



Ministério da Educação
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
Reg.: 120.2.095–2011 – UFVJM
ISSN: 2238-6424
Nº. 03 – Ano II – 05/2013
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Transgênicos na sala de aula: concepções e opiniões de alunos do Ensino Médio e uma prática pedagógica

Prof^a. Dr^a. Anete Pedro Lourenço
Doutora em Ciências - Genética pela Universidade de São Paulo - USP
Docente do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM - Diamantina - Minas Gerais - Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3377693208639907>
E-mail: anete.lourenco@ufvjm.edu.br

Lucilene Geralda dos Reis
Discente do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM - Diamantina - Minas Gerais - Brasil
E-mail: reislucilene89@yahoo.com.br

Resumo: Atualmente temas polêmicos relacionados à biotecnologia como os transgênicos passaram a ser discutidos na escola, mas, geralmente os alunos possuem uma ideia que não ultrapassa o senso comum. Devido à importância destes temas para o preparo do cidadão, este trabalho teve por objetivo investigar o conhecimento e as opiniões de alunos do Ensino Médio de uma escola Estadual de Diamantina-MG sobre transgênicos. Além disso, objetivou-se investigar a mudança conceitual e de tomada de decisões após o desenvolvimento de práticas pedagógicas sobre transgênicos. A partir dos resultados do levantamento de concepções prévias, observou-se a dificuldade dos alunos em conceituar e justificar suas respostas sobre os transgênicos. As atividades práticas despertaram o interesse dos alunos, e propiciaram um melhor entendimento sobre transgênicos, reafirmando o valor de atividades diferenciadas sobre biotecnologias em sala de aula.

Palavras-chave: Concepções intuitivas. Discurso do sujeito coletivo. Biotecnologia. Ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

Introdução

A Ciência e a Tecnologia têm grande influência na vida dos cidadãos hoje em dia, e parte-se do princípio que todo cidadão tem o direito de obter conhecimentos mínimos para que ele possa tomar decisões de forma crítica sobre o papel da Ciência e da Tecnologia na Sociedade contemporânea (BEDIN; DELIZOICOV, 2012). Nesta discussão, surge o Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que no contexto da Educação em Ciências, visa o desenvolvimento de uma cidadania responsável, com sujeitos críticos e capazes de lidar com problemas de aspecto científico-tecnológico. De acordo com Santos (2007, p. 10):

Inserir a abordagem de temas CTS no ensino de ciências com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais. Essas discussões envolvem valores e atitudes, mas precisam estar associadas à compreensão conceitual dos temas relativos a esses aspectos sociocientíficos, pois a tomada de decisão implica a compreensão de conceitos científicos relativos à temática em discussão.

Atualmente, os últimos avanços na área da biotecnologia, como os transgênicos, por exemplo, se mostram profundamente inseridos no âmbito social, representando, no mínimo, alterações radicais na maneira como concebemos nossa alimentação (VALÉRIO; BAZZO, 2006). Os transgênicos são organismos que receberam um ou mais genes por manipulação *in vitro*, graças ao desenvolvimento da técnica do DNA recombinante (que é resultado da união de dois fragmentos de DNA; tecnologia desenvolvida por Paul Berg em 1972). As pessoas têm formado suas opiniões sobre os transgênicos através, na maioria das vezes, em textos jornalísticos, que ora os louvam com esperanças muitas vezes absurdas, ora os abominam com medos infundados, sendo raras as vezes que as informações são dadas partindo com o devido apuro científico (RODRIGUES; ARANTES, 2004).

Esses temas polêmicos passaram a ser discutidos também no âmbito escolar. Atualmente tanto os cientistas, como educadores, creem que a sociedade deveria descobrir e interatuar com a ciência e a tecnologia (MARTINS, 2003; PINHEIRO; MATOS; BAZZO, 2007). Segundo Krasilchik (2008, p. 20) após a conclusão do Ensino Médio aluno deve: “[...] aprender conceitos básicos, analisar o processo de investigação científica e as implicações sociais da ciência e da

tecnologia”. No entanto, a discussão de temas polêmicos exige assimilação do conhecimento científico, que às vezes é trabalhada de forma insatisfatória e ineficiente (BOSSOLAN, 2008), resultando em desconhecimento em alunos do Ensino Médio sobre temas ligados à biotecnologia (DURBANO et al., 2008). Pedrancini e colaboradores (2008) ressaltam que esta situação mostra que a maneira como o ensino é administrado não está sendo suficiente para gerar a construção de conceitos, e, quando há a necessidade de expor suas opiniões a respeito do tema, os alunos se sentem despreparados. Para Krasilchik (2004), o ensino de biologia parece apresentar-se desvinculado do dia-a-dia dos alunos ficando restrito à sala de aula, impossibilitando assim aquisição de novas descobertas.

O aprendizado científico pode ser construído a partir dos conhecimentos prévios que os alunos já trazem consigo, e com atividades que sejam planejadas e desenvolvidas de modo intencional (BACHELARD, 1996; BIZZO; KAWASAKI, 1999). No entanto, é preciso ressaltar que a aquisição do conhecimento não deve ocorrer pela continuidade dos saberes do senso comum, pois a construção de saberes exige alterações conceituais condizentes com as descobertas científicas (BACHELARD, 1996; BASTOS, 1998). Esta aquisição do conhecimento por parte dos alunos fica, por muitas vezes, debilitada devido às dificuldades em que os professores apresentam em ministrar temas resultantes das descobertas científicas (AMORIM, 1995), ou temas polêmicos como os transgênicos (TAKAHASHI et al., 2008; BEDIN; DELIZOICOV, 2012). Logo, sem a compreensão dos mesmos, estes professores não são capazes de desenvolver uma aprendizagem que formem cidadãos aptos a expor opiniões perante temas da atualidade.

Refletir sobre estudos em educação é primordial (TEIXEIRA; MEGIDNETO, 2006), pois esses estudos além promover uma educação de qualidade, poderá também mostrar em quais setores requer mudanças. Neste contexto, currículos de ensino de ciências com ênfase em CTS vêm sendo estudados e discutidos (SANTOS; MORTIMER, 2000). Com relação aos transgênicos, diversos são os estudos da concepção dos alunos do Ensino Médio sobre este tema (CANOSSA et al., 2006; SALVIANO et al., 2006; PEDRANCINI et al., 2008; TAKAHASHI et al., 2008; SILVA; RIBEIRO, 2009; SOUZA; FARIAS, 2011; CARVALHO et al., 2012). De forma geral, estes estudos revelam que os alunos não

possuem conhecimentos bem definidos sobre transgênicos, uma vez que utilizam concepções intuitivas ou do senso comum sobre os mesmos, e mostram ter dificuldades em se posicionar quanto ao uso desta tecnologia.

Considerando o fato de que existe a necessidade de discutir sobre temas relacionados aos transgênicos nas aulas de Biologia, pois, de acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 24), ao professor “Cabe estimular o aluno a avaliar as vantagens e desvantagens dos avanços das técnicas [...] da manipulação do DNA, considerando valores éticos, morais, religiosos, ecológicos e econômicos.”, e que o uso de uma didática apropriada pode levar ao desenvolvimento conceitual, contribuindo efetivamente para a aquisição de conhecimento (PAVAN et al., 1998), propusemos este trabalho, que visou: fazer um levantamento das concepções prévias de alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre os transgênicos, desenvolver uma série de atividades pedagógicas em sala de aula e avaliar a mudança conceitual dos alunos sobre este tema.

