, a química verde foi definida como um conjunto de princípios que têm como objetivo desenvolver produtos e processos produtivos mais seguros tanto para o ser humano quanto para o meio ambiente, utilizando substâncias menos tóxicas e evitando o descarte de rejeitos. “Hoje, a química sustentável vai além disso e inclui também outras questões, como a redução das emissões de carbono, o uso de energias renováveis, o aproveitamento de recursos naturais, o uso sustentável dos agroquímicos e muitos outros”, explicou Norma Nudelman, da Universidade de Buenos Aires, na Argentina, que vem organizando cursos sobre Química Verde na América Latina há mais de dez anos.

Esse conceito de sustentabilidade pode ser aplicado às indústrias em diferentes setores produtivos. O Brasil tem uma série de características favoráveis à química verde, incluindo grande biodiversidade, disponibilidade de recursos naturais, intensa luz solar o ano inteiro, água e condições climáticas diversas na extensão de seu território. Já guarda, inclusive, algumas experiências de sucesso, como a produção de combustível, plásticos e inseticidas de origem biológica.

No entanto, para que as iniciativas verdes alcancem o porte desejado, é necessário, por um lado, formar cientistas com o conhecimento necessário para

desenvolver e aplicar processos sustentáveis e, por outro, conscientizar a população, de uma forma geral, sobre a importância de mudar hábitos pessoais e apoiar produtos e serviços de caráter sustentável. “O desenvolvimento sustentável não é apenas uma questão de ciência. A química verde é um catalisador de mudanças, uma abordagem inovadora para a resolução de problemas e uma solução de longo prazo para desafios globais. Requer tanto uma mudança radical do nosso comportamento social quanto uma série de ações voluntárias para promover essa mudança no mundo. A educação é essencial para conquistar ambas”, defende Nudelman.

### O caminho da educação

O desafio de levar esses conceitos para os quatro cantos do país, incluindo regiões isoladas e com poucos recursos, deu o tom aos três dias de trabalho em Belém. Os convidados internacionais trouxeram sugestões e relatos de experiências realizadas em diferentes partes do mundo, e a contribuição dos participantes brasileiros ampliou esse leque: foram compartilhadas atividades realizadas em cidades grandes e pequenas, com mais ou menos recursos, voltadas a grupos com diferentes níveis de escolaridade.

Um exemplo trazido por Célia Maria Serrão Eleutério, professora da Universidade do Estado do

Amazonas, foi a criação de um laboratório voltado ao compartilhamento de saberes tradicionais em Parintins (AM). Nesse espaço, os próprios alunos trazem conhecimentos passados de geração em geração em suas famílias, comunidades indígenas, ribeirinhas, quilombolas e caboclas. “Trazer o conhecimento tradicional para a academia é uma forma de resgatar e valorizar um pedaço da cultura brasileira que está desaparecendo rapidamente”, afirmou a pesquisadora. Ela acredita que os conhecimentos tradicionais, sustentáveis em sua essência, podem ser usados para o ensino de química e outras disciplinas, partindo de temas importantes para cada comunidade, incluindo, por exemplo, artesanato em cerâmica, derivados da mandioca, fabricação de queijo artesanal, etc.

Em outro relato do ensino de química em regiões remotas, Carlos Alencar, professor da Escola Bosque, que opera em quatro ilhas próximas a Belém, no Pará, demonstrou como é possível mobilizar crianças e jovens na experimentação química com materiais simples e de baixo custo. Em suas instalações, não há equipamentos tradicionais de laboratório: tudo é construído pelos professores e alunos, desde um aquecedor montado a partir de um ferro de passar roupas até filtros de água montados com garrafas PET.

### Desafios e estratégias

A discussão realizada em novembro foi consolidada em um seminário online realizado pela ACS em janeiro de 2017. Entre os muitos desafios da educação no Brasil e, em particular, da educação em química, quatro foram destacados como foco das próximas ações.

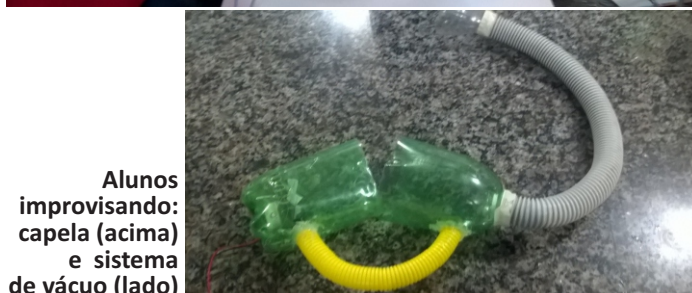
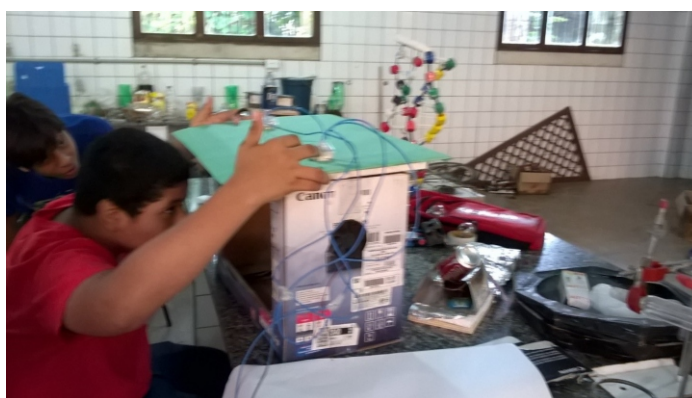
O primeiro é criar um ensino de química adaptável para diferentes realidades. Não é suficiente propor uma série de experimentos ou atividades: é importante que eles sejam efetivos em diferentes contextos, por exemplo, em comunidades urbanas, rurais ou indígenas. “Será vital desenvolver atividades e currículos que sejam relevantes para essas diferentes realidades, trabalhando com os alunos para utilizar seu conhecimento e cultura”, ponderou Jennie Dodson, da

