

Questões Tecnológicas Permeando o Ensino de Química: O Caso dos Transgênicos

Jacqueline Aparecida Takahashi, Polyana Fabrícia Fernandes Martins e Ana Luiza de Quadros

Ressignificar conceitos, romper consensos, construir saberes são algumas das necessidades básicas para a formação de um indivíduo mais crítico e mais capacitado a participar e a envolver-se com seu mundo. A ciência e o conseqüente desenvolvimento tecnológico propiciaram o uso de organismos geneticamente modificados, entre eles, os transgênicos. Assim, convivemos com essa tecnologia e consumimos alimentos de origem transgênica. Objetivamos investigar como alunos e professores de Ensino Médio posicionam-se quanto ao uso dessa tecnologia e sugerimos o uso do tema “transgênico” como possibilidade de desenvolver o senso crítico.

► transgênicos, ensino de Química, interdisciplinaridade ◀

Recebido em 30/03/06, aceito em 04/08/08

Desde a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) pelo MEC (BRASIL, 1999a), o Ensino Médio, mesmo continuando dividido em disciplinas, agrupou estas por área. Uma destas é “Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias”. Provavelmente era esperado que essa classificação por áreas, por si só, não traria mudanças às disciplinas nelas envolvidas. Assim, os conceitos de interdisciplinaridade e contextualização ganharam importância. No entanto, vamos nos deter à inclusão do termo “tecnologia” nesta e nas demais áreas, que traz consigo algumas implicações que consideramos importantes.

Na área de Ciências da Natureza, que envolve as disciplinas de Química, Física e Biologia, os PCN (BRASIL, 1999b) falam em ressignificar conceitos, romper consensos, construir saberes, entre muitos outros. Também citam a necessidade de uma formação mais sólida, que

auxilie o indivíduo a inserir-se em seu mundo de forma mais autônoma e mais crítica, na formação de um cidadão que visualize diferentes possibilidades de solução para um determinado problema e que seja capaz de, com o conhecimento construído na escola, optar pela melhor solução.

Segundo Borém e Santos (2003), transgênico seria um

[...] organismo cujo genoma foi alterado pela introdução de DNA exógeno, que pode ser derivado de outros indivíduos da mesma espécie, de uma espécie completamente diferente ou até mesmo de uma construção gênica sintética. (p. 297-298)

Vamos considerar, nesse momento, os “transgênicos” como um exemplo de tecnologia a qual o cidadão comum não está sendo capaz de julgar nem de se posicionar criticamente quanto ao assunto.

A biotecnologia e os transgênicos

Biotecnologia é um termo cada vez mais abrangente, envolvendo o desenvolvimento de técnicas, produtos ou processos utilizando organismos vivos ou partes destes. É uma área multidisciplinar que se desenvolve englobando diversas áreas do conhecimento como Genética, Bioquímica, Agronomia, Microbiologia, Farmacologia, Química, Imunologia, entre outras. Classicamente, a biotecnologia é muito conhecida pelas pesquisas que resultaram na fabricação de vacinas, soros, alimentos fermentados como queijos, pães e bebidas, enzimas para diversos fins e antibióticos, entre outros fármacos importantes. Entretanto, a biotecnologia tem se desenvolvido a passos largos além desses limites, graças principalmente aos avanços da engenharia genética. No entanto, justamente por gerar um número grande de inovações e com grande rapidez, a biotecnologia parece cada vez mais difícil de ser entendida pelo cidadão “normal” que, na grande maioria das vezes, é usuário passivo dos avanços dessa área.

A seção “Química e sociedade” apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

Ensinar biotecnologia também parece não ser tarefa fácil, embora a compreensão dessas novas técnicas e novos produtos envolva o entendimento dos fenômenos que ocorrem em nível molecular e, portanto, podem ser explicados por meio de conceitos químicos, físicos e biológicos. Na área de Química, alguns autores de livros didáticos de Ensino Médio (Feltre, 2001; Lembo, 1999; Mortimer e Machado, 2003) vêm introduzindo tópicos representativos de alguns aspectos da biotecnologia. Essa preocupação em apresentar uma química conectada com o progresso da ciência e na fronteira com outras áreas do conhecimento parece extremamente oportuna e importante para a formação do aluno, para sua inserção social e para fomentar sua capacidade crítica.

No Brasil, a Lei de Biossegurança – Lei 11.105, de 28/03/2005 (BRASIL, 2005) –, aprovada pela Câmara dos Deputados (e sancionada pelo presidente), regulamentou a pesquisa com células-tronco embrionárias e o plantio e a comercialização de produtos transgênicos. A mistura desses dois temas foi criticada por terem sido colocados juntos dois assuntos de interseção discutível. Os alimentos transgênicos fazem parte desse rol de temas que, por serem ainda pouco entendidos, não permitem às pessoas um posicionamento frente às questões, especialmente éticas, que seu uso traz.

A tecnologia de produção de alimentos transgênicos começou com o desenvolvimento de técnicas de engenharia genética que visavam um melhoramento genético que pudesse promover a resistência de vegetais a doenças e insetos, sua adaptação aos estresses ambientais e melhoria da qualidade nutricional (Aragão e cols., 2001). Esse melhoramento genético iniciou-se, de forma rudimentar, com a seleção de sementes de plantas produtivas em detrimento

de plantas menos relevantes em uma mesma lavoura.

No entanto, fatores como a expansão da fronteira agrícola, a busca por maior produtividade e maior variabilidade levaram ao desenvolvimento da

clonagem de genes. Essa técnica tornou possível isolar um gene de um organismo e introduzi-lo em outro como, por exemplo, uma planta que, ao expressá-lo, manifestará a característica que ele determina. Parece consenso que o pri-

meiro organismo transgênico, uma linhagem de *Escherichia coli*, foi desenvolvido em 1973. Na década de 1980, houve um grande avanço da engenharia genética, surgindo animais transgênicos (camundongos, porcos, ovelhas e coelhos), enquanto que as primeiras plantas transgênicas foram obtidas em 1984 (Powell e cols., 1986). No início dos anos 1990, na China, plantas de fumo transgênico (resistentes ao vírus do mosaico, uma doença comum nessa lavoura) começaram a ser cultivadas e os Estados Unidos comercializaram os primeiros tomates transgênicos com amadurecimento retardado geneticamente. Para cultivos em grandes áreas, as primeiras plantas geradas contendo genes para resistência a herbicidas e insetos foram soja, algodão, milho e canola. No Brasil, quatro variedades de soja transgênica foram registradas inicialmente, pela Monsoy, cuja resistência era a um produto secante que a própria empresa comercializava.

O Ministério da Justiça, em 26 de dezembro de 2003 (LabConsS, 2003), aprovou o símbolo, mostrado na Figura 1, que deve estar presente em todos os rótulos de alimentos que contiverem ingredientes transgênicos ou que tenham sido produzidos por animais alimentados com transgênicos.

Segundo o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, em notícia vinculada em 30/03/2004 (IDEC, 2004), as expressões “pode conter

Os PCN ressaltam a ressignificação de conceitos, o rompimento de consensos e a construção de saberes, enfatizando a necessidade de vincular o conhecimento científico com a sua incorporação tecnológica.



Figura 1: Símbolo que identifica alimentos de origem transgênica (LabConsS, 2003).

transgênicos” ou “pode conter ingrediente produzido a partir de soja transgênica” deverão ser inseridas nos rótulos de alimentos e ingredientes alimentares por meio de etiqueta complementar.

A fiscalização da rotulagem desses alimentos deverá ser exercida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; pelo Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor (DPDC) da Secretaria de Direito Econômico do Ministério da Justiça; e por órgãos de defesa e proteção do consumidor.

Polêmicas à parte, o fato é que, segundo Bongaarts (1998), em 2020, o Brasil deverá ter que produzir alimentos suficientes para uma população duas vezes superior à atual e isso certamente demandará uma expansão intensiva da fronteira agrícola, provavelmente aliada a migrações massivas, o que poderia resultar em graves impactos para a nossa biodiversidade.

Os alimentos de origem transgênica: o que pensam alunos e professores

Com o objetivo de trazer para a sala de aula uma discussão sobre esse assunto que está presente diretamente em nosso cotidiano, um instrumento de coleta de dados (questionário) foi aplicado a 30 alunos do 3º ano e a 20 professores, todos do Ensino Médio. Nesse instrumento, os participantes foram convidados, em um primeiro momento, a relatar o que sabiam sobre alimentos transgênicos, se conheciam algum e de onde vinham essas informações. No segundo momento, foi apresentada aos participantes uma lista de alimentos que são classificados como

transgênicos (Green Peace, 2005), tendo sido solicitado que marcassem aqueles que já tinham consumido. Perguntou-se, ainda, se continuariam a consumi-los caso fossem transgênicos. Finalmente, pediu-se que opinassem sobre a finalidade da produção de alimentos transgênicos.

Quando perguntados “Como soube da origem dos transgênicos?”, oferecemos as opções “rótulo”, “mídia” e “outros”, solicitando que indicassem qual seria o outro, no caso dessa opção. As respostas estão apresentadas na Tabela 1.

Os dados mostram que tanto alunos quanto professores tiveram a mídia como principal fonte de informação sobre os transgênicos. Observamos que nenhum dos pesquisados fez referência ao rótulo, o que, de certa forma, era esperado, já que é raro que essa informação conste deste. A lei que obriga a rotulagem de alimentos transgênicos poderá auxiliar para que as pessoas saibam que estão consumindo esse tipo de alimento, a partir do momento em que for efetivamente cumprida. Os que afirmaram que sua informação vinha de outra fonte citaram livros e contatos pessoais.

Nesse mesmo item, perguntamos: “Para você, o que seria um alimento transgênico?”. Não tabelamos essas respostas já que tanto professores quanto alunos responderam que são alimentos geneticamente modificados. As respostas foram apresentadas como “chavões”, o que parece indicar que, mesmo sem saber exatamente o que vem a ser alimentos geneticamente modificados, esta seria, para os pesquisados, a única resposta possível no momento.

Na seqüência, a pergunta foi: “Você conhece algum alimento de origem transgênica? Qual?”. As respostas a essa pergunta são apresentadas na Tabela 2.

Os resultados demonstram que professores conhecem melhor sobre alimentos transgênicos do que

Tabela 1: Origem do conhecimento dos entrevistados sobre produtos transgênicos.

	Professores	Alunos	Total
Rótulo	--	--	--
Mídia	13	19	32
Outros	07	08	15
Não informaram	--	03	03

Tabela 2: Conhecimento de alimentos transgênicos relatados na pesquisa.

	Professores	Alunos	Total
Sim	14	13	27
Não	06	15	21

Tabela 3: Opinião dos entrevistados sobre o consumo de alimentos transgênicos.

	Professores	Alunos	Total
Sim	12	18	30
Não	02	05	07
Não sei	06	05	11

alunos, apesar de o item “qual?” não ter sido respondido ou a resposta ter se referido à soja transgênica, cuja polêmica de liberação circulava pela mídia na época em que esse trabalho foi realizado.

Embora uma porcentagem significativa de pessoas ter afirmado não conhecer nenhum alimento transgênico, todos os entrevistados, mesmo sem saber, já consumiram algum. Isso foi comprovado pela resposta da questão seguinte, na qual listamos alguns alimentos que estão no site do *Green Peace* (2005) como alimentos

que possuem transgênicos. A questão foi: “Entre os alimentos abaixo, marque aqueles que você já consumiu”. E, nessa questão, só informamos o produto e a sua respectiva marca. Todos os entrevistados marcaram

mais de cinco alternativas.