Metodologia

1. Diagnóstico do grau de conhecimento dos alunos antes (levantamento de concepções prévias) e após o desenvolvimento das atividades

O presente trabalho foi realizado no primeiro semestre de 2012, com quatro turmas de alunos matriculadas no 3º ano, do período matutino, do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Diamantina-MG.

Em um primeiro momento foi feito um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos partindo da conjectura de que as concepções prévias dos alunos a respeito dos conceitos científicos constituem um importante instrumento para a organização do ensino. O instrumento de coleta de dados foi um questionário com quatro questões abertas (Apêndice) abrangendo conceitos básicos sobre construção de um organismo transgênico e sua diferença com um organismo melhorado geneticamente (Questões 1 e 2), sobre tomada de decisão de consumo de um alimento transgênico (Questão 3 – retirada e modificada de SOUZA; FARIAS, 2011), e sobre a opinião transgênicos, a partir de um trecho de um texto de divulgação científica sobre a liberação de mosquitos *Aedes aegypti* transgênicos para diminuir incidência da dengue (“Bahia inicia uso de inseto transgênico contra dengue” de Luiz

Gustavo Cristino, Folha de São Paulo, 24/02/2011, <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/880408-bahia-inicia-uso-de-inseto-transgenico-contra-dengue.shtml>).

Estas questões foram respondidas por 113 alunos para o levantamento das concepções prévias e por 99 alunos (foram excluídos os que não participaram das aulas sobre transgênicos) na avaliação após as atividades sobre transgênicos (item a seguir). O tempo dos alunos para as respostas às questões foi de 50 minutos.

A análise das questões 1 e 2 (sobre conceitos) foi feita de modo quantitativo e qualitativo. Para as questões 3 e 4 foi utilizada a metodologia do Discurso do Sujeito Coletivo -DSC (LEFEVRE; LEFEVRE, 2006) também utilizado em Souza e Farias (2011) para análise de opiniões sobre consumo de transgênicos. Neste tipo de análise, existe a elaboração de um discurso único representativo de depoimentos individuais. Para esta análise foram elencadas ideias centrais (descrição sintética do discurso) a partir de expressões-chave, e em seguida as ancoragens (que refletem as concepções, ideologias, hipóteses e explicações), para finalmente elaborar os DSCs.

2. Atividades desenvolvidas com os alunos: aula expositiva, leitura de textos e júri simulado

Para o desenvolvimento das atividades sobre transgênicos, após o levantamento dos conhecimentos prévios, foi ministrada uma aula teórica expositiva dialogada de 50 minutos sobre o assunto. Nesta aula foi apresentado aos alunos o avanço da biotecnologia, desde o melhoramento genético até a produção dos transgênicos, assim como, conceitos sobre sua fabricação, as diferentes possibilidades de utilização e possíveis vantagens e desvantagens alegadas por ecologistas, geneticistas, e economistas. Concluindo a aula foi apresentado um pequeno vídeo sobre fabricação de plantas transgênicas (encontrado no site do Conselho de Informações sobre Biotecnologia – vídeo intitulado “Transgênicos, que bicho é esse?” - http://cibiotec.org.br/tv_cib.php?id=10).

Em um segundo momento, também em uma aula de 50 minutos, foi entregue aos alunos um trecho do livro “Direito ambiental e biotecnologia – Uma abordagem

sobre os transgênicos sociais” (RODRIGUES; ARANTES, 2004, p. 33-55) e diversos textos de divulgação científica, listados a seguir:

1- “Bahia inicia uso de inseto transgênico contra dengue”, de Luiz Gustavo Cristino, Folha de São Paulo, 24/02/2011, <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/880408-bahia-inicia-uso-de-inseto-transgenico-contra-dengue.shtml>

2- “Transgênicos mata uma praga e traz outra”, de Rafael Garcia, Folha de São Paulo, 14/05/2010, <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u735069.shtml>

3- “Vacas produzem leite com insulina humana”, da France Presse, Globo Notícias, 14/04/2007, <http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL23335-5603,00-VACAS+PRODUZEM+LEITE+COM+INSULINA+HUMANA.html>

4- “Cientistas egípcios desenvolvem tomate transgênico”, Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 21/11/2011, <http://cib.org.br/em-dia-com-a-ciencia/noticias/cientistas-egipcios-desenvolvem-tomate-gm/>

5- “Técnica pode produzir custos de produção da insulina”, de Manuel Alves Filho, Jornal da Unicamp, 22-28/11/2004, http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju274pag09.pdf

6- “Salmão pode ser primeiro animal transgênico aprovado para consumo humano”, da France Presse, 20/09/2010, <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/801591-salmaa-pode-ser-primeiro-animal-transgenico-aprovado-para-consumo-humano.shtml>

7- “China produz proteína humana em arroz para uso farmacêutico”, de Sabine Righetti, 01/11/2011, <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/999912-china-produz-proteina-humana-em-arroz-para-uso-farmaceutico.shtml>

Para essa atividade, os alunos formaram grupos para leitura, que receberam aleatoriamente alguns dos textos citados acima, e após leitura, fizeram discussão entre eles. Este trabalho serviu de subsídio para a realização de um júri simulado em que a metade dos alunos acusava os transgênicos argumentando com os riscos alegados a eles e a outra metade defendia argumentando suas vantagens. Neste momento, destacaram-se as vantagens alegadas como, maior produtividade, melhoria da qualidade dos alimentos, menor custo, e em contrapartida, as

desvantagens, como, os riscos de toxicidade, aumento de alergias, surgimento de “superpragas”, e monopólio econômico pelas grandes multinacionais.

Após uma semana destas atividades o questionário (Apêndice) foi reaplicado e analisado de acordo com o que foi descrito no item anterior.

Resultados e Discussão

1. Conceituação sobre a construção de um organismo transgênico e sua diferença com um organismo melhorado geneticamente

Os resultados obtidos com o levantamento prévio demonstraram que os alunos tiveram dificuldades de diferenciar o conceito de melhoramento genético e transgênico, assim como sua fabricação, quando perguntado na questão 1a e b. Dos 66% dos alunos que acertou ao identificar a figura como o processo de melhoria genética ou transgênico (questão 1a), somente 33% dos alunos soube justificar a escolha (questão 1b) (Fig. 1). Dentre as justificativas é possível verificar a não compreensão entre os processos de melhoramento genético e transgenia, como demonstra a resposta de um aluno: “Por que no melhoramento genético apenas a característica desejada é transferida, ou seja, a manipulação gerando uma planta melhorada geneticamente”.

De acordo com Marino (2006), nos métodos clássicos de melhoramento genético, durante o processo de manipulação genética por cruzamentos controlados, outros genes são transferidos além daqueles desejados. Já nos transgênicos, é transferido apenas o gene de característica desejada através da manipulação seletiva.

A dificuldade em entender o processo no qual o transgênico é construído fica evidente com as respostas da questão 2, onde somente 17% dos alunos conseguiram se expressar de forma correta sobre como um transgênico é produzido a partir da figura que lhes foi fornecida (Questões no Apêndice). O uso do conhecimento científico sobre como é construído um transgênico pode ser observado nesta resposta: “A figura mostra que foi retirado o DNA de uma bactéria, sendo esse isolado e retirado dele apenas o gene de interesse que é transformado em transgenia e é adicionado no tecido de uma planta, o que torna uma planta transgênica (geneticamente modificada) e a transforma em uma nova espécie”.

Segundo Bernal (1999) os passos para a construção de uma planta transgênica são o isolamento e clonagem de um gene útil; transferência desse gene para dentro da célula vegetal; integração desse gene ao genoma da planta; regeneração de plantas a partir da célula transformada; expressão do gene introduzido nas plantas regeneradas; transmissão do gene introduzido de geração em geração. A complexidade e o conjunto de conceitos que envolvem o processo da produção de uma planta transgênica, provavelmente foram fatores para o completo desconhecimento sobre a fabricação de uma planta transgênica, que pode ser observado para a grande maioria.

Em algumas respostas foi possível observar que o aluno se apropriou de alguma parte da figura, sem saber sobre transgênicos: “A figura representa a fotossíntese”, “Reprodução das bactérias na planta”, “A evolução, desde a bactéria até a reprodução, da planta transgênica”, “Ciclo reprodutor da bactéria”. Além da ideia de um ciclo representando reprodução, alguns alunos destacaram o processo da mutação: “A mutação das plantas”, “A mutação da bactéria gerando a planta”. A concepção de que o transgênico é gerado por mutações também foi verificada em alunos do Ensino Médio em trabalho de Pedrancini e colaboradores (2008). Por definição, o termo transgênico refere-se a qualquer organismo, microrganismo, animal ou planta que teve seu genoma alterado pela introdução de gene(s) de um outro organismo, em geral de uma outra espécie. Esta introdução ocorre por transformação e a menos que o gene se insira dentro do genoma interrompendo outro gene e interrompendo sua função, o processo de transgenia não está relacionado com mutação (KREUZER; MASSEY, 2002; ARAGÃO, 2003; FIGUEIREDO; MATTOS, 2009).

Estes conceitos de construção de transgênicos e diferenças entre transgênicos e organismos melhorados geneticamente foram abordados nas atividades em sala de aula. Após a realização destas atividades, houve a reaplicação dos questionários a fim de verificar se houve assimilação dos conhecimentos trabalhados. Gasparin (2007, p. 137) ressalta que esse é o momento em que o aluno manifesta para si mesmo o quanto aprendeu. É sua nova formulação a respeito do tema. Consiste na comparação entre o que ele sabia no início do processo e os novos elementos que foi adquirindo pelo estudo e análise do

conteúdo. Da junção dessas duas percepções é que emerge a nova visão da realidade, o novo conceito.

Como resultado, percebeu-se um aumento, apesar de pouco significativo, com relação à indicação da figura correspondente à construção de transgênico ou planta melhorada geneticamente, por cruzamento (Fig. 1). Nesta questão (1a), os alunos já souberam indicar antes de terem presenciado as atividades em sala de aula, e após as atividades ficou evidente que eles sabiam qual era a figura indicativa de transgenia (indicação somente dela. Resposta considerada parcialmente correta). Ao justificar suas respostas, os alunos também conseguiram se apropriar melhor de termos científicos para explicação, como observada nesta resposta “Na figura 1 muitas características foram transmitidas indicando um cruzamento. Já na figura dois só a característica desejada foi transmitidas para a outra espécie”.

Com relação à questão 2, também foi observada uma melhor apropriação do conhecimento científico, mas as respostas não estavam completas (Fig. 1).

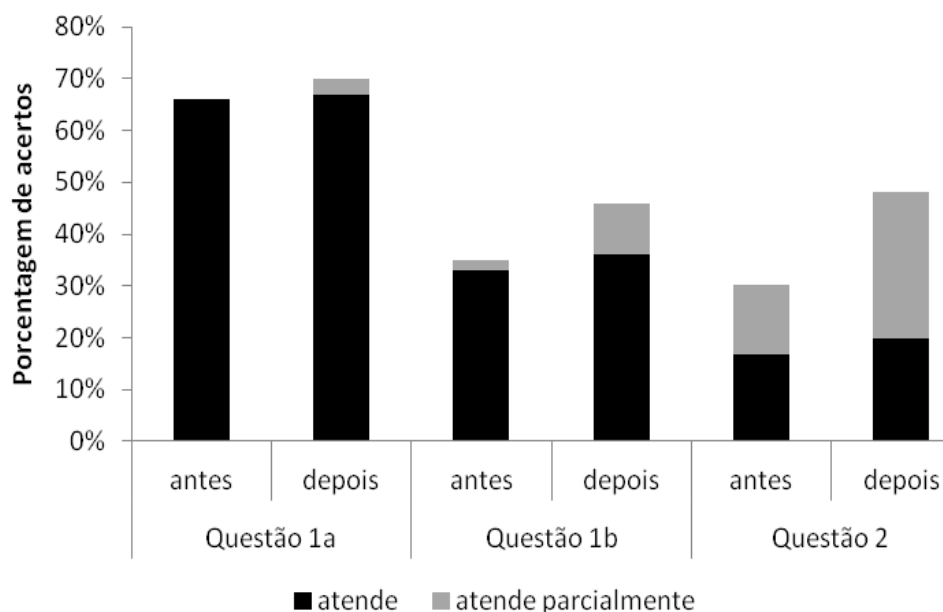


Figura 1- Porcentagem de acertos de questões referentes à construção de transgênicos (questões 1a, 1b e 2 – questões no Apêndice) , respondidos por alunos de Ensino Médio, de uma escola pública de Diamantina-MG, antes e depois das atividades desenvolvidas em sala de aula (aula expositiva, leitura de textos e júri simulado).

2. Opinião sobre transgênicos e a influência do conhecimento científico na tomada de decisões

2.1. Transgênicos na alimentação

Para conhecimento da postura dos alunos diante da presença de alimentos transgênicos na merenda escolar (questão 3-Apêndice) foi feita uma análise das respostas pelo DSC, antes e depois das atividades pedagógicas. Como resultado, a grande maioria dos alunos respondeu que consumiria alimentos transgênicos (77% e 79%, no pré- e pós-teste, respectivamente). No entanto, os alunos tiveram dificuldade em justificar a resposta, que ficou evidente no momento de levantamentos prévios. Neste momento, foi possível observar que os alunos apresentaram erros conceituais, muito provavelmente pelo desconhecimento como o transgênico é produzido, evidenciado nas questões anteriores. Além disso, possuem concepção equivocada do trabalho científico e da natureza da ciência. Estas mesmas dificuldades também foram percebidas em alunos do Ensino Médio por Souza e Farias (2011). De maneira geral, após as atividades em sala de aula, os alunos tiveram um pouco mais de facilidade em se expressar, mas continuaram ainda com dificuldades. Foi possível perceber que eles se apropriaram de conhecimento sobre os possíveis riscos dos transgênicos e da possibilidade de checagem do rótulo para terem maior conhecimento sobre os produtos transgênicos. Na tabela 1 estão expostas as ideias centrais, assim como as expressões-chave e ancoragens, que foram observadas.

Tabela 1- Expressões-chave, ideias centrais e ancoragens reconhecidas no discurso do sujeito coletivo sobre o consumo de alimentos entre alunos de Ensino Médio de uma escola pública de Diamantina-MG, e ocorrência das ideias antes e depois das atividades desenvolvidas em sala de aula (pré e pós-teste).

Expressões-chaves	Ideias centrais	Ancoragens	Pré-teste	Pós-teste
“[...] se ela passou por um processo de melhoramento, ela concerteza [sic] será boa na minha alimentação.”	A- Transgenia serve para melhoria da planta ou dos alimentos	1- Alimentos transgênicos são mais saudáveis	x	x
“Sim, porque seriam alimentos ainda mais nutritivos”. “[...] são mais ricos em vitaminas.”	B- Plantas ou alimentos transgênicos são mais nutritivos/saudáveis/energéticos/com mais vitaminas		x	x
“[...] houve um melhoramento e	C - Diminuem agrotóxicos			x

provavelmente o agrotóxico deve ter diminuído [sic].”				
“[...] os transgênicos são alimentos modificados em laboratório. Logo, não apresentam, danos colaterais ao nosso organismo.”	D- Transgênicos são testados em laboratório ou passados por avaliação, portanto não fazem mal	2- Os alimentos transgênicos são seguros devido à natureza inquestionável da ciência	x	x
“[...] os transgênicos são testados antes de virem para nossa merenda.” “[...] os transgênicos só melhoram os alimentos e são rigorosamente testados em laboratório.”	E- Transgênicos melhoram alimentos e são rigorosamente testados em laboratório			x
“[...] não há comprovação científica quanto aos malefícios dos transgênicos.”	F- Não há pesquisa/comprovação que transgênicos causem mal a saúde		x	x
“[...] este alimento pode me trazer problemas.”	G- Não sabe o que pode acontecer/Poderia fazer mal/Não sabe de fato o que tem nela	3- Não há pesquisa suficiente para assegurar segurança do transgênico		
“[...] os transgênicos estão a cada dia no nosso cotidiano, não ha [sic] como fugir.”	H- Transgênicos já estão presentes no cotidiano	4- Transgênicos já são comercializados e consumidos, não deixando escolha ao consumidor.	x	x
“[...] a comida transgênica não é tão gostosa como a natural.”	I- Altera sabor/Desde que não altere o sabor/Devem ter mesmo sabor	5- Produtos transgênicos são produtos artificiais	x	x
“[...] eu teria que ver o rótulo com as informações do alimento, porque eu poderia ser alérgica há algum gene que está presente no alimento.”	J- Inspeção de rótulo antes	6- O aluno decide o consumo após saber mais sobre o alimento		x
“[...] se eu não fosse alérgica [sic] a esse tipo de alimento eu continuaria a comer esses alimentos.”	K- Transgênico pode estar associado a alergias			x

2.1.1. Discurso sobre a qualidade dos transgênicos para o consumo

Grande parte dos discursos individuais (32%) revela a ideia de que eles consumiriam transgênicos devido a sua qualidade nutricional como evidenciado por esta resposta: “Sim, porque a planta é geneticamente modificada para serem mais nutritiva e mais resistente as pragas. E ela obtendo maior valor nutritivo é melhor para os

consumidores. Então não haveria problema algum em ser consumida”. Este trecho mostra que os alunos pensam que os alimentos transgênicos têm mais nutrientes que os alimentos naturais, mas segundo Souza (2001), sabe-se que a característica incorporada vai depender da expressão do gene inserido e de suas interações com os demais genes.

Existem equívocos conceituais sobre os transgênicos, claramente observados quando o aluno considera os transgênicos como organismos melhorados geneticamente: “Eu comeria a merenda, pois os produtos são transgênicos são somente produtos melhorado geneticamente, resistentes a pragas, mais produtivas, não há grandes diferenças”. O não entendimento entre transgênicos e organismos advindos de melhoramento genético ficou evidente nas respostas da questão 1, e refletiu também nesta questão. De acordo com Souza e Farias (2011), o aluno emprega os termos como sinônimos, mas, o melhoramento genético é realizado a partir de cruzamentos procedendo com a seleção das características mais desejáveis e transferência destas para organismos sexualmente compatíveis, em alguns casos ocasionando a produção de híbridos. Este equívoco conceitual é comum entre os alunos de Ensino Médio (PEDRANCINI et al., 2008; SOUZA; FARIAS, 2011). Outra confusão conceitual está também na construção dos transgênicos, onde o aluno considera que ocorre mutação: “Sim, porque a transgenia é o aceleração das mutações evoluindo os seres”. Esta confusão também ficou bem clara nas respostas da questão 2.

Somando-se a isso existe a ideia de que os transgênicos são produtos artificiais, por isso a rejeição em consumi-los: “Não, pois a comida transgênica não tão gostosa como a natural. É como comparar a galinha caipira com a galinha de granja.” Esta dificuldade conceitual entre os alunos de Ensino Médio também foi evidenciada por Carvalho e colaboradores (2012). Segundo estes autores, as respostas sobre uso de transgênicos são baseadas em concepções do senso comum, e especialmente, os produtos da Biotecnologia são tidos como artificiais. Após as atividades em sala de aula, houve uma diminuição de conceitos equivocados, mas eles ainda apareceram. Percebeu-se ainda a apropriação do que foi visto em aula, uma vez que o aluno soube relacionar a diminuição de agrotóxicos em plantas transgênicas, o que seria benéfico para a alimentação: “Sim, pois se houve a transgenia no mais certo, deve ter sido para melhorar em alguma coisa, e

também diminuir o agrotóxico.” Há que se ressaltar a confusão entre a transgenia e o uso de agrotóxicos: “Eu comeria sim pois eu acho que o agrotóxico colocado não prejudica não porque eu vou ter consumido uma pouca quantidade.” Neste caso, o aluno considera que transgênico é produzido a partir de produtos tóxicos, indicando que o desconhecimento sobre fabricação de um transgênico permaneceu após as atividades em sala de aula.

2.1.2. Discurso sobre as pesquisas científicas: natureza inquestionável da ciência ou necessidade de mais pesquisas

Neste tópico dois discursos antagônicos serão apresentados. O primeiro é sobre a natureza inquestionável da ciência. Neste discurso, o aluno considera que todos os resultados obtidos através da experimentação científica são inquestionáveis. Neste sentido, o consumo de transgênicos seria para ele seguro: “Sim, porque os transgênicos só melhoram os alimentos e são rigorosamente testados em laboratório.” Um dos maiores problemas no Ensino, principalmente de Genética, está no fato da ideia de Ciência como verdade inquestionável. Esta concepção dificulta o entendimento da natureza da atividade científica e impõe uma racionalidade técnica que faz com que, muitas vezes, os professores sintam-se responsáveis pela detenção das verdades definitivas que deverão transmitir aos estudantes (SCHEID; FERRARI, 2008). Assim, a Ciência se mostra pronta, no qual o aluno torna-se passivo, uma vez que a ela não cabe intervenções ou questionamentos. Desta forma, o aluno tem dificuldades em argumentar e se posicionar quanto ao consumo de transgênicos.

Por outro lado, alguns alunos revelaram inseguranças quanto ao consumo como observado no trecho a seguir: “Não, pois ele poderia trazer problemas de saúde” (no pré-teste) ou “Não porque não se sabe de fato o que tem nela.” (no pós-teste).

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) estabelece normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de organismos geneticamente

modificados e derivados. A CTNBio estabelece ainda diretrizes para a condução de avaliação de segurança alimentar de alimentos transgênicos. Neste caso, devem ser avaliadas as substâncias expressas, análise composicional dos componentes-chaves, avaliação de metabólitos, processamento de alimentos e modificação nutricional. Deste modo, é possível que os alimentos transgênicos são analisados antes da liberação para consumo, a fim de se garantir a segurança alimentar do alimento.

2.1.3. Discurso sobre a participação do cidadão na escolha e decisão do consumo de transgênicos

No trecho a seguir, o aluno demonstra que a decisão de consumir ou não os produtos transgênicos não seria dele, como exemplos: “Sim, pois, apesar de correr o risco de comer algo com substâncias indesejadas pelo organismo humano, não acredito que o governo disponibilizaria comida que fosse fazer mal aos alunos [...]” (no pré-teste) ou “Sim, Pois, acredito que a escola não ofereceria nenhum alimento transgênico que representasse algum perigo para seus alunos, como toxinas etc.” (no pós-teste). Percebe-se que o aluno apresenta uma visão de que os órgãos de fiscalização, o governo, ou a própria escola, teriam a incumbência de tomar a decisão por todos os cidadãos. Segundo Souza e Farias (2011, p.25) “parece que a ideia de participar da decisão sobre o consumo de alimentos transgênicos não é cogitada pelo aluno, o que o torna preso a juízos de valor emitidos por outras pessoas”. Esta ideia permaneceu mesmo após a execução das atividades em sala de aula.

Reafirmando esta questão de não responsabilidade dos alunos quanto ao uso dos transgênicos, observa-se a impossibilidade de escolha no consumo dos transgênicos: “Sim, porque não tem outro jeito a maioria dos alimentos comercializados há transgênico.” ou “Sim. Pois independente se for da escola ou não hoje em dia são praticamente todos os transgênicos [...]”. Desta forma, o aluno se mostra sem possibilidade de escolhas, e isso se dá pelo desconhecimento de quais são os produtos transgênicos liberados para o consumo e como eles são identificados.

É importante ressaltar que houve uma apropriação do que foi discutido em sala de aula sobre a possibilidade de substâncias alergênicas nos transgênicos,

dividindo as opiniões dos alunos quanto ao consumo dos mesmos: “Não. Pois os transgênicos há muitos prejuízos causados, como alergia.” e “Sim, pois até então não descobri ser alérgica a nenhum tipo de alimento.” Observa-se assim, que após a aula, alguns argumentos foram incorporados ao discurso, e alguns alunos ficariam alerta quando à possibilidade de efeitos colaterais dos transgênicos: “[...] primeiramente iria ver se ocorre alguma reação no meu organismo, como alergia, se não houver nada continuaria consumindo.”

Vale ressaltar que parte dos alunos não souberam opinar, mesmo após a participação das atividades em sala de aula, logo esses resultados corroboram com o autor Leite (2000, p. 46) que discorre:

[...] é mínima a condição de o público brasileiro participar, de maneira informada e democrática, de um debate como o dos alimentos transgênicos, ou das implicações da pesquisa genômica. Seria uma falácia, no entanto, concluir que essa constatação diminui, por menos que seja seu direito de tomar parte nessa discussão. Seria antes o caso de dizer que esse estado de coisas cria uma obrigação para todos os atores do processo, a começar pelos jornalistas: fornecer informação compreensível, qualificada e contextualizada sobre as biotecnologias, da engenharia genética à transgenia [...].

2.2. Transgênicos no controle da dengue e impacto ambiental

Nas questões 4a e b, os alunos foram questionados sobre o uso de mosquitos *Aedes aegypti* transgênicos. Quanto ao posicionamento diante do uso destes mosquitos no controle da dengue, a maioria (73% e 75%, no pré e pós-teste, respectivamente) foi favorável ao seu uso: “O uso de transgênico nesse caso seria excelente, pois seria outra forma de combater o *Aedes aegypti* [sic], já que as formas atuais não tem tido muito sucesso”. Mas, alguns alunos não souberam interpretar a maneira como o transgênico é feito e desta forma não souberam opinar como é observado no trecho a seguir “Em minha opinião, acho isso muito confuso, pois se não queremos esse mosquito, pra que criarmos mais dele”.

Grande contradição foi observada quando os alunos foram questionados sobre a possibilidade de riscos à natureza com a liberação destes mosquitos no meio ambiente, uma vez que grande parte respondeu que estes mosquitos causam riscos (42% e 41%, no pré e pós-teste, respectivamente). Estas opiniões foram analisadas segundo metodologia DSC, e na tabela 2 estão os resultados.

Tabela 2- Expressões-chave, ideias centrais e ancoragens reconhecidas no discurso do sujeito coletivo sobre o impacto do mosquito *Aedes aegypti* transgênico no meio

ambiente entre alunos de Ensino Médio de uma escola pública de Diamantina-MG, e ocorrência das ideias antes e depois das atividades desenvolvidas em sala de aula (pré e pós-teste).

Expressões-chaves	Ideias centrais	Ancoragens	Pré-teste	Pós-teste
“[...] pois pode causar desequilíbrio ambiental.” “[...] pois poderá afetar a cadeia alimentar.”	Altera cadeia alimentar/equilíbrio ecológico/Tudo hoje em dia prejudica natureza/Pode causar extinção da espécie	1- Participação do <i>Aedes</i> na cadeia alimentar, com transgênico causando desequilíbrio ecológico.	x	x
“Acredito que não, pois, até onde eu sei, essa espécie não traz nenhum benefício à natureza.” “Acho que não haverá risco para a natureza desde que este mosquito não tenha predador natural.”	Espécie não tem predador/Não tem benefício a natureza/Só se alimentam de sangue e não alteram cadeia alimentar		x	x
“Não, porque isso é para ajudar a sociedade.” “Pode ser que haja prejuízos [sic], mas os benefícios à saúde da população são maiores.”	Saúde humana é mais importante/Benefício a saúde humana	2- A saúde humana é mais importante que o impacto ambiental.	x	x
“[...] mesmo sendo modificado ele ainda pode afetar a sociedade.”	Pode afetar saúde humana		x	x
“[...] Pois os transgênicos são apenas os machos, e os machos não picam pessoas.”	Transgênicos são machos e estes não picam	3- Biologia do inseto e entendimento do procedimento do transgênico.	x	
“[...] pois os insetos iriam morrer antes de causar algum dano.”	Insetos morrem antes de causar danos		x	x
“Claro, imagine se por causa disso, as muriçocas [sic] e os pernilongos viram mutantes.”	Outras espécies podem virar mutantes/Causa mutação	4- Transgênico causa mutação.	x	x
“[...] poderiam modificar outras espécies.”	Pode ser perigoso/Pode surgir um mais perigoso	5- Incertezas sobre as pesquisas.	x	
“Se a experiência [sic] não desse certo talvez sim.”	Há riscos se o experimento não der certo			x
“Acho que sim pois como saberemos mesmo se esses mosquitos estão morrendo.”	Não há certeza que os mosquitos estão morrendo		x	
“Não por que [sic] esses insetos foram estudados e caso acontecesse algum dano a natureza ele não seria solto.”	Cientistas são cuidadosos/ Cientistas devem ter conhecimento/Não há relato de risco causado	6- A liberação de transgênicos é segura devido ao cuidado dos cientistas.	x	x

2.2.1. Discurso sobre a biologia do mosquito e sua importância na cadeia alimentar

Os alunos pouco souberam relacionar o conhecimento da biologia do mosquito com sua importância na cadeia alimentar. A maioria dos alunos disse que o mosquito causaria desequilíbrio ecológico, uma vez que este seria extinto, e seus predadores não teriam alimento. No texto usado para construção da questão 4 (somente trecho foi utilizado – ver Metodologia) e para discussão em sala de aula (uso de texto completo), a pesquisadora responsável pelo *Aedes* transgênico, Dra. Margareth Capurro, explicita alguns possíveis riscos, e sobre o desequilíbrio ambiental ela descarta a possibilidade de ocorrência pelos seguintes motivos: 1- os mosquitos machos não se alimentam de sangue, 2- o mosquito *Aedes aegypti* não é nativo do Brasil e não possui predadores naturais, e 3- os mosquitos transgênicos vivem por sete dias e não deixam descendentes. Desta maneira, com o momento de leitura dos textos em sala de aula, os alunos poderiam usar este conhecimento para responder esta questão, no entanto, a ideia de um desequilíbrio ambiental permaneceu após as atividades pedagógicas.

Por outro lado, alguns alunos demonstraram compreender sobre a biologia do *Aedes*, onde as fêmeas são as responsáveis pela transmissão da doença, uma vez que elas picam em busca do sangue como alimento. Desta forma, eles usaram este conhecimento para justificar porque os transgênicos não causariam danos à natureza, como observado no DSC: “[...] Pois os transgênicos são apenas os machos, e os machos não picam pessoas.”

O fato dos mosquitos não trazer benefício à natureza pode também ser observado: “Acredito que não, pois, até onde eu sei, essa espécie não traz nenhum benefício à natureza.” ou “Não. Esse gene só pode afetar descendentes daqueles que a receberam, ocasionando a diminuição dos indivíduos destes, não afetará os outros de outras espécies. Além do mais o *Aedes aegypti* [sic] não possui função na natureza, como as abelhas... que polinizam, portanto seu desaparecimento não causará danos à natureza.”

A compreensão do texto e o uso do conhecimento puderam ser observados quando o discurso dos alunos foi que os filhotes morreriam: “Não. Porque seus filhotes não sobrevivem.” Neste caso, parece que houve apropriação do conhecimento sobre como o experimento foi feito, claramente evidenciado após a

leitura dos artigos, quando os alunos citaram que a proteína produzida pelo transgênico mataria os filhotes: “Acho que não, pois, as proteínas matam as larvas dos mosquitos.”

Um outro ponto levantado seria a possível mutação que o mosquito provoca em outros insetos. Novamente, como observado nas opiniões sobre o alimento transgênico, o conceito de mutação está atrelado aos transgênicos. No entanto, o transgênico não é gerado por mutação, como comentado anteriormente, e não pode provocar mutação em outros organismos, nem mesmo fluxo gênico em espécies de insetos diferentes. Por outro lado, alguma mutação pode ocorrer no próprio organismo transgênico após ser liberado, e apesar de remoto para alguns pesquisadores, as incertezas científicas existem (RODRIGUES; ARANTES, 2004), e foi observado neste discurso: “Sim, pois pode ocorrer uma mutação e piorar a situação.”

2.2.2. Discurso sobre a natureza da ciência

Assim como observado nas respostas quanto ao uso de transgênicos na alimentação, a ideia de que a Ciência é inquestionável também é observada quando foi questionado sobre a liberação de mosquitos transgênicos na natureza: “Não, pois os cientistas são muito cuidadosos.” ou “Não por que [sic] esses insetos foram estudados e caso acontecesse algum dano a natureza ele não seria solto.”

No entanto, as incertezas e questionamentos sobre a segurança de liberação dos mosquitos transgênicos ao meio foram também mencionados, principalmente após as atividades desenvolvidas em sala de aula, como se pode observar com o trecho: “Acho que sim, pois como saberemos que estes mosquitos estão morrendo.”

2.2.3. Discurso da importância da saúde humana em detrimento do equilíbrio ecológico

Apesar da questão 4b indagar sobre possíveis impactos do mosquito transgênicos à natureza, os alunos acreditam que possa ocorrer impacto ambiental, mas a discussão desta hipótese não é cogitada, uma vez que a saúde humana é mais importante. Isto fica evidente nestes discursos: “A saúde humana é mais importante que o impacto ambiental.” e “Toda mudança no ambiente, por menor que seja, é significativa. Pode ser que haja prejuízos [sic], mas os benefícios à saúde da

população serão maiores.” Percebe-se assim que os alunos não fizeram uma reflexão sobre as consequências ambientais.

Devido à importância das implicações ambientais, estas foram incorporadas aos conteúdos de CTS (ANGOTTI; AUTH, 2001), resultando em Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Ocorre que discussões sobre CTS podem tomar um rumo que não, necessariamente, questões ambientais sejam consideradas ou priorizadas e, nesse sentido, o movimento CTSA vem resgatar o papel da educação ambiental do movimento inicial de CTS.

Desta forma, adicionar discussões ambientais aos conteúdos CTS são de extrema relevância na tomada de decisões sobre temas de importância social, uma vez que foi observado que o aluno não o considera como parte da natureza, e não reflete sobre as implicações de um desequilíbrio ambiental para o homem.

Considerações finais

Com este trabalho, analisando as concepções e os argumentos utilizados pelos alunos, principalmente, anteriormente à execução das atividades didáticas em sala, pode-se observar que os alunos possuem muitas vezes uma concepção intuitiva do que seriam os transgênicos e com isso não possuem embasamento científico para se posicionar diante do uso destes organismos como alimentos ou da sua liberação no meio ambiente. Após as atividades sobre conceituação e debates sobre a produção, o uso dos transgênicos, a liberação, e os possíveis riscos, alguns alunos melhoraram suas respostas quanto aos conceitos sobre os transgênicos e suas justificativas quanto ao uso dos mesmos. Mas, há que se ressaltar que alguns alunos ainda permaneceram com justificativas que não foram embasadas em conhecimento científico.

O tema sobre transgênicos e a abordagem de discussões em sala com a execução de um júri simulado despertou bastante interesse nos alunos, mas o curto tempo de execução não foi suficiente para a construção e consolidação de novos conceitos em alguns alunos. Assim, um trabalho duradouro utilizando-se da história da Ciência, pode possibilitar aos alunos a construção do pensamento científico mostrando os motivos que direcionam as pesquisas e descobertas científicas e biotecnológicas, e ainda da natureza dinâmica da Ciência. Segundo Bastos (1992) o aluno que teve acesso aos questionamentos e às evidências que tem direcionado o

raciocínio dos cientistas reúne melhores condições de construir conhecimentos cientificamente aceitáveis.

Muitas vezes, os professores têm uma compreensão adequada sobre os transgênicos, mas não lançam questões problematizadoras aos alunos para estes terem uma visão crítica e consciente sobre o tema (BEDIN; DELIZOICOV, 2012). Assim, além de caber à escola promover uma educação que possibilite a apropriação dos conhecimentos, cabe também aos professores inserir temas contemporâneos, discutindo e interpretando as informações veiculadas na mídia sobre biotecnologias, como os transgênicos. Libâneo (2004) pondera que o âmbito escolar continua sendo o ambiente de mediação cultural e é de competência dos docentes desenvolver habilidades nos alunos para aquisição dos conceitos científicos para a formação de cidadãos capazes de refletir conscientemente perante problemas enfrentados no cotidiano e de tomar decisões racionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à docente Dra. Maria Cristina Ribeiro Cohen da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pelas sugestões realizadas à primeira versão deste trabalho.

Abstract: Currently polemic topics related to biotechnology such as transgenics have been discussed at school, but students usually have an idea that it is not beyond the common sense. Due to the importance of these issues to prepare the citizen, this study aimed to investigate the knowledge and the opinions of High School students from a state school in Diamantina-MG on transgenics. Moreover, it was aimed to investigate the conceptual change and decision-making after the development of pedagogical practices about the transgenic topic. From the survey results of previous conceptions, it was observed that the students had difficulties to conceptualize and justify their answers about transgenics. Practical activities aroused the interest of the students and provided a better understanding of transgenics, reaffirming the value of differentiated activities about biotechnology in the classroom.

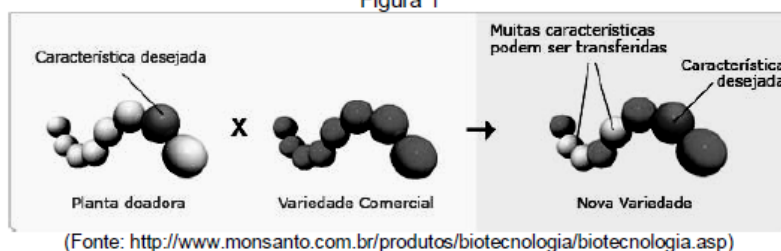
Key-words: Intuitive conceptions. Discourse of the collective subject. Biotechnology. Science, technology and society (STS).

Apêndice – Questionário aplicado aos alunos do 3º ano do Ensino Médio de Diamantina-MG.

1- Desde os tempos antigos o homem já utilizava estratégias para manipulação das plantas para escolha das melhores características. Esta manipulação teve grande sucesso depois das redescobertas das leis de Mendel, onde se pode através do melhoramento genético produzir plantas mais produtivas, resistentes a pragas, doenças e com grande valor nutritivo. Neste caso, são feitos diversos cruzamentos entre as plantas que tenham a característica desejada. Mais recentemente, com a biotecnologia moderna o homem pôde criar os chamados organismos geneticamente modificados (OGM) ou transgênicos, onde através de manipulação insere-se um gene de característica desejada em uma planta.

Abaixo você encontra duas figuras: uma representativa da manipulação gerando uma planta melhorada geneticamente, e outra de manipulação que gera uma planta transgênica.

Figura 1



(Fonte: <http://www.monsanto.com.br/produtos/biotecnologia/biotecnologia.asp>)

Figura 2



(Fonte: <http://www.monsanto.com.br/produtos/biotecnologia/biotecnologia.asp>)

Com base nestas figuras responda:

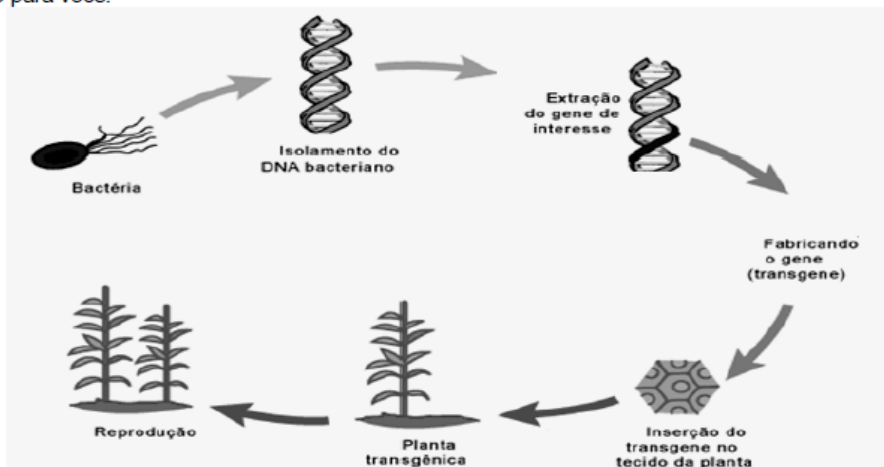
a) Indique qual a figura que representa a nova variedade gerada por melhoramento e qual foi gerada por transgenia.

Figura 1- _____

Figura 2- _____

b) Como você chegou a esta conclusão?

2- De acordo com seus conhecimentos sobre os transgênicos explique o que representa a figura abaixo para você:



(Fonte: Modificada de figura encontrada em <http://biotecnologiaegenetica.blogspot.com.br/2011/09/plantas-transgenicas.html>)

3- Se um dia você descobrisse que os alimentos fornecidos para a preparação da merenda na sua escola (feijão, arroz, trigo e soja) são de origem transgênica, você consumiria a merenda? Explique sua resposta. (Fonte: Sousa A.F. e Farias G.B. *Experiências em Ensino de Ciências – V6(1)*, pp. 21-32, 2011)

4- Em uma notícia de jornal encontramos:

FOLHA.com

24/02/2011 - 11h10

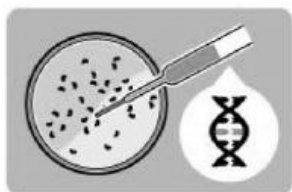
Bahia inicia uso de inseto transgênico contra dengue

LUIZ GUSTAVO CRISTINO
COLABORAÇÃO PARA A FOLHA

Em busca de um novo método para a erradicação do mosquito *Aedes aegypti*, pesquisadores estão soltando uma versão transgênica do inseto em bairros de Juazeiro (BA). O bicho geneticamente modificado gera filhotes que não chegam à fase adulta --a Malásia colocou a mesma prática recentemente.

ARMA GENÉTICA

Entenda pesquisas feitas com o *Aedes aegypti* modificado



1 Pesquisadores introduzem no mosquito um gene com a receita para a produção de uma proteína que mata seus descendentes ainda na fase de larva



2 Os embriões são cultivados em laboratório, e os insetos transgênicos são identificados por um marcador fluorescente



3 Os machos são isolados para serem soltos na natureza e procriarem com as fêmeas que habitam a região. Os filhotes que resultam do cruzamento não sobrevivem



80% de diminuição

da população dos mosquitos foi o número alcançado nas ilhas Cayman (Caribe) e na Malásia



>> França, Índia, Tailândia, Cingapura, Estados Unidos e Vietnã já aprovaram a importação dos animais

Com base no texto lido, responda às duas questões seguintes:

- Qual a sua opinião sobre o uso de transgênicos neste caso?
- Você acha que pode haver risco para a natureza ao soltar estes mosquitos?

Referências

AMORIM, A.C.R. **O ensino de Biologia e as relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: O que dizem os professores e o Currículo do ensino médio?** 1995. 145 f. Dissertação de mestrado - Faculdade de Educação, Universidade de Campinas. Campinas, 1995.

ANGOTTI, J.A.P.; AUTH, M.A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência em Educação**. Bauru: UNESP, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

ARAGÃO, F.J.L. **Organismos transgênicos: explicando e discutindo a tecnologia**. Barueri: Manole, 2003.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.). **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 1998. 9-25 p.

BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. **Em Aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 63-69, 1992.

BEDIN, C.; DELIZOICOV, N.C. Uma perspectiva problematizadora para o ensino de alimentos transgênicos. In: ANPED SUL, 9, 2012, Caxias do Sul. **Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**. Caxias do Sul: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – Região Sul, 2012. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/listao.html>. Acesso em: 9 mar. 2013.

BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Plantas Transgênicas. Disponível em: <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%20transgenicos.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2013.

BIZZO, N.; KAWASAKI, C.S. Este artigo não contém colesterol: pelo fim das imposturas intelectuais no ensino de Ciências. **Projeto: Revista de Educação**, Porto Alegre, v.1, n. 1, p. 25-34, 1999.

BOSSOLAN, N.R.S. O tema biotecnologia no manual do professor: leituras e atividades adicionais para a formação docente. In: PAVÃO, A.C. & FREITAS, D. (Org.), **Quanta ciência há no ensino de ciências**, São Carlos: EdUFSCar, 2008. 301-307 p.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília: MEC, v. 2, 2006.

CANOSSA, R.S.; SOUZA, A.O.; TIGUMAN, M.L.; ROCHA, C.L.; PAMPHILE, J.A. Avaliação do conhecimento de uma amostra dos alunos de Palotina-PR a respeito dos organismos transgênicos, **Arquivos do Mudi**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 10-6, 2006.

CARVALHO, J.S.; GONÇALVES, N.M.N.; PERON, A.P. Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de Picos, estado do Piauí. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 288-292, 2012.

DURBANO, J.P.M.; PADILHA, I.Q.M.; RÊGO, T.G.; RODRIGUES, P.A.L. & ARAÚJO, D.A.M. Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa-PB sobre temas emergentes em biotecnologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 54, 2008, Salvador. **54º Congresso Brasileiro de Genética. Salvador: SBG, 2008, p. 4.** Disponível em: <http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/resumos_index.asp#>. Acesso em: 11 mar. 2013.

FIGUEIREDO, R.C.; MATTOS, L.C. Organismos geneticamente modificados: uma revisão. **AC&T CIENTÍFICA**, São José do Rio Preto, v. 3 n. 1, p. 1-25, 2009.

Disponível em: <<http://www.ciencianews.com.br/revistavirtual/artbiomol.html>>.

Acesso em: 11 mar. 2013.

GASPARIN, J.L. **Uma didática para a pedagogia histórica-crítica**. 4. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

KRASILCHIK, M. & MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

KREUZER, H.; MASSEY, A. **Engenharia genética e Biotecnologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A.M.C. O sujeito coletivo que fala. **Interface (Botucatu)**, Botucatu, v. 10, n. 20, 2006.

LEITE, M. Biotecnologias, clones e quimeras sob controle social: missão urgente para a divulgação científica. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 40-46, 2000.

LIBÂNEO, J.C.A. didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 5-24, 2004.

MARINO, C.L. Melhoramento Genético de Plantas e os Transgênicos. **Genética na Escola**, v.1, n. 2, p. 75-77, 2006. Disponível em: <http://geneticanaescola.com.br/vol-i2-artigo-10/>. Acesso em: 11 mar. 2013.

MARTINS, M.A.G. Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação-Resenha. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 183-190, 2003.

PAVAN, O.H.O.; SUMAIO, D.S.; CANDIDO, F.F.B.S.; OLIVEIRA, R.M. **Evoluindo genética: um jogo educativo**. 1. ed. Campinas: Ed. Unicamp, 1998.

PEDRANCINI, V.D.; CORAZZA-NUNES, M.J.; GALUCH, M.T.B.; MOREIRA, A.L.O.R.; NUNES, W.M.C. Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p.135-146, 2008.

PINHEIRO, N.A.M.; MATOS, E.A.S.A.; BAZZO, W.A. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 44, 2007. Disponível em: <http://www.rieoei.org/rie44a08.htm>. Acesso em: 11 mar. 2013.

RODRIGUES, M.C.; ARANTES, O.M.N. **Direito Ambiental e Biotecnologia: uma abordagem sobre os transgênicos sociais**. Curitiba: Juruá, 2004. 104p.

SALVIANO A.T.; RIBEIRO, J.C.A.; GOMES, L.C.S.; EVARISTO; R.A.; SANTOS, E.P. Transgênicos: visão de um grupo alunos do ensino Médio/técnico da área de ciências agrárias. In: JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 1, 2006, Bananeiras. **Anais da I Jornada Nacional da Agroindústria**, 2006, p. 1-6.

SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. especial, 2007.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio**, Belo Horizonte, v.2, n.2, p.133-162, 2000.

SCHEID, N.M.J.; FERRARI, N. Pangênese e teoria cromossômica da herança: a persistência de idéias? **Filosofia e História da Biologia**, Campinas, v. 3, p. 305-316, 2008.

SILVA, N.M.M.; RIBEIRO, L.R. Conhecimento e opiniões de alunos da etapa final do Ensino médio sobre transgênicos. **Conexão Ciência**, Formiga, v. 4, p-16-21, 2009.

SOUZA, A.F.; FARIAS, G.B. Percepção do conhecimento dos alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Experiências em ensino de ciências**, Cuiabá, v.6, n.1, p.21-32, 2011.

SOUZA, S.C. & ALMEIDA, M.J.P.M. Leitura nas ciências do ensino fundamental: a Fotossíntese em textos originais de cientistas. **Proposições**. Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas, n. 50, 2001.

TAKAHASHI, J.A.; MARTINS, P.F.F.; QUADROS, A.L. Questões tecnológicas permeando o ensino de química: o caso dos transgênicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, p. 3-7, ago. 2008.

TEIXEIRA, P.M.M.; MEGID, J.N. Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. In: **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 11, p. 261-282, 2006.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista de Ensino de Engenharia**, Passo Fundo, v. 25, n. 1, p. 31-39, 2006.