Parte II – Propostas de ensino Transgênicos, leis e a ciência trazendo a legislação para a sala de aula de biologia

Ítalo Nascimento de Carvalho
Dália Melissa Conrado
Charbel N. El-Hani
Nei Nunes-Neto

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

CARVALHO, I.N., CONRADO, D.M., EL-HANI, C.N., and NUNES-NETO, N. Transgênicos, leis e a ciência trazendo a legislação para a sala de aula de biologia. In: CONRADO, D.M., and NUNES-NETO, N. *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, pp. 277-302. ISBN 978-85-232-2017-4.
<https://doi.org/10.7476/9788523220174.0014>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

TRANSGÊNICOS, LEIS E A CIÊNCIA

TRAZENDO A LEGISLAÇÃO PARA A SALA DE AULA DE BIOLOGIA

Ítalo Nascimento de Carvalho

Dália Melissa Conrado

Charbel N. El-Hani

Nei Nunes-Neto

Introdução

As tecnologias de DNA (ácido desoxirribonucleico) recombinante são, indubitavelmente, uma grande realização humana, não apenas enquanto feito intelectual, mas também enquanto recurso. Isso porque permitiram quebrar as barreiras genéticas entre as espécies com muito mais facilidade do que se acredita ocorrer na natureza (por meio da transferência horizontal de DNA) e de forma direcionada, pelo menos em princípio, a favor dos humanos. Essa tecnologia é comumente utilizada em aplicações que afetam o dia a dia de uma considerável parcela da população em questões pouco controversas, como a produção de insulina para tratamento do diabetes melito, desde a década de 1990 (GUALANDI-SIGNORINI; GIORGI, 2001), e de hormônios de crescimento, desde a década de 1980. (AYYAR, 2011) Porém, como toda criação humana, essa tecnologia não trouxe apenas benefícios (ou, ao menos, a perspectiva de futuros benefícios) sem eventuais prejuízos em diversos âmbitos. Entre os usos dessa tecnologia que mais

levantam preocupações está a produção de Organismos Transgênicos (OT), visando a produção de alimentos. No que se refere à agricultura, a aprovação do primeiro vegetal transgênico para consumo humano ocorreu em 1994: o tomate *Flavr Savr*, corruptela de *Flavor Saver* (que pode ser traduzido para algo como “protetor de sabor”), aprovado pela Food and Drugs Administration, dos Estados Unidos da América. Desde então, as plantações comerciais de variedades transgênicas de diversas espécies estão em constante crescimento: saltaram de uma área de 1,7 milhão de hectares, em 1996, para 175,3 milhões de hectares em 2013 em todo o mundo (um aumento de mais de 10.000 %). (ISAAA, 2013) Em termos da área destinada a plantações comerciais com transgênicos, o Brasil fica atrás apenas dos Estados Unidos, com uma área de 40,3 milhões de hectares, sendo há cinco anos o país com maior crescimento de utilização de transgênicos no mundo (10% ao ano em média). (ISAAA, 2013)

Apesar dessa ampla utilização, os vegetais transgênicos ainda geram muitas discussões quanto a seus benefícios e efeitos deletérios para a saúde humana e o meio ambiente e, nestas discussões, com frequência predominam a dúvida e a desconfiança. Vinte anos após o início das plantações comerciais, a maior parte dessas dúvidas não foi sanada por conta da falta de estudos específicos, sendo que muitos dos estudos existentes são questionados ou publicados com uma nota de cautela dos autores, afirmando-se que “mais estudos são necessários”. (DANIELSEN et al., 2012; PILON-SMITS, 2013; WANG et al., 2014)

A fim de examinar esse problema, podemos focalizar nossa análise sobre três grandes grupos sociais. Num primeiro momento, consideremos o âmbito da produção, no qual se pode evidenciar uma diferença existente entre, pelo menos, dois grupos sociais: o das grandes corporações, que utilizam o conhecimento científico primariamente para a produção de tecnologias que visam a obtenção de lucros no menor intervalo de tempo possível, muitas vezes sem considerar profundamente todos os riscos envolvidos; e o meio acadêmico, tradicionalmente visto como mais cauteloso e disposto a empregar mais tempo para compreender melhor os possíveis problemas de uma nova tecnologia. Apesar de esta representação ser bastante esquemática e dicotômica, ela serve como uma aproximação inicial para compreender as polêmicas geradas pelos transgênicos. Afinal, um olhar mais atento ao modo como a ciência tem estabelecido vínculos (por vezes, questionáveis) com os interesses econômicos (BENCZE; CARTER; KRSTOVIC, 2014) pode levar-nos a questionar essa distinção. Contudo, ela é útil ao menos didaticamente, para fins do argumento.

Por fim, há um terceiro grupo, central em todas estas discussões, que não pode ser negligenciado: o dos cidadãos, potenciais afetados por estes produtos, seja diretamente (pelo consumo de alimentos por eles compostos), seja indiretamente (pelos efeitos ambientais causados pelas plantações). Este é o grupo que, em última instância, deve ser convencido dos benefícios ou prejuízos dos alimentos transgênicos. Da nossa perspectiva, é ele que deve ser informado pelos outros dois grupos para que possa decidir se é favor ou não da produção desse tipo de alimento e, então, pressionar o governo para ser ouvido.

Tentando convencer esse terceiro grupo, quem advoga a favor dos transgênicos argumenta que eles permitiriam o aumento da produção de alimentos, o que supostamente ajudaria a acabar com a fome no planeta. Este argumento é contestado pelos que afirmam que a produção mundial atual de alimentos é suficiente para todos os humanos, mas a fome persiste por causa de sua má distribuição, gerando pobreza crônica em diversos locais. (SINGER, 2002) Por sua vez, outros dizem que as estimativas de crescimento populacional indicam que, antes do fim deste século, a demanda superará a oferta de alimentos e os transgênicos serão, então, um importante recurso para que a fome não cresça. (CONWAY, 2000)

Entre outros vários argumentos, é possível perceber que os transgênicos são uma ferramenta importante para a humanidade, com uma boa dose de polêmica a seu respeito e, por isso, não podem simplesmente ser desconsiderados na educação científica. Tendo em vista toda a desconfiança que ainda se encontra na literatura acadêmica (como veremos adiante), é possível afirmarmos que, no nosso atual nível de conhecimento, sabemos o suficiente para entender que seus riscos não devem ser negligenciados, nem subestimados, o que aumenta a importância de criar condições para que os cidadãos os compreendam melhor, assim como suas implicações. Uma saída (fácil de dizer, mas difícil de fazer) está na realização de mais estudos científicos feitos por diferentes perspectivas teóricas, preferencialmente com financiamento público, a fim de compreender mais a fundo o assunto; e, em consequência, sermos capazes de maximizar as vantagens e resolver ou minimizar ao máximo os riscos.

Ao considerarmos as discussões sobre transgênicos, não devemos perder de vista, ainda, o risco de se utilizar o mesmo termo, “transgênicos”, para referir-se de maneira agregada a uma grande variedade de produtos, o que implica uma falsa ideia de homogeneidade. De fato, existem diversos tipos de transgênicos que envolvem diversas estratégias de manipulação genética, afetando diferentes traços fenotípicos. Pretty (2001) chama a atenção para algumas destas estratégias: inserção de um novo gene para melhorar características já presentes na espécie ou conferir melhoras nutricionais ou farmacêuticas; introduzir novos genes para melhorar a resistência a herbicidas, pragas, patógenos e estresse ambiental; aumentar a produção de híbridos ou modificar a produção de sementes para induzir a apomixia.¹ Muito embora diversas dúvidas dizem respeito a todas estas estratégias e os consequentes tipos de transgênicos, cada uma delas pode levantar preocupações que não se aplicam a outras.

Pretty (2001) também destaca que a estratégia mais utilizada é a de inserção de sequências nucleotídicas que confirmam às plantas maior resistência a herbicidas ou uma capacidade de sintetizar moléculas inseticidas (a bactéria *Bacillus thuringiensis*, por exemplo, é a espécie mais utilizada como doadora de sequências codificadoras destas últimas), além da tecnologia *terminator* (que faz com que as sementes da planta sejam

1 Forma de reprodução vegetal em que sementes são produzidas sem fecundação e, portanto, gera uma prole geneticamente idêntica ao parental.

estéreis, não podendo ser reutilizadas para uma nova colheita. Por este motivo, também é popularmente conhecida com tecnologia da semente suicida).

Tendo em vista sua importância, seu impacto na vida das pessoas e sua natureza controversa, o tema dos transgênicos é um excelente candidato para um ensino de ciências baseado em Questões Sociocientíficas (QSC). Decisões sobre a adoção de tecnologias de manipulação genética para gerar produtos utilizados em contextos cotidianos do cidadão deveriam ter maior participação popular, o que também fornece um argumento a favor da necessidade de sua inclusão no ensino, já que essa participação depende da capacidade das pessoas de compreender os assuntos em pauta. (KLINTMAN, 2002; VICTORINO, 2004) Se levarmos em consideração que a polêmica em torno dos transgênicos levou à criação de legislações específicas e mudanças na legislação já existente em diversos países, o tema ganha uma dimensão ainda maior.

Com base no contexto exposto nesta primeira seção, o objetivo deste capítulo é apresentar uma série de ideias que podem ser utilizadas para a construção de diversas QSC que tratem, inicialmente, da temática dos transgênicos e da legislação referente à rotulagem de produtos alimentícios que contenham organismos transgênicos em sua composição. Este tema pode ser utilizado, ainda, como porta de entrada para a discussão de diversos outros (como, por exemplo, terapia gênica, relação entre ciência, valores e participação democrática), que, por sua vez, podem ser abordados à escolha do professor.

O capítulo está estruturado da seguinte maneira: na segunda seção, fazemos algumas reflexões sobre o uso de Projetos de Lei (PL) como ponto de partida para a construção de QSC, com o objetivo de mostrar algumas possibilidades e limitações dessa estratégia. Nas duas seções seguintes, discorremos sobre algumas ideias para a construção de QSC que tratem da temática dos transgênicos e da legislação de rotulagem de produtos alimentícios com transgênicos, incluindo algumas orientações a respeito da construção e do uso das QSC. Na quinta seção, trazemos as considerações finais.

O uso de Projetos de Lei como temas para Questões Sociocientíficas

Utilizar PL como temas para QSC é uma estratégia que abre um enorme leque de possibilidades para iniciativas educacionais. Além da grande quantidade de PL que estão sempre sendo discutidos ou até mesmo arquivados,² um único PL pode motivar debates sobre uma miríade de assuntos pertencentes a diversas áreas do conhecimento.

2 Segundo a ferramenta de busca do site da Câmara dos Deputados (<http://www2.camara.leg.br/busca/?o=relevance&v=legislacao&colecacao=S&conteudolegin=&numero=&ano=2014&tiponormaF=Emenda+Constitucional&tiponormaF=Lei+Complementar&tiponormaF=Lei+Ordin%C3%A1ria&tiponormaF=Medida+Provis%C3%B3ria&tiponormaF=Decreto+Legislativo&tiponormaF=Decreto&tiponormaF=Decreto-Lei>, acesso em: 20 de abril de 2015), só em 2014 foram protocoladas 377 propostas, entre emendas constitucionais, leis ordinárias, decretos/lei, leis complementares, medidas provisórias e decretos. Se levarmos em conta os outros órgãos do Legislativo, haverá a

Devido à amplitude de temas possíveis de se abordar na sala de aula a partir de um PL e aos escassos trabalhos encontrados na literatura sobre o assunto (LEE, 2007; WILKERSON; FRULAND, 2006), terá grande importância a reflexão docente sobre as relações dos temas com os objetivos de aprendizagem e o contexto em que tem lugar o trabalho pedagógico. Contudo, é possível identificar, em termos gerais, alguns princípios úteis (CARVALHO et al., 2015):

- parece importante que o professor não perca de vista, no trabalho em sala de aula, os objetivos para os quais está usando a QSC construída em torno do PL, de modo a minimizar o desvio da atenção dos estudantes para tópicos que têm menor conexão com aqueles objetivos (por mais interessantes que sejam), mas sem prejudicar a dinâmica de trabalho dos estudantes. Será tanto mais fácil alcançar esse propósito quanto melhor for o planejamento dos objetivos de aprendizagem;
- é recomendável que estes objetivos não sejam nem excessivamente amplos e gerais, nem demasiado específicos;
- não é aconselhável estabelecer um número muito grande de objetivos, o que poderá dificultar o trabalho dos estudantes, tornar mais fácil perder de vista o foco do trabalho e levar a iniciativa a ser incompatível com o tempo escolar.

O uso de QSC baseadas em PL informa os estudantes sobre iniciativas parlamentares que, muitas vezes, não são divulgadas pelos meios de comunicação de massa. Nesse sentido, podem ser trabalhadas em sala discussões sobre os interesses da mídia e a ilusão de sua neutralidade, lançando-se um olhar crítico sobre sua influência na sociedade brasileira (GUARESCHI, 2006; LIMA, 2004), tendo-se o cuidado, contudo, de não perder de vista o tema central da QSC.

Além disso, é importante que o professor estimule a compreensão dos estudantes acerca de seu papel como cidadãos, entendendo-se que cidadania requer participação política, ativismo e engajamento cultural. (GIROUX, 2004) Eles poderão ter melhores condições, assim, de compreender suas possibilidades de participação na busca de mudanças sociais por meio de busca de um entendimento informado e crítico dos problemas sociais e ambientais e de ativismo político. Será mais provável, assim, que abandonem a ideia bastante comum em nosso país de que a democracia se resume a votar uma vez a cada dois anos. (PINZANI, 2013) A redação de cartas abertas à comunidade, *e-mails* e abaixo-assinados destinados aos representantes dos poderes Executivos e Legislativo, confecção de cartazes, faixas e panfletos e organização de passeatas, palestras e debates públicos são alguns exemplos de ações práticas diretas que poderão ser estimuladas por meio do trabalho com QSC estruturadas em torno de PL. (CARVALHO et al., 2015)

cada ano grande quantidade de propostas que poderão ser analisadas quanto ao seu potencial na construção de QSC.

Outra vantagem de tais QSC é a possibilidade de os estudantes se engajarem em argumentação e investigação a partir da análise dos PL. Isso porque, na discussão dos PL em sala, suas habilidades argumentativas serão postas em ação e desenvolvidas; além disso, será necessário que eles investiguem fontes variadas de informação para a compreensão dos textos e de suas consequências, em caso de aprovação, veto ou arquivamento.

O professor também pode determinar algum tempo para que os estudantes (em grupos ou individualmente) tracem um plano de trabalho, identificando que tipos de informações buscarão e onde imaginam encontrá-las. Em seguida, ele pode avaliar os planos dos estudantes e fazer ajustes e sugestões que achar necessários. Durante toda a fase de pesquisa, os grupos podem fazer breves relatórios ao professor, indicando progressos e necessidades. Estes também são modos de estabelecer avaliações processuais, o que auxiliará na avaliação final da atividade pelo professor.

Uma possível desvantagem do uso de QSC baseadas em PL reside no fato da desatualização de um cenário, por conta da votação ou do arquivamento de um PL relacionado à QSC. Nesse contexto, o professor poderia utilizar o cenário para estimular discussões sobre repercussões da aprovação, da reprovação ou do arquivamento do PL, para que os estudantes possam assumir posturas informadas sobre a situação do PL, além de conhecerem mais profundamente os mecanismos de criação e mudanças da legislação. (CARVALHO et al., 2015) Adicionalmente, se considerarmos o tempo de tramitação dos PL, os estudantes poderão agir, após tomada de decisão sobre o assunto, para participar no desarquivamento ou na modificação do texto da lei aprovada ou revogada.

O professor também poderá, em decorrência da discussão com os estudantes acerca de PL relacionados a uma QSC específica, organizar um PL de iniciativa popular, para ser proposto ao Legislativo (claro, considerando as dificuldades, inclusive, logísticas de uma empreitada deste tipo).³ Em caso de provável apatia dos estudantes para se engajarem em ações desse tipo, devido a um descrédito em sua efetividade, sugerimos que o professor exponha alguns casos em que a participação popular tenha gerado bons resultados. Por exemplo, há atualmente quatro casos de projetos de iniciativa popular que se tornaram lei⁴ (BONIN, 2010): a Lei nº 8.930, de 7 de setembro de 1994 (que caracterizou a chacina realizada por esquadrão da morte como crime hediondo); a Lei nº 9.840, de 28 de setembro de 1999 (que tornou a compra de votos crime punível com cassação); a Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005 (que criou o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social); e a Lei Complementar nº 135, de 4 de junho de 2010 (Lei da Ficha Limpa).

3 Para um guia sobre PL de iniciativa popular, ver o site da Câmara dos Deputados: <<http://www2.camara.leg.br/participe/sua-proposta-pode- virar-lei>>.

4 É válido ressaltar que a possibilidade de PL de iniciativa popular só foi garantida pela Constituição de 1988, o que aconteceu 26 anos antes da publicação deste trabalho. Deixamos para o leitor julgar se a média de uma lei desse tipo a cada oito anos é satisfatória ou não. De qualquer modo, está clara, pensamos, a importância do incentivo à participação popular por meio de tais PL, podendo a escola ter papel relevante neste incentivo.

Por fim, os PL podem destacar para o estudante a relevância de conhecimentos científicos relacionados a uma QSC que se está propondo que se aprendam. Ao mesmo tempo, os vários fatores sociopolíticos associados a qualquer PL mostram que o conhecimento científico, a despeito de sua importância, não é suficiente para englobar todas as complexas dimensões do problema relacionado ao PL e da tomada de decisão a seu respeito. Nas aulas de ciências, a consideração de interesses, valores e consequências sociais e ambientais de um PL relacionado a uma QSC poderá evidenciar que todos os atores sociais envolvidos na resolução de uma QSC (sejam parlamentares, cientistas ou outros cidadãos) não são neutros. Trata-se também de uma forma de questionar a visão popular da neutralidade científica, despertando o senso crítico sobre o fazer científico e seus resultados, reconhecendo uma influência mútua entre sociedade e ciência.

Questões Sociocientíficas sobre transgênicos para os ensinos médio e superior

Apesar de ser possível criar diversas QSC relacionadas entre si pelo tema (transgênicos), que serviriam como ponto de entrada, apresentamos aqui um cenário único, em forma de um caso/cenário (Quadro 1). Esse repertório inclui as características propostas por Lima e Linhares (2008), possuindo: apresentação de um cenário em um enunciado; questões que guiam o trabalho de pesquisa dos estudantes e os colocam na posição de tomar decisões; objetivos de aprendizagem a serem atingidos pelos estudantes (relacionados aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais) (COLL et al., 1992; ZABALA, 1998); e um resumo da discussão que se espera que os estudantes realizem em sala. Essa QSC poderá mobilizar conteúdos de ecologia, genética, evolução, legislação, cidadania, ética e política ambiental, de acordo com a ênfase e os objetivos de aprendizagem estabelecidos pelo professor.

A partir desse cenário, listamos diversas questões e objetivos que podem ser selecionados pelo professor conforme o campo da biologia ao qual ele quer destacar (evolução, ecologia, genética, saúde humana) e o nível educacional em que a QSC será trabalhada (ensino médio, graduação ou pós-graduação). Algumas perguntas podem ser utilizadas em todos os níveis sem alterações, sendo a exigência maior, quanto à profundidade das resposta, quanto mais avançados forem os estudantes.

As perguntas de Q1 a Q6 constituem um núcleo básico, no qual cada pergunta constitui um passo para que o estudante progrida do conhecimento de conceitos e procedimentos necessários para entender a questão em direção aos procedimentos e atitudes necessários para a ação social. As questões de Q7 a Q9 podem ser utilizadas para abordar tópicos mais específicos dentro do tema ou de outros relacionados a ele. A questão Q10 é mais adequada para aplicação com estudantes do ensino superior, de acordo com seu objetivo correspondente.

Cabe ressaltar que os transgênicos de que tratam os objetivos e perguntas abaixo são aqueles em que foram inseridas sequências nucleotídicas relacionadas à resistência a pesticidas e pragas, pois são os mais disponíveis comercialmente até o momento. (SCHNEIDER; SCHNEIDER; RICHARDSON, [2014]) Muitas das críticas feitas a eles também são aplicáveis a outros tipos de transgênicos, mas estes levantam novas preocupações que não serão abordadas aqui por questão de espaço, embora também suscitem discussões importantes.

Quadro 1 – QSC sobre transgênicos usando PL em tramitação no Legislativo brasileiro

O que os olhos não veem: rotular ou não rotular produtos que contêm transgênicos?

Rafael estava com vontade de comer um cuscuz no jantar e decidiu ir ao mercado comprar a massa de milho para fazê-lo. Ao procurar na prateleira pela sua marca preferida, percebeu que a embalagem havia sido modificada: agora possuía estampado em um canto um triângulo amarelo com um “T” preto (semelhante ao reproduzido na imagem abaixo), acompanhado do texto “contém milho transgênico”.

Como achou estranho aquele símbolo, Rafael decidiu olhar em outras seções do supermercado, para ver se o símbolo ocorria também em outros produtos ou se apenas o seu desejado cuscuz parecia estar mudando sua natureza. Assim, ele foi verificando, pouco a pouco, que o símbolo aparecia em diversos outros produtos, como pães, biscoitos e até mesmo ração para cães e gatos.

Ao voltar para casa, ele mostrou a embalagem da massa de milho para sua mãe e apontou para o símbolo:

- Mãe, o que é isso aqui?

- Não sei. Nunca reparei nisso em nada que comprei. Veja na internet e depois me diga o que é.

Seguindo a sugestão de sua mãe, Rafael pesquisou rapidamente e descobriu que o símbolo é colocado no rótulo dos alimentos que possuem organismos transgênicos em sua composição, seguindo a Lei Federal nº 11.105, de 2005, e o Decreto nº 4.680, de 2003. No dia seguinte, ele comentou o que havia descoberto com Poliana, uma colega da escola. Ela então mostrou que estava um pouco mais bem informada sobre o assunto:

- É, isso já tem tempo! Vi em algum site que tem gente que quer tirar esse símbolo, tem um monte de projetos de lei no congresso propondo que não seja obrigatório. Parece que o que está em destaque agora é o PL nº 4148, de 2008, do deputado federal Luis Carlos Heinze, do Rio Grande do Sul. Pelo que entendi, tem gente que defende o lado dos produtores e diz que eles ficam prejudicados pelo símbolo no rótulo. Quem é a favor do símbolo diz que é por causa dos riscos dos transgênicos para a saúde e para o meio ambiente. Tem quem fale também em direitos do consumidor.

Desconfiados e querendo saber mais sobre o porquê de um simples símbolo levar à proposição de não apenas um, mas de diversos projetos de lei contra ele, Rafael e Poliana resolveram pedir ajuda a mais um amigo para pesquisar sobre o assunto. Como eles sabiam que você tem mais experiência com pesquisas, vieram falar com você. Eles também querem ajuda para entender o ponto de vista de todos os lados envolvidos.

Fonte: elaborado pelos autores.

Questões relacionadas ao caso sobre a QSC

Aqui apresentamos uma série de questões relacionadas aos objetivos de aprendizagem propostos. A relação das questões com os objetivos de aprendizagem a que elas se direcionam podem ser visualizadas ao final de cada objetivo de aprendizagem proposto abaixo, entre parênteses.

- Q1. Observe os rótulos dos alimentos em sua casa (como, por exemplo, aqueles produzidos a partir de milho e soja). Eles possuem a sinalização que indica a presença de organismos transgênicos em sua composição? Se possuem, ela está de acordo com a legislação pertinente no Brasil?
- Q2. O uso de organismos transgênicos na produção de alimentos pode causar impactos ambientais? O consumo de alimentos transgênicos pode ser prejudicial à saúde humana? Justifique.
- Q3. Procure as razões apontadas pelo deputado em seu PL. Você concorda com os argumentos que o deputado utilizou para defender a ideia de que a legislação atual prejudica economicamente os produtores e fabricantes de alimento? Por quê?
- Q4. Levando em conta possíveis impactos dos OT sobre o meio ambiente e a saúde humana, o direito de informação do consumidor e as consequências do aviso nos rótulos para os produtores, que decisão você acha que Rafael e Poliana deveriam tomar: ser a favor ou contra a aprovação de PL como o exemplificado acima?⁵ Justifique.
- Q5. Você acha que Rafael, Poliana e você deveriam informar suas famílias sobre tudo que descobriram, sobre a decisão que vocês tomaram e sobre os motivos que os levaram a se decidir para, em seguida, tentar convencê-las a consumir alimentos de acordo com essa decisão? Vocês também deveriam informar a outras pessoas? Justifique.
- Q6. O que vocês poderiam fazer para mostrar seu ponto de vista aos senadores e deputados que votarão o PL, tentando convencê-los de que este seria o melhor ponto de vista?
- Q7. Analise se o cultivo de OT em plantações pode levar a um maior uso de agroquímicos por parte dos produtores e os impactos que isso poderia gerar. Você

5 A questão que propomos aqui não pressupõe apenas duas respostas, ser a favor ou contra, na medida em que esperamos um argumento justificado, acompanhando e suportando a posição de ser a favor ou contra. O argumento também deve ponderar, qualificar e, se for o caso, superar refutações ao argumento, como requisitos de uma boa argumentação, num contínuo de possíveis respostas ou soluções. Cabe notar que a pressuposição de que somente duas respostas possíveis (sim ou não; a favor ou contra), para questões complexas como estas, consiste na falácia da pergunta complexa. Para mais detalhes sobre o assunto, ver Copi (1978).

consegue identificar possíveis limitações dessa estratégia? Se sim, que alternativas você sugeriria?

- Q8. Analise a estratégia de inserir em plantas sequências nucleotídicas que codificam proteínas pesticidas, como aquelas extraídas da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Isso poderia trazer riscos à saúde humana?
- Q9. Se você fosse um técnico consultado por um parlamentar sobre este PL, você recomendaria que ele votasse a favor ou contra? Justifique.
- Q10. Você acha que é tecnicamente viável adotar o critério de detectabilidade (detectar no produto final, através de procedimentos químicos e/ou bioquímicos, compostos que estão ali presentes devido ao uso de técnicas de transgenia) em vez da rastreabilidade (localizar o uso de organismos e/ou compostos sabidamente transgênicos ao longo de toda a cadeia de produção de um item, incluindo suas matérias primas), como sugerido pelo Heinze? E economicamente, seria viável?

Objetivos de aprendizagem

Quanto aos objetivos de aprendizagem, para criar condições convenientes (considerando o tempo escolar e o nível cognitivo dos estudantes) para a aplicação da QSC, da perspectiva aqui esboçada, ressaltamos que deve haver um equilíbrio entre os três tipos ou dimensões dos conteúdos (conceitual, procedimental, atitudinal), evitando a tendência comum de enfatizar os conteúdos ou dimensões conceituais em detrimento dos outros, ou até mesmo de negligenciar os conteúdos ou dimensões atitudinais. (CONRADO; NUNES-NETO, 2015; FOUREZ, 2008; ZABALA, 1998) Quanto ao nível de especificidade, o professor poderá realizar ajustes conforme seu entendimento das condições objetivas em que desenvolve seu trabalho pedagógico, considerando a complexidade do tema tratado, o tempo escolar disponível e as necessidades, as capacidades e os interesses dos estudantes.

Conceituais

- Compreender, a partir de leituras sobre genética e ecologia de populações, como os OT podem levar à perda de variabilidade genética em populações naturais, por meio da competição entre indivíduos, o que afeta a evolução das populações naturais (relação com Q2 e Q7);
- Compreender como os OT podem afetar a evolução de populações naturais, diferenciando populações com maior e menor variabilidade genética (relação com Q2 e Q7);
- Entender como os OT podem potencializar a contaminação ambiental por pesticidas, explicando a estratégia de incluir nas plantas sequências nucleotídicas

de resistência a estes agroquímicos para que estes possam ser aplicados em maior quantidade contra ervas não desejadas na lavoura⁶ e que já apresentam alguma resistência (relação com Q2 e Q7);

- Entender como os OT podem levar a problemas na saúde humana, exemplificando casos em que a inserção de sequências nucleotídicas em um organismo o leva a produzir substâncias pesticidas ou outros compostos com potencial alérgico (relação com Q2 e Q8);
- Analisar, a partir da literatura, os efeitos dos pesticidas no solo e nos corpos d'água, atribuindo às suas características potencialmente tóxicas os danos às formas de vida presentes nestes ambientes (relação com Q2);
- Conhecer e entender o processo pelo qual os PL passam até sua aprovação ou sanção pelo presidente da República (relação com Q6);
- Conhecer e compreender as limitações impostas à estratégia de aumentar o uso de agrotóxicos, explicando como ocorre a seleção de indivíduos resistentes aos mesmos e o consequente aumento na frequência da resistência nas populações de pragas (relação com Q7);
- Compreender os conceitos de organismos transgênicos (aqueles que receberam trechos de DNA de organismos de outras espécies) e de organismos geneticamente modificados (que tiveram seu genoma alterado de alguma forma, mas não obrigatoriamente envolvendo a transgenia) e suas relações (relação com Q1 e Q2).

Procedimentais

- Identificar e reconhecer as informações presentes em rótulos de produtos alimentícios, interpretando imagens, tabelas e textos escritos (relação com Q1);
- Aplicar procedimentos de pesquisa *online*, executando buscas por textos originais de dispositivos legais, como leis, decretos e portarias (relação com Q3);
- Discutir e colocar em prática formas de participação democrática além do voto, exemplificando ações que o cidadão comum pode realizar como forma de influenciar os representantes do poder Legislativo, como opinar em enquetes no *site* do Congresso, enviar *e-mails* aos parlamentares, realizar abaixo-assinados e articular ações enquanto participantes de movimentos civis organizados (relação com Q6).

6 Neste trabalho, tomamos a decisão de utilizar a expressão “ervas não desejadas” em lugar de “ervas daninhas” ou “pragas”, por considerarmos que estes termos estão impregnados dos valores dominantes no grande agronegócio surgido após a Revolução Verde, na primeira metade do século XX. Estes valores figuram como parte de um processo de mecanização e industrialização crescente da agricultura, favorecendo as monoculturas em detrimento da consideração de variáveis socioambientais. Na verdade, a maioria das espécies conhecidas como pragas são benéficas num sistema agroecológico de produção, por exemplo.

- Criar ações de participação democrática enquanto cidadão, produzindo textos e documentos ou planejando manifestações adequadas às mesmas (relação com Q6);
- Desenvolver habilidades argumentativas, como, por exemplo, aplicar o modelo argumentativo de Toulmin (2006), implementando-o na construção de diagramas que representem a defesa de um ponto de vista (relação com Q3).
- Avaliar e aplicar a hierarquia das formas de discordar proposta por Paul Graham (2008), implementando-a na análise de argumentos presentes em um PL (relação com Q3);
- Listar, analisar e discutir as limitações dos métodos bioquímicos de detecção de sequências nucleotídicas transgênicas (e proteínas por elas codificadas) em alimentos, inferindo como as técnicas de processamento e preparo destes, antes de chegarem ao consumidor final, levam à destruição de sequências nucleotídicas e proteínas (relação com Q10);
- Organizar esquemas comparativos de formas de cultivo que permitem mitigar o problema das pragas agrícolas e do aumento de resistência dessas pragas às formas de combate tradicionais, comparando a monocultura com suas alternativas, como, por exemplo, a agroecologia ou a permacultura (relação com Q7);
- Avaliar fontes de informação *online* quanto a sua confiabilidade, verificando aspectos como autoridade, atualidade e precisão das informações fornecidas (relação com Q3);
- Avaliar se os produtos presentes em seu cotidiano atendem à legislação relativa aos produtos que contêm organismos transgênicos em sua composição, analisando rótulos e dispositivos legais pertinentes, conforme a legislação referente à rotulagem de produtos alimentícios (relação com Q1).

Atitudinais

- Reconhecer a importância e adotar o hábito de acompanhar na mídia (de diversas modalidades) iniciativas de PL e votações destes projetos, verificando informações acerca deles (relação com Q3 e Q4);
- Reconhecer a importância e adotar o hábito de analisar criticamente PL, identificando valores éticos subjacentes aos mesmos e avaliando seus graus de prioridade (relação com Q4);
- Reconhecer a importância do engajamento político para um exercício efetivo da cidadania em uma sociedade democrática (relação com Q4 e Q6);
- Reconhecer e apropriar-se do poder do cidadão enquanto consumidor, adotando o hábito de se informar sobre o que consome (relação com Q4 e Q5);
- Analisar a própria maneira de pensar, identificando e explicitando os valores éticos defendidos por si mesmo e, desenvolvendo a autocrítica como passo inicial para uma possível mudança de comportamento (relação com Q4);

- Discutir o direito do consumidor à informação, interpretando os textos do Código de Defesa do Consumidor (CDC) e da Lei da Transparência, que o asseguram legalmente (relação com Q4);
- Analisar o papel social de sua profissão atual ou futura, conferindo as respectivas implicações sociais a suas atribuições e reconhecendo a responsabilidade ética sobre suas próprias decisões (relação com Q9);
- Comparar, discutir e avaliar vantagens e desvantagens das diversas formas de produção agrícola, analisando criticamente suas consequências quanto aos aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos (relação com Q7);
- Reconhecer a importância de estar bem informado para a tomada de decisões e da adoção da postura de divulgar tais informações para outras pessoas de seu convívio (relação com Q5);
- Adotar o hábito de avaliar fontes de informação *online* (relação com Q3);
- Organizar propostas de divulgação dos resultados encontrados sobre o tema para a comunidade escolar ou para um público mais amplo, como em vídeos e páginas de internet (relação com Q1, Q2, Q5 e Q7);

Resumo da discussão da QSC e subsídios para a abordagem em sala de aula pelo professor

No Brasil, o direito do consumidor à informação sobre o produto, presente no rótulo, é assegurado pelas Leis Federais nº 8.078/90 (CDC) e Lei nº 12.741/12 (Lei da Transparência). Segundo essas leis, o rótulo deve permitir que o consumidor saiba as características do produto que lhe é vendido, incluindo potenciais riscos advindos de seu consumo, além de outras informações pertinentes (vale ressaltar que, atualmente, apenas os potenciais riscos à saúde humana são informados). Mediante a consulta ao rótulo, o consumidor poderá decidir, de acordo com seus critérios pessoais e os valores éticos que os embasam (fundamentados, por sua vez, em teorias morais), se irá adquirir o produto oferecido.

Ainda que no PL nº 4.148/2008 o deputado Luis Heinze afirme que defende o direito à informação, ele argumenta, baseado na experiência diária com o consumidor (embora ele não tenha deixado explícita a fonte de tal experiência), que a atual sinalização induz ao erro, ao falso entendimento ou que é simplesmente inútil, levando a uma situação contrária àquela objetivada pelo CDC. Sobre este ponto, duas questões devem ser discutidas.

Primeiramente, o deputado argumenta que o formato e as cores do símbolo determinado pela portaria do Ministério da Justiça são normalmente utilizados “[...] em placas de advertência, atenção e existência de risco, afixadas em locais de perigo, radiação, eletricidade, explosão, entre outros”. (BRASIL, 2008, p. 6) Desse modo, ele promoveria uma identificação do produto a situações de perigo, nocividade, alerta e cuidado, afe-

tando a percepção do consumidor quanto à sua qualidade. Heinze, inclusive, sugere que o uso desse símbolo permitiria inferir que a competitividade do produto brasileiro no mercado externo seria reduzida, já que os consumidores de outros países não estariam familiarizados com a legislação brasileira, e evitariam comprar estes produtos por temores desinformados. (BRASIL, 2008)

Contudo, a apresentação gráfica do símbolo tem razão de ser, por ser facilmente identificável por suas características chamativas (a combinação das cores amarela e preta são usadas em diversas ocasiões em que uma mensagem importante deve ser transmitida e rapidamente assimilada, o que é observado, aliás, na natureza, em colorações aposemáticas exibidas por animais que oferecem algum risco de toxicidade, como ocorre com os sapos coloridos da família Dendrobatidae). A simples colocação da frase “Contém transgênicos”, desacompanhada do símbolo, pode, por sua vez, escapar à vista dos consumidores menos atentos.

Em segundo lugar, o deputado afirma que incluir no rótulo o nome da espécie doadora do gene transplantado (outra exigência do Decreto nº 4.680) também contrariaria o CDC, porque nomes científicos são de difícil compreensão para a população leiga. Entretanto, não fica claro por que isso confundiria o consumidor. Pelo contrário, isso poderia facilitar a busca de informações adicionais em outras fontes sobre o produto que tem em mãos.

O deputado também argumenta que se deve modificar os critérios para a obrigatoriedade do aviso, baseando-se principalmente na dificuldade e no custo econômico (para os produtores) de rastrear a origem das matérias primas e insumos e, quando não houver OT entre eles, conseguir a certificação por algum órgão competente e ser então isentado de assinalar o rótulo como a notificação. Porém, ao sugerir a substituição do critério de rastreabilidade para o critério de detectabilidade, o deputado transfere a responsabilidade da realização de testes para os órgãos governamentais (e, por consequência, transfere o custo para os contribuintes), aos quais compete a fiscalização dos produtos.

Além de transferir o ônus econômico do produtor para a sociedade em geral, isso dificultaria ainda mais a fiscalização, por motivos técnicos: não há protocolos universais e nem facilmente aplicáveis para identificar a presença de DNA ou proteínas transgênicas nos diversos tipos de produtos que podem conter OT em sua composição, uma vez que eles podem ser degradados durante processamentos tanto químicos, quanto físicos (aquecimento, por exemplo). Além disso, há produtos (como o óleo vegetal) que não mantêm o conteúdo proteico de sua matéria prima.

Além disso, outro argumento de ordem econômica mobilizado no PL diz respeito à afirmativa de que a utilização da cor amarela encarece a embalagem. Entretanto, isso não procede, uma vez que, primeiramente, tal aumento de custo é irrisório frente ao custo total das embalagens, nas quais o uso de muitas cores e outros artifícios para atrair a atenção do consumidor é bastante comum. (CREPALDI, 2006; VIANA et al., 2013)

Para chegar a esta conclusão, basta examinarmos algumas embalagens ou correspondências e propagandas de diversos produtos na mídia ou impressos, os quais parecem desnecessariamente onerosos ou coloridos. E, em segundo lugar, como já comentado, o símbolo de um triângulo preto preenchido de amarelo é universalmente reconhecido como representação de perigo.

Assim, há um conflito de valores estabelecido: por um lado, diversas empresas não querem seus produtos associados a uma possível má imagem pública agregada aos transgênicos, o que, supostamente, reduziria suas vendas. Por isso, eliminar a sinalização ou torná-la menos visível lhes seria vantajoso. Por outro lado, os consumidores têm o direito à informação sobre o que estão consumindo, sendo que as informações relevantes devem estar presentes no rótulo da maneira mais clara possível. A partir disso, eles devem decidir que valores orientarão sua decisão: se prezam mais pelos lucros dos donos dos meios de produção (mercado financeiro) com benefícios a oligarquias político/econômicas, frequentemente localizadas fora dos países produtores, ou se prezam pela conservação ambiental, por tomar precauções visando resguardar a própria saúde e de sua família etc..

Ao pensar em conservação ambiental, o cidadão deve ter em mente que, mesmo que a sequência nucleotídica transferida para um OT seja mínima frente ao genoma completo da planta, a alteração fenotípica (inclusive as não intencionais) pode produzir um organismo que é novo perante a rede já existente de relações ecológicas. (WOLFENBARGER; PHIFER, 2000) Essa novidade pode até mesmo romper a resiliência de um sistema ecológico, uma vez que os outros integrantes desse sistema não possuem características próprias para lidar com a novidade.

Pode-se argumentar, certamente, que novidades surgem o tempo todo nas espécies, mesmo sem interferência humana. Todavia, deve-se considerar que dificilmente essas novidades se espalham nas populações e no espaço de forma tão rápida quanto aquelas produzidas pelos humanos. (FUTUYMA, 2005) Futuyma, por exemplo, qualifica como “rápido” um evento em que algumas espécies levaram oito mil anos para se espalharem por áreas continentais após um período de glaciação. Uma mutação que confere uma vantagem evolutiva a uma espécie de planta em geral surge em um único indivíduo e pode levar gerações para se fixar na população. Poderá demorar mais tempo ainda para se espalhar por todo um continente, o que permite que surjam ou sejam selecionadas em outras espécies mudanças que possibilitem que elas lidem com a nova forma de relação. Isso não acontece no caso dos transgênicos, em que uma população inteira com indivíduos modificados é inserida abruptamente no sistema.

Estas preocupações se tornam relevantes se considerarmos a possibilidade de que indivíduos transgênicos, suas sementes e/ou seu pólen não fiquem restritos à área da lavoura e acabem atingindo áreas de vegetação natural, gerando efeitos que examinaremos abaixo. Porém, diversas estratégias para evitar que isso ocorra já foram e continuam sendo consideradas. Podemos citar, como exemplo, a indução da apomixia e da cleis-

togamia⁷ (técnicas ainda em fases iniciais de desenvolvimento), inclusão do novo gene no DNA do cloroplasto ou mitocôndria (organelas que apresentam herança, a princípio, exclusivamente materna), ou ainda a utilização de mecanismos que produzam sementes “suicidas”, embora todas apresentem limitações.⁸ (CHAPMAN; BURKE, 2006)

Uma vez que não é possível evitar que os organismos transgênicos (ou suas sementes e seu pólen) escapem das lavouras, passamos a considerar os diversos mecanismos pelos quais eles podem afetar o ambiente. (DALE et al., 2002; PRETTY, 2001; WOLFENBARGER; PHIFER, 2000) A primeira preocupação diz respeito ao fluxo gênico entre as variedades transgênicas e as populações selvagens. Há diversos fatores que influenciam a possibilidade de este fluxo ocorrer, dentre os quais quatro são básicos: a distância que o pólen pode percorrer a partir da plantação, a sincronia das florações da plantação e das espécies que podem receber o pólen, a compatibilidade sexual entre as espécies e a ecologia da espécie recipiente.

Sabe-se que o pólen pode viajar vários quilômetros, dependendo de como ele se dispersa (por meio do vento, de insetos, de aves etc.) inclusive, e a possibilidade de a polinização se efetivar depende da longevidade do grão. Em linhas gerais, a probabilidade da polinização diminui com a distância. Ainda assim, há registros de casos em que ocorreu polinização de populações selvagens por variantes cultivadas, resultando inclusive em surgimento de híbridos entre espécies aparentadas. O risco de o fluxo gênico ocorrer será maior para certas espécies, a depender da flora nativa de cada local, caso ocorrido no Reino Unido, por exemplo, onde há alto risco de hibridização entre variedades de beterraba. (RAYBOULD; GRAY, 1993)

Porém, o fluxo gênico só desperta preocupações nos casos em que o fenótipo influenciado pela sequência nucleotídica transplantada pode dotar os indivíduos transgênicos de vantagem seletiva (caso contrário, os indivíduos que a possuem não causarão problemas ou deixarão poucos ou nenhum descendente, e a frequência do traço reduzirá até chegar a zero na população). Os casos mais estudados têm sido aqueles em que o traço afetado é a tolerância a herbicidas e as evidências apontam que, em ambientes naturais livres da aplicação desses agroquímicos, os organismos transgênicos não prosperam mais do que as variantes não transgênicas. (CRAWLEY et al., 1993, 2001)

No caso da resistência a predadores, entretanto, a situação é outra: há evidências de que uma variedade de couve transgênica tem melhor resultado do que a variedade tradicional quanto à predação por mariposas em um experimento dentro de uma estufa (RAMACHANDRAN et al., 2000), o que fundamenta a preocupação de que o mesmo

7 Situação em que uma flor que possui androceu e gineceu se autofecunda antes mesmo de se abrir, o que acaba evitando que seu pólen seja dispersado.

8 Para mais detalhes sobre as estratégias aqui citadas e suas limitações, além de outras, consultar o trabalho original de Chapman e Burke (2006).

possa ocorrer em ambiente natural e com outras espécies (embora trabalhos que investiguem essa possibilidade ainda não estejam disponíveis).⁹

Outro risco está na transferência horizontal de DNA, que pode levar sequências nucleotídicas introduzidas em OT a serem incorporadas a genomas de bactérias e vírus, com efeitos inesperados e potencialmente danosos. (UETANABARO; GÓES-NETO, 2006) Embora isso seja teoricamente possível, não há, contudo, evidências de que já tenha acontecido.

Um terceiro problema seria a aceleração do aumento da resistência de insetos e ervas indesejadas na lavoura aos agroquímicos. A estratégia de inserir, nos vegetais, sequências nucleotídicas que lhes permitam tolerar maiores doses dessas substâncias se justifica na possibilidade de aplicar quantidades cada vez maiores de agroquímicos nas lavouras. Assim, seria possível combater com mais eficiência espécies indesejadas que já apresentem algum grau de resistência às doses normalmente utilizadas, sem que as plantas cultivadas fossem afetadas.

Porém, é possível que, em populações das referidas espécies, existam indivíduos que resistam até mesmo às doses aumentadas dos defensivos e, ao se reproduzirem, transmitam a seus descendentes essa característica. Dessa forma, em algumas gerações, a população (que inicialmente estaria reduzida em número a alguns poucos indivíduos resistentes) poderia retornar a um tamanho próximo ao inicial, mas composta, em sua maioria, por indivíduos resistentes, inutilizando os agrotóxicos anteriormente utilizados e dificultando o combate aos ataques. (GLIESSMAN, 2000)

Além disso, pensando em curto prazo, é possível que, num primeiro momento, o aumento do uso dos pesticidas cause uma drástica redução nas populações das espécies indesejadas, causando um impacto ecológico, por reduzir os recursos disponíveis para espécies animais que as predavam. Isso contribuiria para a redução da diversidade de espécies no local.

O aumento da quantidade de agrotóxicos utilizados nas lavouras também pode provocar o aumento de contaminações, causando impactos ambientais diversos. (ZAMBERLAM; FRONCHETI, 2012) Os agrotóxicos podem permanecer no solo, potencialmente afetando as propriedades químicas do mesmo e afetando a biota ali existente. As proteínas transgênicas originárias do *Bacillus thuringiensis*, por exemplo, podem ser produzidas pelas raízes das plantas e se misturar ao solo (além de serem liberadas por outras partes da planta que sejam decompostas após a colheita), onde permanecem por centenas de dias estabilizadas e ativas, quando ligadas à argila, aos ácidos húmicos, entre outros. Ali, podem ser ingeridas, juntamente com a terra, por diversas

9 A resistência a predadores é uma preocupação importante no modelo de cultivo em monocultura, atualmente hegemônico como meio de produção de alimentos, justificando a produção de organismos transgênicos cada vez mais resistentes. Porém, em modelos de cultivo em policultura, este problema possui menor relevância, uma vez que a presença do predador será diminuída por uma série de fatores ecológicos, sendo reduzidas, assim, as pressões seletivas sobre as variedades cultivadas.

espécies. Entretanto, testes feitos com várias espécies de vertebrados e invertebrados têm produzido resultados negativos para efeitos prejudiciais dessas proteínas. (DALE et al., 2002) Outra possibilidade seria dos agrotóxicos se infiltrarem e atingirem lençóis freáticos, afetando a potabilidade da água, ou serem carregados pela chuva ou pela água excedente da irrigação artificial, podendo contaminar rios, lagos e até mesmo mares. (BROWN; VAN BEINUM, 2009; GOMES; BARIZON, 2014; MOURA; FRANCO; MATTALLO, 2008) Essa contaminação pode matar ou debilitar diversas espécies, reduzindo suas populações e prejudicando as redes tróficas.

Por motivos de espaço, não exploraremos estes temas em maior profundidade aqui. Entretanto, há farta literatura disponível sobre o assunto. Como exemplos, podemos citar Silva e Fay (2004), Peres e Moreira (2003) e Paschoal (1979).

Outra possibilidade é que as próprias espécies cultivadas prejudiquem cultivos subsequentes, caso suas sementes germinem espontaneamente nos campos quando outra espécie estiver sendo plantada, sendo necessário, desse modo, combatê-las com algum agrotóxico ao qual não sejam tolerantes. Neste caso, há um risco que não deve ser negligenciado: o de que variantes transgênicas de uma mesma espécie, cada uma tolerante a um tipo de agrotóxico, inter cruzem e gerem variantes com múltiplas tolerâncias.

Quanto aos transgênicos que sintetizam substâncias inseticidas, uma das preocupações é que essas substâncias atinjam espécies animais que não são indesejadas nas lavouras, mas que, ao ter contato com elas, promovem benefícios (como a polinização). (LIMA; ROCHA, 2012; POTTS et al., 2010) Espécies que não interagem diretamente com as plantas transgênicas também poderiam ser afetadas, caso se alimentem de insetos que as ingeriram (se a substância for passível de bioacumulação).

Um exemplo é o caso da mariposa monarca, cujas larvas se mostraram sensíveis à alimentação, contendo pólen de milho que expressava uma proteína inseticida direcionada ao combate de outras espécies de insetos. Esse estudo, porém, é questionado por ter sido realizado em condições diferentes daquelas em que as larvas se encontram na natureza. (ANDOW; ZWAHLEN, 2006; DALE; CLARK; FONTES, 2002; PRETTY, 2001; WOLFENBARGER; PHIFER, 2000) De fato, tal questionamento é esperado, uma vez que estudos em laboratório (muitas vezes realizados em pequena escala) dificilmente reproduzem tais condições, incluindo os níveis de exposição à substância, que são influenciados não só pelas condições abióticas, mas também pelas relações ecológicas (como a presença de outras fontes de alimento e de competidores), ausentes no ambiente artificial. Porém, é razoável esperar o mesmo tipo de questionamentos a estudos que não evidenciem efeitos sobre espécies que não aquelas intencionadas.

Caso o consumidor considere sua saúde, ele poderá decidir por não comprar produtos contendo transgênicos com base em diversos motivos. Abordaremos aqui três tipos de possíveis efeitos: nutricionais, tóxicos e alergênicos. É possível, em teoria, haver diferenças nutricionais entre variedades transgênicas e convencionais, uma vez que a sequência nucleotídica inserida em um novo genoma pode ser traduzida em produtos

com potencial de interferir na regulação da rede metabólica do organismo receptor, impedindo ou reduzindo a transcrição ou tradução de sequências nativas. É possível também que o produto da sequência inserida inicie ou potencialize cascatas de reações que causem a degradação de produtos nativos.

Entretanto, diversos estudos realizados até o momento não encontraram tais diferenças, o que tem contribuído para a aceitação do princípio da “equivalência substancial”. (BAKSHI, 2003) Segundo este princípio, “se um novo alimento for substancialmente equivalente em composição e características nutricionais a um alimento que já existia, ele pode ser considerado tão seguro quanto os alimentos convencionais [...] e não requer extensivos testes de segurança”. (HOLLINGWORTH, 2003, p. 3) Todavia, Domingo e Bordonaba (2011) questionam a ideia de que duas plantas com as mesmas características nutricionais trariam riscos iguais (ou a falta de riscos) à saúde humana e defendem que testes toxicológicos precisam ser feitos para que seus efeitos sejam avaliados. Algumas pesquisas sobre os transgênicos na alimentação de animais não-humanos têm apresentado diferentes resultados (DOMINGO, 2007; DOMINGO; BORDONABA, 2011; VENDÔMOIS et al., 2009), sendo que uma pequena porção desses estudos tem sido realizada por empresas que desenvolvem ou produzem organismos transgênicos.

No que se refere às alergias, diversas questões são levantadas. Uma publicação da Society of Toxicology lista três delas: se as proteínas transgênicas produzirão efeitos alergênicos em pessoas que já são sensíveis a elas ou a proteínas estruturalmente similares; se as técnicas de transgenia aumentarão os níveis de expressão de proteínas nativas com conhecido papel alergênico; e se os produtos de sequências inseridas em vegetais causarão novas alergias em quem já apresenta reações a outras substâncias. Nenhuma dessas questões apresenta fácil resposta, cada caso devendo ser analisado isoladamente. (HOLLINGWORTH, 2003)

Pode-se perceber, em suma, que diversos riscos dos transgênicos são previstos em teoria, mas há uma escassez de estudos que os avaliem, prevalecendo a dúvida. Em casos como este, acreditamos que a melhor estratégia seria se valer do “princípio da precaução”: se não sabemos se determinada estratégia ou tecnologia tem consequências negativas (ou consequências negativas aceitáveis), mas temos bases científicas plausíveis que justifiquem uma desconfiança de que tais consequências são possíveis, o melhor é não utilizar tal estratégia ou tecnologia – até que a lacuna no conhecimento seja preenchida.¹⁰ (LACEY, 2006) Na prática, porém, este princípio não vem sendo aplicado aos transgênicos.

Ao decidir não comprar produtos com OT em sua composição, o consumidor mostra que não deseja contribuir, ainda que de maneira indireta, para possíveis e diversos impactos ambientais e na saúde humana que os fabricantes geram em nome do lucro. Caso o número de consumidores insatisfeitos aumente, os fabricantes se verão, então,

10 Para uma discussão mais aprofundada sobre o princípio da precaução e a legitimidade de sua aplicação à ciência, recomendamos, por exemplo, consultar Lacey (2006).

na posição de rever seus métodos de produção, para recuperarem a competitividade no mercado. Mas, para isso, é importante que a população seja informada e sensibilizada, para, então, modificar seus hábitos de consumo e sua forma de participação política. É interessante notar aqui como transformações sociais no sistema produtivo e no próprio sistema socioecológico como um todo são possíveis por transformações realizadas nos sistemas de valores aceitos pelos cidadãos.

Além disso, é importante dizer que pensar (e repensar) os hábitos de consumo não é a única forma de participação democrática em que o cidadão pode se engajar. É possível pressionar os governantes por meio de abaixo-assinados, cartas abertas, manifestações como passeatas e protestos, além de articulações entre movimentos civis organizados e órgãos como o Ministério Público, e até mesmo órgãos representativos de categorias profissionais, como a Ordem dos Advogados do Brasil.

Considerações finais

No ensino de ciências, é essencial abordar o tema “transgênicos” de um modo amplo, visando melhor preparar o estudante para tomar decisões informadas, assumir uma postura crítica e participar dos debates e ações sobre o assunto. Nesse sentido, o ensino baseado em QSC, como estratégias didáticas pode facilitar a organização e a mobilização de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais na abordagem dos transgênicos em sala de aula.

Além de QSC baseadas em PL, aquelas que envolvem o papel do consumidor também podem ser usadas com proveito, uma vez que mostram como atos simples do cotidiano podem (e devem) ser considerados como atos políticos. Os estudantes devem ser alertados e chamados a fazerem uso de seu poder enquanto consumidores, sendo que uma forma de o exercerem é evitando o consumo de produtos vendidos por empresas que defendem valores que eles não apoiam. Evidentemente, para que isso seja possível, eles devem ser capazes de identificar, de modo geral, os valores defendidos pelos diversos grupos sociais no que concerne às questões sociais e/ou ambientais específicas e, a partir disso, identificar seus próprios valores.

O professor pode estimular os estudantes a observarem rótulos de alimentos e interpretar outras informações neles contidas (além da presença de organismos transgênicos), analisando-as criticamente. Eles podem ser também estimulados a pesquisar a legislação pertinente, propondo-se sua leitura e a avaliação acerca de seu cumprimento. Pode-se ensinar a eles acerca de como denunciar, caso as leis não estejam sendo cumpridas. Todas estas são formas de empoderamento para o exercício da cidadania.

É pouco provável, porém, que os objetivos atitudinais referentes aos hábitos de consumo e de participação política sejam efetivamente alcançados apenas com uma intervenção didática, embora ela seja um passo importante. Após a sensibilização inicial, é importante que o professor ou o grupo colaborativo de professores, sempre que

possível, traga estas reflexões à tona. Discussões mais profundas também devem ser suscitadas, abordando inclusive questões como as razões pelas quais os produtos que agredem menos o ambiente muitas vezes custarem mais, em termos financeiros.

A QSC discutida neste capítulo estabelece pontos de contato entre diversas disciplinas escolares, podendo servir de base para trabalhos interdisciplinares: português e redação (gêneros textuais, produção textual etc.); filosofia (ética no consumo, cidadania, política); biologia (genética, biologia da conservação, evolução), química (química orgânica); ciências sociais (economia, cultura); e história.

Nos casos em que esta proposta de ensino baseada em QSC for adaptada para utilização no ensino superior, o professor pode modificar os objetivos e as questões para sejam aprofundadas as discussões de assuntos como a genética de populações; os métodos bioquímicos de detecção de proteínas e ácidos nucleicos, incluindo suas limitações técnicas, custos econômicos etc.; possíveis formas de realizar a fiscalização dos produtos sujeitos à lei; possíveis mudanças legislativas que compatibilizassem os interesses dos produtores, consumidores e a possibilidade de fiscalização, entre outras várias questões. Caso seja utilizada em um curso de pós-graduação, é importante não se limitar ao tema específico do curso (por exemplo, apenas à genética, ou apenas à ecologia), mas abordar também outros temas, de maneira a favorecer uma visão mais integrada das áreas da biologia, assim como de diversas ciências e das relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, uma vez que a pesquisa ou a atividade profissional dos estudantes envolverá o mundo real, não um fragmento dele.

Gostaríamos de ressaltar que esta proposta de ensino baseada em QSC pode e deve ser adaptada aos interesses locais de cada comunidade, sendo que a discussão pode dar maior enfoque a um ou mais aspectos particulares que representem problemas encontrados num contexto social específico.

Encerramos informando que, até a data de finalização deste capítulo, o projeto de Lei nº 4.148, trabalhado na QSC, tendo sido encaminhado ao Senado Federal em 30 de maio de 2015, encontrava-se em apreciação pela Comissão de Agricultura e Reforma Agrária, sendo que sua última tramitação datava de 23 de março de 2016. O trajeto completo do PL, incluindo os textos dos pareceres emitidos pelas comissões que o apreciaram, pode ser consultado *online* no *site* da Câmara dos Deputados,¹¹ e no *site* do Senado Federal.¹² Um exemplo da repercussão que a aprovação do PL pela Câmara gerou na mídia pode ser encontrado no *site* da *Revista Carta Capital* (datando de 4 de maio de 2015).¹³

11 Ver em: <<http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=412728>>.

12 Ver em: <<http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/120996>>.

13 Ver em: <<http://www.cartacapital.com.br/blogs/parlatorio/veja-a-lista-de-deputados-que-derrubaram-a-rotulagem-de-alimentos-transgenicos-4519.html>>.

Referências

- ANDOW, D. A.; ZWAHLEN, C. Assessing environmental risks of transgenic plants. *Ecology Letters*, Oxford, v. 9, n. 2, p. 196-214, 2006.
- AYYAR, V. S. History of growth hormone therapy. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, [Mumbai], v. 15, n. 3, p. 162-165, 2011. Suplemento.
- BAKSHI, A. Potential adverse health effects of genetically modified crops. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, Washington, v. 6, n. 3, p. 211-226, 2003. Part B: Critical Reviews.
- BENCZE, J. L.; CARTER, L.; KRSTOVIC, M. Science & technology education for personal, social & environmental wellbeing: challenging capitalists' consumerist strategies. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, n. 14, n. 2, p. 39-56, 2014.
- BONIN, R. Ficha Limpa é o quarto projeto de iniciativa popular a se tornar lei. *G1*, Rio de Janeiro, 20 maio 2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/especiais/eleicoes-2010/noticia/2010/05/ficha-limpa-e-o-quarto-projeto-de-iniciativa-popular-se-tornar-lei.html>>. Acesso em: 9 out. 2014.
- BRASIL. Congresso Nacional Câmara dos Deputados. *Projeto de lei 4.148/2008*. Altera e acresce dispositivos à Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=412728>>. Acesso em: 7 maio 2014.
- BRASIL. Decreto n.º 4.680, de 24 de abril de 2003. Regulamenta o direito à informação, assegurado pela Lei n.º 8.078, de 11 de setembro de 1990, quanto aos alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados, sem prejuízo do cumprimento das demais normas aplicáveis. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 28 abr. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4680.htm>. Acesso em: 23 jul. 2014.
- BRASIL. Lei n.º 8.078/90, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm>. Acesso em: 23 jul. 2014.
- BRASIL. Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei n.º 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória n.º 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei n.º 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 28 mar. 2005. Disponível

em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm>. Acesso em: 7 maio 2014.