Em seqüência à questão referente aos alimentos já consumidos pelos entrevistados, perguntamos: “Se você soubesse que em algum desses

alimentos foi adicionado ingrediente transgênico, você continuaria a consumi-lo?”. Os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Entre o grupo que informou que consumiria alimentos de origem transgênica, pode estar presente a confiança que se tem naquilo que a Ciência produz, provavelmente pelo fato de essa produção ser fruto do trabalho de cientistas e, portanto, de pesquisa. Essa nossa afirmação resulta da percepção da pouca informação que os pesquisados têm sobre os transgênicos.

Apesar de a maioria ter afirmado que continuaria a consumir, os dados apresentaram um grupo considerável que afirma não consumir os alimentos caso soubessem que possui ingredientes de origem transgênica. Por que será que não consumiriam? Preconceito? Falta de informação? Insegurança? Discernimento? Opção de vida?

Também foi possível observar que uma porcentagem significativa de alunos e professores não sabe se consumiria um alimento sabendo que este é transgênico. Provavelmente essas pessoas ainda não foram capazes de criar uma opinião mais

Consideramos os transgênicos como um exemplo de tecnologia a qual o cidadão comum não está sendo capaz de julgar nem de se posicionar criticamente quanto ao assunto.

elaborada sobre o assunto. É uma demonstração de que, apesar do assunto estar presente na mídia, isso não foi suficiente para que opiniões fossem formadas.

No bloco do questionário em que perguntamos “Para você, o que seria um alimento transgênico?”, além de respostas prontas como “alimentos produzidos com organismos geneticamente modificados”, poucas outras respostas foram apresentadas. Destacamos uma, advinda do grupo dos professores, na qual a confusão sobre o assunto está presente:

“Modifica-se o ‘gen’ através de radiação para maior conservação, ou maior produção de um determinado tipo de produto.”

Isso mostra que, por mais que se tenha ouvido falar sobre o assunto, o entendimento das pessoas não tem sido claro. Tanto alunos quanto professores tentam explicar o assunto por uma idéia geral nem sempre correta.

Apesar de ter sido uma pesquisa simples, foi possível perceber que as dúvidas são muitas. É difícil pensar que um indivíduo possa exercer sua cidadania quando não é capaz de se posicionar em relação a uma tecnologia cuja polêmica se fazia presente na mídia.

Os transgênicos na sala de aula: algumas possibilidades de trabalho

Julgamos que a escola, como veículo de formação de cidadãos críticos, pode e deve levar essas questões polêmicas para a sala de aula. E a química, como disciplina, poderia inserir seus alunos na discussão sobre a produção científica/tecnológica e seus impactos na sociedade.

Para tal, pensamos em algumas possibilidades de trabalho no Ensino Médio que poderiam ser ampliadas e/ou modificadas conforme as necessidades locais.

a) Investigação das concepções sobre alimentos transgênicos

Um questionário, como o utilizado por nós, pode ser aplicado em sala de aula. O professor poderá analisar os dados obtidos e apontar os pontos mais relevantes apresentados pelos alunos.

b) Investigação sobre uso de transgênicos na comunidade

Em uma atividade organizada no coletivo da sala de aula, os alunos poderiam investigar o uso dos transgênicos na comunidade, sendo possível, assim, analisar os hábitos de

consumo e verificar o cumprimento da lei. Isso poderia ser feito tanto investigando a quantidade de produtos comercializados – com base, por exemplo, naqueles constantes no *site* do *Green Peace* (2005) – nos mercados próximos à escola ou investigando diretamente

os consumidores.

c) Pesquisa de prateleira e o cumprimento da lei de rotulagem

O objetivo dessa atividade seria permitir que alunos conhecessem os diversos alimentos transgênicos disponíveis no mercado e desenvolvessem um senso crítico sobre o consumo ou não desses alimentos. Com a lista de alimentos transgênicos em mãos, investigar os rótulos desses alimentos, verificando se possuem as informações estabelecidas pela Lei 11.105 de 2005 (BRASIL, 2005). O professor pode discutir, com seus alunos, a lei sancionada pelo governo federal.

d) Debates sobre alimentos transgênicos

O texto “Os transgênicos e o consumidor brasileiro” (Amaral, 2001) apresenta alguns dos argumentos que podem ser usados pelos alu-

nos para a realização da atividade proposta. O professor pode sugerir que os alunos façam uma pesquisa mais detalhada para enriquecimento do debate, que pode ser organizado de acordo com os seguintes itens: vantagens e desvantagens do cultivo de transgênicos (custo de produção, facilidade de obtenção, impacto ambiental e social) e os prós e contras do consumo de alimentos com transgênicos. Nesse debate, devem ser discutidas questões como: Qual é a origem dos transgênicos? Como eles são produzidos? Quais os possíveis impactos ambientais de sua produção? Quais são os países que fazem uso de transgênicos? Quais são os possíveis impactos sociais decorrentes do uso dos transgênicos (por exemplo, com relação à saúde da população)? Como os transgênicos podem contribuir, ou não, para o problema da fome no mundo? E finalmente a produção científica e sua natureza humana.

As sugestões acima visam apenas dar uma idéia da amplitude do trabalho em sala de aula. Não se trata de uma proposta, mas de um “pensar” sobre o tema. O professor saberá o que é mais viável para promoção de aprendizagens, podendo construir um trabalho que seja coerente com as necessidades e disponibilidade de suas turmas.

Evidenciar potencialidades: uma necessidade da Química

Os dados mostram que tanto alunos quanto professores tiveram a mídia como principal fonte de informação sobre os transgênicos.

A biotecnologia cresceu muito nos últimos anos, consolidando um campo de grande interesse para o ensino, inclusive de química. Além disso, os

Parâmetros Curriculares Nacionais têm enfatizado, desde 1999, a necessidade de vincular o conhecimento científico com a sua incorporação tecnológica. Na versão 2005 dos PCN (BRASIL, 2006), há a afirmação de que

[...] a área Ciências da Natureza, Matemática e suas

Tecnologias corresponde a produções humanas, na busca pela compreensão da natureza e de sua transformação, do próprio ser humano, na produção dos instrumentos de ação alargada sobre a natureza e nas interações sociais (artefatos tecnológicos, tecnologia em geral). (p. 102)

A função da escola não mais se limita a preparar o aluno para concorrer a exames. Ao sugerirmos um trabalho envolvendo a tecnologia dos transgênicos, estamos pensando na formação do cidadão crítico, capaz de inserir-se no mundo, opinando, visualizando diferentes alternativas e optando conscientemente pela que for mais viável para a sua sociedade. Hoje, a sociedade espera da escola muito mais do que a informação em si. A formação do cidadão vai além

de entrar em contato com a base teórica da ciência, mas com o que ela produz, analisando essa produção, posicionando-se em relação a ela com argumentos fortes e coerentes. Nesse ínterim é que a química precisa mostrar suas potencialidades.

Consideramos esse tipo de trabalho de grande relevância social para o desenvolvimento de um cidadão crítico, capaz de formular e reformular suas posições, fundamentadas em parâmetros concretos e científicos. A rede mundial de computadores (*Internet*) permite o acesso à informação. E tem havido, nessa última década, um incentivo ao uso do computador nas escolas e ao ensino de computação como forma de inclusão social. A escola pode e deve auxiliar na construção de uma visão crítica sobre aquela informação.

A questão fundamental sobre o uso de alimentos transgênicos, ou

seja, a questão ambiental, embora não diretamente explorada neste trabalho, parece não ser uma questão importante para as pessoas que foram entrevistadas neste trabalho. Os alimentos transgênicos, apesar de já fazerem parte do nosso dia-a-dia, ainda não fazem parte do currículo da escola, posição essa demonstrada aqui pelos professores e alunos pesquisados.