Colaboração Britânica de Ciências do Desenvolvimento (UKCDS, na sigla em inglês).

Além disso, é preciso criar uma rede de educadores em química verde que seja capaz de reunir as iniciativas já em andamento e as pessoas interessadas no tema em todo o país. Dessa maneira, será possível trocar experiências, encontrar apoio para a realização de atividades e ampliar o alcance dos projetos.

Outro aspecto fundamental é assegurar que a química verde seja integrada à formação dos professores da área – uma mudança já prevista nas reformas curriculares recentes, mas ainda não estruturada e implementada. Por fim, o quarto grande desafio é prover escolas e professores com infraestrutura e materiais que possibilitem a realização de experimentos e outras atividades de química verde.

As três primeiras ações planejadas para 2017 são um workshop nacional sobre educação em química verde nas escolas de Ensino Médio, previsto para acontecer em agosto, junto ao 15º Simpósio Brasileiro de Educação Química - SIMPEQUI, em Manaus (AM); a criação de uma plataforma online para compartilhar materiais e sugestões de atividades; e a criação de uma rede de embaixadores da química verde, que atuarão como multiplicadores das atividades em todos os estados brasileiros. A equipe busca agora os recursos necessários para a realização dos novos projetos.



Alunos improvisando: capela (acima) e sistema de vácuo (lado)

# QUÍMICA VERDE

## nas Empresas

A AkzoNobel está buscando parcerias para tornar suas atuais tecnologias mais sustentáveis. Entre os temas de maior interesse estão: fontes renováveis de etileno e óxido de etileno, surfactantes verdes biodegradáveis e alternativas de sintéticos baseadas em celulose.

Um aditivo polimérico baseado em ácido itacônico obtido de fermentação vem sendo desenvolvido pela Croda e seus parceiros.

Suas principais aplicações incluem a remoção de odores de resíduos domésticos, industriais e municipais.

### QUÍMICA VERDE em Cápsulas

Pessoas do ramo frequentemente lembram que se pode fazer qualquer coisa com lignina menos ganhar dinheiro. Mas, como se trata da molécula aromática mais abundante na natureza e muitos processos atualmente usados para a obtenção de substâncias deste tipo na indústria são muito pouco verdes, parece que vale a pena tentar. Algumas das abordagens mais promissoras implicam bloquear as hidroxilas mais reativas de maneira a evitar que formem ligações carbono-carbono quando sujeitas às condições usadas no pré-tratamento. O uso moléculas baratas para formar os respectivos ésteres ou transformá-los diretamente em co-polímeros de propriedades singulares são

dois exemplos dos mais promissores.



“Big data” está chegando à química verde. Algoritmos que hoje são largamente utilizados para filtrar grandes quantidades de dados espalhados por diversas fontes e usar a inteligência artificial para fazer previsões a partir dos resultados começam a ser usados também na análise de processos químicos. A simulação de rotas, por exemplo, tem importantes implicações para a química verde, pois permitiria estudar alternativas de processo. Um caso concreto seria buscar reações para transformar moléculas extraídas de fontes renováveis em produtos comerciais e selecionar reações mais verdes em termos de reagentes, solventes, temperatura,

pressão, e formação de coprodutos.



Mangas, depois de bananas, são as frutas tropicais mais abundantes na natureza e quase um quarto de seu peso corresponde às cascas. A produção industrial de mangas pode ser tornada ainda mais verde e apresentar menores custos, aproveitando também alguns de seus constituintes de maior valor encontrados na casca. Várias técnicas são empregadas na extração de produtos como a pectina, por exemplo. Entretanto requerem ácidos minerais ou diferentes formas de aquecimento. Atualmente soluções mais verdes, usando suco de limão ou radiação por micro-ondas já apresentam rendimentos interessantes.

### Expediente

O Caderno de Química Verde é uma publicação da Escola Brasileira de Química Verde. Tem por objetivo divulgar fatos, entrevistas, notícias ligadas ao setor.

**Editor Responsável:**  
Peter Rudolf Seidl.

#### Conselho de Redação:

Adriana Karla Goulart, Ana Karolina Muniz Figueiredo, Julio Carlos Afonso, Roberio Fernandes Alves de Oliveira.

#### Consultor Senior:

Celso Augusto Caldas Fernandes.

#### Diagramação e arte:

Adriana dos Santos Lopes.

#### Contato:

quimicaverde@eq.ufrj.br

É permitida a reprodução de matérias desde que citada a fonte.

Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores.