

**PERCEPÇÃO DO CONHECIMENTO DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE
TRANSGÊNICOS: CONCEPÇÕES QUE INFLUENCIAM NA TOMADA DE DECISÕES**
(Perception of knowledge of students at secondary school about transgenic organisms:
conceptions that influence on decision making)

Aline Furtuozo de Souza [alinefurtuozo@yahoo.com.br]

Gilmar Beserra de Farias [gilmarfarias@br.inter.net]

Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória – Núcleo de Biologia

Resumo

Temas polêmicos como a utilização de organismos transgênicos para a alimentação passaram a ser discutidos na escola e, aparentemente, os alunos não possuem uma compreensão sobre esse tema que ultrapasse o senso comum. O objetivo desse artigo foi o de investigar se há o uso do conhecimento escolar formal de Biologia para embasar as decisões de alunos sobre a utilização dos organismos transgênicos para fins de alimentação. Os dados foram obtidos por meio de uma questão aberta aplicada a alunos do Ensino Médio, em uma escola pública do município de Vitória de Santo Antão (Pernambuco, Brasil). A questão indagava sobre a suposta decisão de escolher entre consumir ou não alimentos transgênicos na merenda escolar. O instrumento de análise qualitativa utilizado foi o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC). Os resultados demonstraram que os alunos não conseguiram justificar suas respostas utilizando informações baseadas no conhecimento científico formal.

Palavras-chave: transgênicos; discurso do sujeito coletivo; Ensino Médio.

Abstract

Polemic topics such as the utilization of transgenic organisms as food resources have been debated at school but, apparently, students do not have a comprehension on this issue beyond the common sense. The aim of this research was to investigate if the students make any use of formal school knowledge on Biology as a basis for decision making about the use of transgenic organisms as food. Research data was obtained through an open question applied to students on the third year of secondary education, at a Public School in the Municipality of Vitória de Santo Antão (Pernambuco, Brazil). The question inquired about the decision of choosing between to consume or not transgenic organisms as part of the school meal. The Discourse of the Collective Subject (DCS) was used as a tool for qualitative analyses. Results revealed that students could not justify their answers based on formal scientific knowledge.

Keywords: transgenic organisms; discourse of the collective subject; secondary school.

Introdução

Transgênicos são organismos que tiveram o seu genoma alterado pela introdução de fragmentos de DNA provenientes de outra espécie (Guerrante, 2003). Os genes inseridos contêm a informação para características que serão incorporadas pelo organismo receptor sem que haja cruzamento entre ele e o doador, possibilitando a capacidade de conferir ao organismo receptor características nas quais se tenha interesse (Aragão, 2002; Guerrante, 2003). Nos últimos anos, temas polêmicos como os transgênicos passaram a ser discutidos dentro e fora da escola (Pedrancini et al., 2007) e muitos desses temas exigem uma compreensão do conhecimento científico que nem sempre é trabalhada de forma satisfatória e eficiente no espaço escolar (Bossolan, 2008). Assim, este trabalho investigará o uso do conhecimento escolar formal de Biologia para embasar as decisões de alunos do Ensino Médio na utilização dos organismos transgênicos.

Na biotecnologia, o cultivo e o consumo de plantas transgênicas é um evento recente, revestindo-se de interesses, impactos e muitos conflitos, constituindo um tema sobre o qual predominam as discussões científicas, éticas, econômicas e políticas (Nodari & Guerra, 2003). Sua utilização para pesquisas e introdução no mercado de alimentos, por exemplo, são temas de implicação social e de muito apelo por parte da mídia (Paiva & Martins, 2004). No meio científico, há uma grande divergência sobre a segurança desse tipo de organismo (Cardoso, 2005). Alguns estudiosos defendem a utilização dessa biotecnologia e apontam como principais aspectos positivos, por exemplo, a diminuição da utilização de agrotóxicos e a possibilidade de produção em larga escala de substâncias como a insulina humana. Outros se mostram contrários a essa técnica por ainda não haver estudos que comprovem a segurança desses organismos, principalmente quanto aos possíveis impactos ambientais decorrentes da introdução deles na natureza, sem possibilidade de controle do fluxo de genes entre transgênicos e espécies selvagens (Veiga, 2007).

Temas como clonagem de órgãos, emprego de células-tronco, produção e utilização de organismos transgênicos exigem uma compreensão mais eficiente do conhecimento científico. Uma vez que os materiais de divulgação científica não fazem parte de uma cultura de leitura, geralmente pouco utilizados e explorados pela população no sentido de obtenção de uma educação científica tecnológica mais eficaz (Silva & Freitas, 2006), a população escolar pode ficar despreparada para se posicionar criticamente frente a temas de grande repercussão social.

Assim, durante as aulas de Biologia, justifica-se a discussão sobre temas relacionados aos transgênicos, pois, de acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006, p. 24), cabe ao professor “estimular o aluno a avaliar as vantagens e desvantagens dos avanços das técnicas de clonagem e manipulação do DNA, considerando valores éticos, morais, religiosos, ecológicos e econômicos.” Um estudo realizado por Rigolon & Calsa (2003) revelou algumas dificuldades conceituais que alunos do Ensino Médio tem demonstrado sobre esse tema, como a ideia de que plantas transgênicas são artificiais. Segundo Pozo & Crespo (2009) essas ideias representam, mais do que respostas anedóticas ou casuais, a forma como os alunos habitualmente entendem os fenômenos científicos.

Existe uma superficialidade e o desconhecimento por parte dos alunos do Ensino Médio sobre temas ligados a biotecnologia, revelando conceitos fragmentados ou inconsistentes (Durbano et al., 2008). Esses autores apresentaram os resultados de uma pesquisa na qual 79,45% dos alunos de escolas públicas responderam de forma errada ou inadequada questões referentes aos transgênicos. Outro trabalho demonstrou que os alunos muitas vezes não possuem uma compreensão sobre esse tema que ultrapasse o senso comum (Pedrancini et al., 2008). Os alunos tem concepções prévias sobre organismos transgênicos adquiridas em revistas, outras aulas, televisão e em conversas com os familiares. Mas, embora a grande maioria se posicione sobre o assunto, as explicações para suas decisões nem sempre condizem com o conhecimento científico (Pedrancini et al., 2007), sendo necessário que o professor considere esse fato para desenvolver com eles uma postura crítica frente ao tema. O ensino de Biologia deve ter um caráter que vá além dos conteúdos, devendo construir junto com o aluno um conhecimento que o ajude a entender melhor o mundo que o cerca, a resolver problemas e decidir quanto à utilização da produção científica (Brasil, 2002), mesmo que esse aluno não venha a ser efetivamente um cientista.

Quando há a necessidade de aplicar o conhecimento escolar às questões práticas do dia-a-dia os alunos sentem-se despreparados para emitir opiniões a respeito (Pedrancini et al., 2008). Muitas vezes, os conteúdos básicos ao entendimento da transgenia podem ser obstáculos à aprendizagem efetiva do tema. Os conceitos sobre transmissão de caracteres hereditários podem não ser bem compreendidos pelos alunos do Ensino Médio e, muitas vezes, continuam não sendo por licenciandos em Biologia, o que mostra a falta de preparo do futuro professor para trabalhar com esses conteúdos (Fabrício et al., 2006).

Outro importante obstáculo são as concepções veiculadas pela mídia que apresentam a construção científica fragmentada, com enfoque apenas nos resultados e na grande maioria das vezes com caráter meramente informativo (Paiva et al., 2004; Trivelato, 2000). A apropriação de conceitos científicos sem a perspectiva de conhecer para poder criticar pode levar a um entendimento superficial e, conseqüentemente, ao pouco embasamento teórico na tomada de decisões (Paiva & Martins, 2004), principalmente quando se tratam de temas de repercussão social como produção, consumo e segurança dos alimentos transgênicos.

Dessa forma, esse artigo não se propõe a discutir os argumentos contra ou a favor dos organismos transgênicos, assim como não fazer julgamento de valor entre aqueles que optaram pela utilização ou não desses produtos. O objetivo dessa pesquisa foi o de investigar se há o uso do conhecimento escolar formal de Biologia para embasar as decisões dos alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre a utilização dos organismos transgênicos para fins de alimentação.

Metodologia

Os dados foram obtidos por meio de uma questão aberta aplicada a 69 alunos do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública em Vitória de Santo Antão, Pernambuco. A questão analisada indagava sobre a suposta decisão que seria tomada se esse aluno se deparasse com a situação de escolha entre consumir ou não alimentos transgênicos na merenda escolar e pedia para que o aluno explicasse o porquê de sua opção: “Suponha que um dia você descobriu, ao verificar nas embalagens, que os alimentos fornecidos para a preparação da merenda na sua escola (feijão, arroz, trigo e soja) são de origem transgênica. Sabendo disso, você consumiria a merenda? Explique sua resposta.” Essa questão foi proposta aos alunos logo após uma unidade didática sobre biotecnologia realizada pelo professor responsável pela disciplina de Biologia.

O instrumento de análise qualitativa utilizado foi o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) proposto por Lefèvre & Lefèvre (2005a). Essa metodologia retrata o pensamento de uma coletividade a partir do recolhimento de uma quantidade significativa de depoimentos individuais, construindo um único discurso e tornando mais clara uma dada representação social (Lefèvre & Lefèvre, 2005a). Segundo Martins & Theóphilo (2007) o DSC tenta romper com a lógica quantitativa-classificatória e a utilização dessa metodologia permite uma compreensão dos campos sociais e dos sentidos neles presentes, pois, agora as falas e manifestações coletadas não se restringem a um número ou categoria.

Os discursos são elaborados com trechos selecionados literalmente dos depoimentos individuais, compostos por aquilo que um dado sujeito falou e também por aquilo que poderia ter falado e que seu companheiro de coletividade atualizou por ele, sendo a expressão simbólica do campo social a que ambos pertencem (Martins & Theóphilo, 2007). Assim, um DSC busca descrever e expressar determinada opinião ou posicionamento sobre um tema presente numa dada formação sócio-cultural (Lefèvre & Lefèvre, 2005b). Essa metodologia se mostrou eficiente em outras pesquisas que envolviam concepções prévias de jovens escolares em temas relativos ao ensino de Biologia, como o estudo realizado por Souza, Alves & Alves (2007) para descrever e avaliar o conhecimento de alunos a respeito do molusco-africano *Achatina fulica*.

Inicialmente, o tratamento realizado nas respostas obtidas foi a seleção de ideias centrais (ICs), que consiste em uma expressão que revela e descreve, de maneira sintética, o sentido de cada discurso analisado. Em seguida, foram sublinhadas as expressões-chave (E-Ch), que são pedaços, trechos ou transcrições literais do discurso e que melhor descrevem seu conteúdo. A partir das ICs foram detectadas as ancoragens (ACs), que representam as concepções, ideologias, hipóteses e explicações para a questão proposta sobre a decisão entre consumir ou não alimentos transgênicos. Finalmente, procedeu-se com elaboração dos Discursos do Sujeito Coletivo (DSCs), reunindo-se as

expressões-chave presentes no depoimento, que tem ideias centrais e/ou ancoragens de sentido semelhante ou complementar.

Resultados

Os resultados obtidos demonstraram que os alunos não conseguiram justificar as suas respostas utilizando informações elaboradas a partir do conhecimento científico formal, embora tenham contemplado uma unidade didática sobre biotecnologia na disciplina de Biologia. Os discursos apresentados foram norteados pelo conhecimento cotidiano, confusos e, às vezes, contraditórios. De acordo com o DSC ficou evidenciado: a) uma concepção equivocada do trabalho científico e da natureza da ciência por parte dos alunos; b) nível de alfabetização científica funcional, contendo erros conceituais; c) dificuldades em utilizar conhecimentos trabalhados em sala para o entendimento do cenário científico-tecnológico atual, desenvolvendo pouca capacidade de utilizar o conhecimento científico formal em situações controversas; d) crenças religiosas que não permitiram refletir criticamente sobre os alimentos transgênicos, sendo consideradas como um obstáculo epistemológico no processo de ensino-aprendizagem. Os resultados estão apresentados na Tabela 1. Nesse trabalho, os autores optaram por não apresentar as expressões-chaves por conta do grande volume de dados coletados.

Tabela 1. Ideias-centrais e ancoragens reconhecidas no discurso do sujeito coletivo sobre o uso de alimentos transgênicos entre alunos do Ensino Médio de uma escola pública em Vitória de Santo Antão, Pernambuco.		
IDEIAS CENTRAIS	ANCORAGENS	DISCURSO DO SUJEITO COLETIVO
<p>A: Se os alimentos transgênicos estão sendo utilizados é porque foram aprovados, portanto são seguros.</p> <p>B: Pesquisadores qualificados desenvolveram os transgênicos, por isso é confiável consumir.</p>	<p>1 - O consumo de transgênicos é seguro devido à natureza inquestionável da produção científica.</p>	<p>Se o ministério aprovou acho que não teria problema, tais alimentos não seriam distribuídos se não fossem 100% seguros, pois, se os produtos estão circulando no país é porque foi liberado e não acontecerá risco à saúde. Existem os órgãos de fiscalização que já detêm boas leis em relação a esses alimentos. Além disso, aquele alimento foi cultivado em um laboratório por cientistas qualificados e suas perspectivas podem ser as melhores já que houve uma pesquisa para obter um melhor produto. Até a liberação do produto são feitos vários estudos e não fui aconselhado a deixar de comer esses alimentos. Para aqueles grãos irem para o meu prato, houve todo um estudo e eu os consumiria por acreditar que o governo não forneceria esses alimentos ao nosso colégio se não tivessem uma boa qualidade e oferecessem riscos à saúde. Acho que não me faria mal algum. Se fosse assim as pessoas não consumiriam a soja.</p>
<p>C: O melhoramento genético traz boas características para o produto.</p> <p>D: São alimentos saudáveis.</p> <p>E: São alimentos mais saudáveis que os convencionais.</p>	<p>2 – Alimentos transgênicos são mais saudáveis.</p>	<p>Os alimentos transgênicos são melhoramentos genéticos, ou seja, aquele produto foi modificado (geneticamente) para um produto final bem melhor, além de fonte de energia, possuem outras vantagens: tem muito mais proteínas, carboidratos, ferro, cálcio, vitaminas, entre outros nutrientes, por isso não fazem mal. São alimentos saudáveis com maior riqueza nutricional que foram modificados para obter resistência ou suprir a falta de alguma proteína. Foram cultivados e plantados da mesma forma, apenas modificados, para a melhoria e se é um produto melhor vai fazer bem à minha saúde.</p>
<p>F: Transgênicos podem causar</p>	<p>3 - As pesquisas não</p>	<p>Não sei o que os transgênicos podem ocasionar no meu</p>

doenças ao organismo que o consumir.	são suficientes para assegurar a utilização de organismos transgênicos	organismo futuramente e é quase impossível fugir desses alimentos. O alimento foi modificado e não se sabe se foi pro bem ou pro mal do organismo. Quando o alimento é modificado perde boa (ou toda) parte do valor nutricional, ou também pode acontecer de serem adicionadas substâncias que venham a causar danos à saúde do consumidor como possíveis toxicidades e doenças. Então eu comeria, mas não diariamente, pois, bastante absorção desses alimentos pode fazer mal. Não há nenhuma pesquisa onde foi comprovado algum efeito nocivo à saúde humana, os transgênicos ainda estão em pesquisa nos países que os desenvolveram e não se sabe o que esses alimentos podem causar no organismo, os estudos não estão concluídos e eles podem ser prejudiciais à minha saúde. Enquanto isso não for provado, prefiro não consumir, pois, o conhecimento que eu tenho sobre os efeitos dos produtos transgênicos é trivial, não permitindo tomar decisão, mas os responsáveis também não sabem responder com precisão a estas perguntas.
G: Transgênicos não devem ser consumidos diariamente.		
H: Não há como ter controle sobre o consumo de Transgênicos.		
I: Um maior número de testes deve ser realizado, pois as pesquisas ainda não revelam com certeza se é seguro consumir alimentos Transgênicos.		
J: O homem não deve interferir na produção da natureza.	4 - A produção dos transgênicos não é ética do ponto de vista religioso	Não acho que algo fabricado em laboratório seja melhor que o natural que Deus nos deu e não devemos forçar a natureza a produzir o que queremos, mas sim a vontade dela.

Discussão

Discurso sobre a natureza inquestionável da ciência

O conhecimento escolar tem sido apresentado como uma ciência supostamente neutra, desprovida de implicações sociais ou compromissos éticos e políticos, cujos modelos explicativos são frequentemente tratados como se constituíssem uma descrição fiel e correta da realidade, amparada no uso de uma linguagem científica, neutra, fria, atemporal e pretensamente universal (Mortimer, 1998). Essa forma de reconhecer a produção do conhecimento científico pode estabelecer uma barreira que impede não somente a correta apropriação do conhecimento sobre transgênicos, mas qualquer conteúdo das ciências naturais.

No DSC os alunos do ensino médio apresentaram uma visão de produção científica distante do convívio social, na qual os órgãos de fiscalização e os cientistas “qualificados” teriam a incumbência de tomar a decisão por todos os cidadãos. Nesse contexto, 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. Isso fica bastante claro quando ele expressa que não foi aconselhado a deixar de consumir produtos de origem transgênica: “*Até a liberação do produto são feitos vários estudos e não fui aconselhado a deixar de comer esses alimentos.*” Essa atitude diante de um tema tão polêmico e atual demonstrou que, muitas vezes, as atividades escolares não conseguem desenvolver nos alunos um espírito crítico e reflexivo suficiente para lidar com as situações concretas da atualidade, conforme sugere as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (Brasil, 2002), e que os conteúdos trabalhados em aula acabam por não ultrapassar os limites do ambiente escolar, resultando em um simples acúmulo de informações.

Muitas vezes, o modo como o ensino é organizado e desenvolvido pouco contribui para que o aluno desenvolva uma compreensão que se diferencie daquela adquirida em situações não escolares (Pedrancini et al., 2008). Torna-se, portanto, necessário apresentar aos alunos uma ciência que possibilite uma interpretação do mundo que os cerca, devendo estar vinculada à realidade

(Pretto, 1995) e incluir as discussões sobre questões relacionadas à biotecnologia e suas implicações no cotidiano. Nesse contexto, cabe ao professor a construção de atividades que envolvam e valorizem a discussão e defesa de pontos de vista diversos entre seus alunos.

Em muitos casos, a concepção de ciência apresentada ao aluno remete a uma ciência pronta, na qual não cabem intervenções, indagações e questionamentos. Assim, o aluno torna-se passivo, não desenvolvendo a capacidade de argumentar e de se posicionar cientificamente, de forma que passa a justificar sua decisão de consumir alimentos transgênicos afirmando que se não fosse seguro as outras pessoas não consumiriam produtos oriundos da biotecnologia.

Um trecho do DSC que demonstra a presença marcante da ideia de infalibilidade da ciência está presente quando o aluno diz que “[...] *aquele alimento foi cultivado em um laboratório por cientistas qualificados e suas perspectivas podem ser as melhores [...]*”. Expressando-se dessa forma, o aluno demonstra uma visão mitificada da ciência, que na escola é contada, geralmente, unicamente a partir dos acertos, e que seus produtos “científicos” são necessariamente bons e confiáveis. No caso dos alunos que concordaram em comer alimentos transgênicos, isso poderia ser explicado na confiança por aquilo que a ciência produz, possivelmente pelo fato dessa produção ser fruto do trabalho de cientistas e de pesquisa, segundo Takahashi, Martins & Quadros (2008). Há por trás desse tipo de afirmação um conceito de produção científica desvinculado de processos histórico-sócio-culturais e a ciência passa a ser interpretada, nesse caso, em duas vertentes distintas: a solução de todos os problemas ou a causa de boa parte deles.

O problema também pode ter origem na própria forma como o conhecimento científico é abordado nos livros didático e, conseqüentemente, pelos professores. Uma pesquisa sobre DNA em livros didáticos de Biologia e Química revelou que existe uma abordagem superficial em relação a questões como alimentos transgênicos, entre outros, não favorecendo a construção do conhecimento que propicie a formação de uma postura mais crítica por parte do aluno (Ferreira & Justi, 2004). Segundo Silva & Gastal (2008), muitas narrativas históricas nos livros didáticos mostram apenas as concordâncias, reforçando-se a ideia de que a história das ciências é uma luta de visões “corretas” e “equivocadas”, ignorando que a ideia da verdade em ciência é provisória e as proposições científicas podem se revelar falsas.

Os resultados obtidos nesse DSC apresentaram a possibilidade de uma interpretação equivocada da natureza da ciência, funcionando como uma barreira epistemológica, revelando julgamentos de valor embasados em uma ciência pronta, entronizada, pois os alunos parecem não depender do que aprenderam para se posicionar, já que está definida a função (boa ou má) que a ciência exerce. A escola deve propiciar condições para que o aluno possa reconhecer a ciência como uma atividade humana em constante transformação, fruto da conjunção de fatores históricos, sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos, e, portanto, não neutra (Brasil, 2006).

Discurso sobre os transgênicos como Organismos Geneticamente Modificado mais saudáveis

Guerrante (2003) alerta que os termos transgênicos e Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) são muitas vezes utilizados como sinônimos. Mas há uma diferença entre as definições. Os transgênicos são de fato OGMs, mas nem todos os OGMs são transgênicos. O gene que o transgênico recebe é necessariamente proveniente de um organismo de outra espécie, mas a recíproca não é verdadeira. No DSC, o aluno afirma que: “*Alimentos transgênicos são melhoramentos genéticos [...]*”. Essa afirmação revelou uma confusão conceitual. Nesse caso, o aluno emprega os termos como sinônimos, mas, geralmente 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. Mesmo considerando organismos obtidos a partir de seleção de mutantes naturais ou artificiais, o processo não é transgenia porque a manipulação não foi realizada utilizando a engenharia genética (Aragão, 2002). As principais dificuldades em explicar à sociedade os progressos da biologia molecular podem ser atribuídas aos seguintes motivos: complexidade técnica, quantidade de informações e mitificação do DNA, além da escola que, geralmente, não explora a capacidade de reflexão dos seus alunos (Oliveira, 2004).

No DSC a expressão “geneticamente modificado” foi utilizada pelos alunos como sinônimo de transgênico: “[...] *aquele produto foi modificado (geneticamente) para um produto final bem melhor [...]*”, provavelmente por se tratar do vocabulário científico que muitas vezes é apenas memorizado, mas não compreendido, que passa a utilizá-lo sem a noção correta de sua definição. Por essa razão, os alunos acabam cometendo erros de interpretação e utilização das informações necessárias em sua análise, passando a dar mais ênfase à palavra do que ao que ela de fato representa, apresentando um nível de alfabetização científica entre o nominal e o funcional, reconhecendo termos, mas não sabendo ou compreendendo o seu significado biológico (Krasilchik & Marandino, 2004).

A alfabetização científica é definida como o domínio de conhecimentos básicos sobre ciência para capacitar as pessoas a se comportarem como consumidores de forma responsável e eficaz, bem como posicionar-se acerca de questões relativas a políticas científicas, garantindo às ações governamentais voltadas para a ciência e uma natureza democrática com participação efetiva dos cidadãos (Miller, 2000a; 2000b). Embora seja necessário adquirir um vocabulário básico, isso não é o bastante, pois o essencial é levar o estudante a buscar os dados empíricos de forma lógica, racional e crítica em um processo de alfabetização científica (Krasilchik & Marandino, 2004). Segundo Miller (1983) uma pessoa cientificamente alfabetizada precisa de entendimento do processo ou natureza da investigação científica, de um vocabulário de conceitos científicos básicos para ler reportagens em jornais e revistas. Além disso, também é necessário um entendimento do impacto da ciência e tecnologia sobre a sociedade.

Talvez o processo de alfabetização científica não garanta uma decisão mais correta sobre o uso dos produtos biotecnológicos, mas provavelmente garantirá um enfoque que contemple os problemas numa perspectiva mais ampla, analisando possíveis repercussões a médio e longo prazo (Cachapuz et al., 2005). A falta de uma alfabetização científica sobre os processos da transgeniase atua como obstáculo a um posicionamento mais consciente e independente. Nesse caso, falta ao aluno um repertório básico de conhecimento biológico para compreender possíveis efeitos causados pelas técnicas utilizadas e para correlacioná-los a outras informações da genética como, por exemplo, os genes que podem atuar entre si, inibindo ou estimulando a expressão de um ou vários genes. Assim, os resultados obtidos nesse DSC concordam com aqueles apresentados por Pedrancini et al. (2008), de que os conhecimentos ensinados na escola não tem possibilitado aos sujeitos o entendimento da realidade atual, assim como o pensar, falar e agir cientificamente.

Outro equívoco encontrado no discurso coletivo dos alunos foi a ideia de que todos os alimentos transgênicos tem mais nutrientes que organismos convencionais e que essa riqueza nutricional pode proporcionar a esse organismo maior resistência: “[...] *são alimentos saudáveis, com maior riqueza nutricional, que foram modificados para obter resistência ou suprir a falta de alguma proteína [...]*”. No entanto, sabe-se que a característica incorporada vai depender da expressão do gene inserido e de suas interações com os demais genes.

Discurso sobre pesquisas em relação ao consumo de transgênicos

Quando os alunos afirmaram que consumiriam alimentos transgênicos, apresentando como restrição a ingestão diária, não correlacionaram sua decisão às características incorporadas pelo

processo de transgeniase. Desse modo, o receio sobre o uso na alimentação não estaria vinculado aos processos de produção biotecnológica, mas, possivelmente relacionado ao uso de agrotóxicos, cuja utilização em larga escala comprovadamente pode causar danos à saúde do consumidor, conforme visto no DSC: *“Então eu comeria, mas não diariamente, pois, bastante absorção desses alimentos pode fazer mal.”*

Informações sobre transgênicos é um exemplo de área do conhecimento biotecnológico na qual o cidadão comum não está sendo capaz de julgar nem de se decidir criticamente (Takahashi, Martins & Quadros, 2008). Nesse discurso, os alunos demonstraram ainda não saber exatamente quais as implicações da utilização dos transgênicos na alimentação humana, contestando essa produção ao dizer que existem dúvidas quanto à segurança desses produtos, pois os estudos ainda não indicaram os seus efeitos nocivos, sendo insuficientes para provar que não há risco. Eles apontam aspectos que indicam uma tentativa de posicionamento embasado no conteúdo estudado quando dizem que *“[...] O alimento foi modificado e não se sabe se foi pro bem ou pro mal do organismo [...]”*, possivelmente fazendo referência a inserção de genes de forma aleatória e a intervenção dos genes inseridos com os presentes originalmente no organismo. Além disso, o aluno se reconheceu impotente diante da situação de não poder controlar o seu próprio consumo ao afirmar: *“Não sei o que os transgênicos podem ocasionar no meu organismo futuramente e é quase impossível fugir desses alimentos.”* Os dados aqui apresentados concordam com outra pesquisa que indicou uma insatisfação do consumidor com o fato de não ser informado quanto à presença dos OGMs nos alimentos que consome e de não poder dimensionar os efeitos do uso dessa biotecnologia para a saúde humana e do meio ambiente (Furnival & Pinheiro, 2008).

A tentativa dos alunos de usar o conhecimento científico foi frustrada, pois as informações utilizadas para explicar o que motiva a dúvida sobre o consumo não condizem com o conhecimento científico formal ensinado nas escolas, previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999), nos PCN+ (Brasil, 2002) e nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006). Os alunos apresentaram concepções confusas e contraditórias, provavelmente advindas do entendimento incorreto dos métodos de produção desses organismos, afirmando que *“Quando o alimento é modificado perde boa (ou toda) parte do valor nutricional, ou também pode acontecer de serem adicionadas substâncias que venham a causar danos à saúde do consumidor como possíveis toxicidades e doenças.”* Soma-se a isso a pouca capacidade de abstração sobre a produção dos transgênicos, principalmente por envolver muitos conhecimentos que ocorrem em nível molecular. Dessa forma, fica mais difícil ainda para o aluno entender e abstrair o processo de produção dos transgênicos tendo como pré-requisito o complexo conhecimento bioquímico, que muitas vezes os alunos do Ensino Médio ainda não desenvolveram. Por isso a Biotecnologia parece estar cada vez mais difícil de ser entendida pelo cidadão “normal” que, na grande maioria das vezes, é usuário passivo dos avanços dessa área (Takahashi, Martins & Quadros, 2008).

Discurso sobre a produção dos transgênicos e a ética religiosa

Quando se trata de organismos transgênicos alguns aspectos da biotecnologia podem causar repulsa, como as experiências amplamente divulgadas pela mídia na criação de ratos fluorescentes (Oliveira, 2004) ou por conta dos dogmas religiosos (Alves & Caldeira, 2005), por exemplo. Uma pesquisa realizada com estudantes do Ensino Médio apresentou rejeição ou questionamentos quanto à utilidade da maioria das aplicações da clonagem, sendo que a possível destruição de embriões falou mais alto que as promessas de cura, uma vez que os estudantes vêem a concepção como início da vida, uma convergência entre a crença católica e a “junção dos gametas” das aulas de genética (Ramkrapet et al., 2009).

O DSC também demonstrou uma visão contrária e resistente às técnicas utilizadas pela ciência para manipular características dos seres vivos baseada no conhecimento religioso. É muito

forte a aceitação da sociedade de que Deus criou tudo como exatamente está e que o homem não pode modificar, como apresentado: “*Não acho que algo fabricado em laboratório seja melhor que o natural que Deus nos deu e não devemos forçar a natureza a produzir o que queremos, mas sim a vontade dela.*” Os aspectos que influenciam esse posicionamento são barreiras impostas pelo conhecimento prévio do aluno, ligado à ideia de que a produção científica, muitas vezes, dentro de um contexto religioso, poderá ser uma afronta a Deus, pois é só dele a capacidade de decidir sobre as atividades naturais. Nesse caso, a religião parece ser o campo cultural mais explicativo, independentemente do suporte científico presente na escola básica (Coelho & Falcão, 2006).

As crenças religiosas, principalmente o temor a Deus, não permitem refletir sobre determinados temas no Ensino de Biologia sem o receio de estar cometendo um pecado, despertando uma propriedade emotiva em uma possível situação de ensino sobre organismos transgênicos. Argumentos deste tipo demarcam nitidamente as fronteiras entre o discurso do aluno e o discurso científico, bem como demonstram a falta de predisposição para uma negociação de significados, característica típica de um discurso de autoridade (Sepúlveda & El-Hani, 2006).