Jacqueline Aparecida Takahashi (jat@qui.ufmg.br), graduada em Farmácia e doutora em Química Orgânica pela UFMG, é professora de Química Orgânica no Departamento de Química da UFMG. **Polyana Fabricia Fernandes Martins**, bacharel e licenciada em Química pela UFMG, é mestre em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais pelo Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). **Ana Luiza de Quadros**, licenciada em Ciências pela UFSM, licenciada em Química e mestre em Educação nas Ciências pela UNIJUÍ, doutoranda em Educação pela UFMG, é professora de Ensino de Química do Departamento de Química da UFMG.

Referências

- AMARAL, L.O.O. Os transgênicos e o consumidor brasileiro. *Âmbito Jurídico*, ago/2001. Disponível em <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=2115>. Acesso em 14/03/2005.
- ARAGÃO, F.J.L.; VIANNA, G.R.; ALBINHO, M.M.C.; DIAS, B.B.A. e FARIA, J.C. Transgênico resistente a geminivirus. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, 19, p. 22-26, 2001.
- BONGAARTS, J. Global population growth: demographic consequences of declining fertility. *Science*, 282, p. 419-420, 1998.
- BORÉM, A. e SANTOS, F. R. *Biotecnologia simplificada*. 2 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2003.
- BRASIL. *Lei 11.105*, de 28/03/2005. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/full/1034.html>>. Acesso em 09/03/2006.
- _____. MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN: Bases Legais. Secretaria da Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, 1999a.

- _____. MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria da Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, 1999b.
- _____. MEC. *Orientações curriculares para o Ensino Médio*: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica, V. 2, 2006.
- FELTRE, R. *Química orgânica*. V. 3. São Paulo: Moderna, 2001.
- GREEN PEACE. Disponível em <<http://www.greenpeace.org/brasil/transgenicos/consumidores/guia-do-consumidor-2>>. Acesso em 14/03/2005.
- IDEC - Instituto brasileiro de defesa do consumidor. Disponível em <<http://www.idec.org.br/emacao.asp?id=596>>. Acesso em 08/08/2008.
- LABCONSS – Laboratório de Vida Urbana, Consumo e Saúde. *Portaria nº 2658* de 22/12/2003. Disponível em <http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/n_p2658_03.htm>. Acesso em 23/03/2006.
- LEMBO, A. *Química orgânica*. V. 3. São Paulo: Ática, 1999.
- MORTIMER, E.F. e MACHADO, A.H. *Química para o Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2003.

- POWELL, P.A.; NELSON, C.B.; HOFFMANN, N.; ROGERS, S.G.; FRALEY, R.T. e BEACHY, R.N. Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco mosaic virus coat protein gene. *Science*, 232, p. 738-743, 1986.

Para saber mais:

- Associação Nacional de Biossegurança. Disponível em <<http://www.anbio.org.br>>. Acesso em 08/08/2008.
- Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Disponível em <<http://www.ctnbio.gov.br>>. Acesso em 08/08/2008.
- Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em <<http://www.cenagen.embrapa.br>>. Acesso em 08/08/2008.
- Revista de Pesquisa da FAPESP. Disponível em <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br>>. Acesso em 08/08/2008.
- Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento. Disponível em <<http://www.biotecnologia.com.br>>. Acesso em 08/08/2008

Abstract: *Technological Questions Permeating Chemical Education: The Transgenic Food Issue.* Rebuilt concepts, break consensus, make knowledge are some of the basic rules for the formation of a more critical individual, able to participate and engage to the world. Science and the consequential technological development led to the use of genetically modified organisms, among them, the transgenic ones. The aim of the present study was to investigate how students and teachers of high school position themselves about the use of this technology and then, we suggested the use of the topic "transgenic" as a possibility to develop critical sense.

Keywords: transgenic, chemical education, interdisciplinary concepts