BRASIL. Lei n.º 12.741, de 8 de dezembro de 2012. Dispõe sobre as medidas de esclarecimento ao consumidor, de que trata o § 5º do artigo 150 da Constituição Federal; altera o inciso III do art. 6º e o inciso IV do art. 106 da Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 – Código de Defesa do Consumidor. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 10 dez. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12741.htm>. Acesso em: 7 maio 2014.

BROWN, C. D.; VAN BEINUM, W. Pesticide transport via sub-surface drains in Europe. *Environmental Pollution*, Barking, GB, v. 157, n. 12, p. 3314-3324, 2009.

CARVALHO, I. N. et al. Projetos de lei no ensino de ciências: possibilidades para modelagem de questões socio-científicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015. Águas de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação Ciências*, 2015.

CHAPMAN, M. A.; BURKE, J. M. Letting the gene out of the bottle: the population genetics of genetically modified crops. *New Phytologist*, Oxford, v. 170, n. 3, p. 429-443, 2006.

COLL, C. et al. *Los contenidos de la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana, 1992.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 16., 2015, Lisboa. *Atas... Lisboa: Instituto de Letras, Universidade de Lisboa*, 2015. p. 432-435.

CONWAY, G. Genetically modified crops: risks and promise. *Conservation Ecology*, [S.l.], v. 4, n. 1, 2000. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol4/iss1/art2/>>. Acesso em: 29 set. 2014.

COPI, I. M. *Introdução à lógica*. 2. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1978.

CRAWLEY, M. J. et al. Ecology of transgenic oilseed rape in natural habitats. *Nature*, [S.l.], v. 363, p. 620-623, 1993.

CRAWLEY, M. J. et al. Biotechnology: transgenic crops in natural habitats. *Nature*, [S.l.], v. 409, p. 682-683, 2001.

CREPALDI, L. A influência das cores na decisão de compras: um estudo do comportamento do consumidor no ABC paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 29., 2006, Brasília, DF. *Anais... Brasília, DF: UnB*, 2006. p. 1-13.

DALE, P. J.; CLARK, B.; FONTES, E. M. G. Potential for the environmental impact of transgenic crops. *Nature Biotechnology*, New York, v. 20, n. 6, p. 567-574, 2002.

DANIELSEN, L. et al. Fungal soil communities in a young transgenic poplar plantation form a rich reservoir for fungal root communities. *Ecology and Evolution*, Oxford, v. 2, n. 8, p. 1935-1948, 2012.

DOMINGO, J. L. Toxicity studies of genetically modified plants: a review of the published literature. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, Fla., v. 47, n. 8, p. 721-733, 2007.

DOMINGO, J. L.; BORDONABA, J. G. A literature review on the safety assessment of genetically modified plants. *Environmental International*, New York, v. 37, n. 4, p. 734-742, 2011.

FOUREZ, G. *Educar: docentes, alunos, escolas, éticas, sociedades*. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2008.

FUTUYMA, D. J. *Evolution*. Sunderland: Sinauer Associates, 2005.

GIROUX, H. A. Cultural studies, public pedagogy, and the responsibility of intellectuals. *Communication and Critical/Cultural Studies*, Oxfordshire, v. 1, n. 1, p. 59-79, 2004.

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. *Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2001*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2014.

GRAHAM, P. *How to disagree*. 2008. Disponível em: <<http://www.paulgraham.com/disagree.html>>. Acesso em: 28 set. 2014.

GUALANDI-SIGNORINI, A. M.; GIORGI, G. Insulin formulations – a review. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, [Roma] v. 5, p. 73-83, 2001.

GUARESCHI, P.A. Mídia e cidadania. *Conexão – Comunicação e Cultura (UCS)*, Caxias do Sul, v. 5, n. 9, p. 27-40, 2006.

HOLLINGWORTH, R. M. et al. The safety of genetically modified foods produced through biotechnology. *Toxicological Sciences*, Orlando, v. 71, n. 1, p. 2-8, 2003.

ISAAA. *ISAAA Brief 46-2013: executive summary. global status of commercialized Biotech/GM Crops*. 2013. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/46/executivesummary/>>. Acesso em: 22 set. 2014.

KLINTMAN, M. The genetically modified (gm) food labelling controversy: ideological and epistemic crossovers. *Social Studies of Science*, London, v. 32, n. 1, p. 71-91, 2002.

LACEY, H. O princípio de precaução e a autonomia da ciência. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 373-392, 2006.

LEE, Y. C. Developing decision-making skills for socio-scientific issues. *Journal of Biological Education*, v. 41, n. 4, p. 170-177, 2007.

- LIMA, G. Z.; LINHARES, R. E. C. Escrever bons problemas. *Revista Brasileira de Educação Médica*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 197-201, 2008.
- LIMA, M. C.; ROCHA, S. A. *Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento*. Brasília, DF: Ibama, 2012.
- LIMA, V. A. Sete teses sobre mídia e política no Brasil. *Revista USP*, São Paulo, n. 61, p. 48-57, 2004.
- MOURA, M. A. M.; FRANCO, D. A. S.; MATALLO, M. B. Impacto de herbicidas sobre os recursos hídricos. *Revista de tecnologia & inovação agropecuária*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 142-151, 2008.
- PASCHOAL A. *Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções*. Rio de Janeiro: FGV, 1979.
- PERES, F.; MOREIRA, J. C. *É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003.
- PILON-SMITS, E. A. H. Engineering plant selenium accumulation: potential uses and ecological impacts. In: BANUELOS, G. S.; LIN, Z.; YIN, X. *Selenium in the environment and human health*. Boca Raton: CRC Press, 2013. p. 217-218.
- PINZANI, A. Democracia versus tecnocracia: apatia e participação em sociedades complexas. *Lua Nova*, São Paulo, v. 89, p. 135-168, 2013.
- POTTS, S. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, Amsterdam, n. 25, v. 6, p. 345-353, 2010.
- PRETTY, J. The rapid emergence of genetic modification in world agriculture: contested risks and benefits. *Environmental Conservation*, Lausanne, v. 28, n. 3, p. 248-262, 2001.
- RAMACHANDRAN, S. et al. N. Intraspecific competition of an insect-resistant transgenic canola in seed mixtures. *Agronomy Journal*, Madison, v. 92, n. 2, p. 368-374, 2000.
- RAYBOULD, A. F.; GRAY, A. J. Genetically modified crops and hybridisation with wild relatives: a UK perspective. *Journal of Applied Ecology*, London, v. 30, p. 199-219, 1993.
- SCHNEIDER, K. R.; SCHNEIDER, R. G.; RICHARDSON, S. *Genetically modified food*. [2014]. Disponível em: <<https://edis.ifas.ufl.edu/fs084>>. Acesso em: 24 dez. 2015.
- SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F. *Agrotóxico e ambiente*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- SINGER, P. *Ética prática*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- TOULMIN, S. E. *Os usos do argumento*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- UETANABARO, A. P. T.; GÓES-NETO, A. Segurança alimentar: transferência horizontal de genes e alimentos transgênicos. *Scientibus*, Feira de Santana, n. 35, p. 111-124, jul./dez. 2006.

VENDÔMOIS, J. S. et al. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *International Journey of Biological Sciences*, [S.l.], v. 5, n. 7, p. 706-726, 2009.

VIANA, C. A. et al. A cor e a embalagem na decisão de compra: reflexões sobre estratégias persuasivas no PDV. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM COMUNICAÇÃO: EPISTEMOLOGIA E DESAFIOS DA PESQUISA NO CAMPO DA comunicação, 5., 2013, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 2013. p. 1-13.

VICTORINO, V. I. Participação pública na construção institucional da biossegurança no Brasil: a questão dos transgênicos. *Convergencia: Revista de Ciencias Sociales*, Toluca, v. 11, n. 35, p. 107-127, 2004.

WANG, Y. et al. Expression of cry1ab protein in a marker-free transgenic bt rice line and its efficacy in controlling a target pest, *chilosuppressalis* (lepidoptera: crambidae). *Environmental Entomology*, Oxford, v. 43, n. 2, p. 528-536, 2014.

WILKERSON, J.; FRULAND, R. Simulating a federal legislature. *Academic Exchange Quarterly*, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 38-44, 2006.

WOLFENBARGER, L. L.; PHIFER, P. R. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. *Science*, [S.l.], v. 290, p. 2088-2093, 2000.

ZABALA, A. A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem: instrumentos de análise. In: ZABALA, A. *A prática educativa*. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 27-52.

ZAMBERLAM, J.; FRONCHETI, A. *Agroecologia: caminho de preservação do agricultor e do ambiente*. Petrópolis: Vozes, 2012.