No discurso coletivo dos alunos parece não existir um meio termo, principalmente para aqueles que tem os seus preceitos religiosos atingidos frontalmente pela suposta heresia apresentada pelo professor de que transgênicos são organismos naturais. Se essa propriedade emotiva também atingir o professor, ele poderá conduzir a aula de maneira tradicional, apresentando uma ciência que fornece respostas certas e que verdades em Biologia são descobertas apenas por meio de observação e experimentação. Silva (1997) verificou que 34% dos alunos entrevistados acreditavam que a origem da vida se deve à Criação Divina, ou seja, são criacionistas (acreditam que a origem dos seres vivos se deve a ação de um ser superior) e que 22% dos professores apresentavam as teorias científicas, mas não permitiam polêmicas religiosas em sala de aula. Ao trabalhar ideias de manipulação genética com os alunos de Ensino Médio, é necessário considerar a possível existência de posturas religiosas, já que em questionamentos mais objetivos frente ao tema, esses aspectos poderiam ficar suprimidos e dificultar o processo de aprendizagem. Nesse caso, mesmo que o aluno entenda o tema trabalhado e conheça corretamente os processos de produção, isso não vai ajudá-lo a se posicionar utilizando esse conhecimento para decidir se é contra ou a favor dos transgênicos ou de outras técnicas biotecnológicas.

Quando existem referências religiosas como ponto de partida para refletir e emitir opiniões sobre biotecnologia, um caminho sugerido é divulgar a História da Ciência, os problemas que geraram as novas descobertas, seus percursos e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, como possibilidade de permitir aos alunos novas interpretações do mundo natural e social (Alves & Caldeira, 2005). Segundo Pozo & Crespo (2009) aprender ciência deve ser um exercício de comparar e diferenciar modelos e não de adquirir saberes absolutos e verdadeiros, um exercício de mudança conceitual para que o aluno progrida dos seus conhecimentos intuitivos aos científicos, pensando em teorias a partir das quais seria possível interpretar a realidade.

Considerações Finais

A análise dos dados obtidos revelou que os alunos não desenvolveram uma postura crítica e autônoma diante do conhecimento científico em relação os transgênicos, tema contemplado em unidade didática sobre biotecnologia no Ensino Médio. Os alunos não elaboraram explicações com referência no que foi apresentado anteriormente pelo professor, bem como não integraram campos de conhecimento diferentes ou se utilizaram de argumentos científicos para se posicionarem diante de uma questão polêmica, apresentando e utilizando os conceitos de forma equivocada.

Ao terminar o Ensino Médio, esperava-se que os alunos tivessem desenvolvido a capacidade de decidir sobre a utilização da produção científica, de entenderem a dimensão social,

histórica e política da ciência, utilizando corretamente os conhecimentos construídos na vida escolar como base para a compreensão de temas mais amplos e de grande interesse social. Mas, a falta de embasamento científico para direcionar um posicionamento tornou os alunos presos às suas concepções, aceitando ou recusando a utilização dos alimentos transgênicos passivamente. Nota-se, claramente, que o DSC apresentou divergências quanto ao consumo de transgênicos, sem utilizar, no entanto, explicações plausíveis, do ponto de vista acadêmico, para sua opção.

Talvez, mais espaço para o diálogo e reflexão em sala de aula trouxesse à tona concepções pré-estabelecidas que pudessem não estar sendo levadas em conta durante o planejamento das aulas, e que acabaram por tornar o aluno acrítico. Trabalhar na perspectiva de tornar o aluno apto a tomar decisões é conceber um aprendizado utilizável, próximo do cotidiano, longe do ensino propedêutico. É dar ênfase à formação de pessoas com um sólido conhecimento sobre organismos transgênicos e com raciocínio crítico, autônomo e consistente.

Referências

- Alves, S. B. F. & Caldeira, A. M. A. (2005). Biologia e Ética: um Estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do ensino médio frente ao tema Genoma/DNA. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(1), 1-12.
- Aragão, F. J. L. (2002). *Organismos Transgênicos*. Barueri: Editora Manole.
- Bossolan, N. R. S. (2008). O tema biotecnologia no manual do professor: leituras e atividades adicionais para a formação docente. In: A. C. PAVÃO & D. FREITAS (Org.), *Quanta ciência há no ensino de ciências* (pp. 301-307). São Carlos: EdUFSCar.
- Brasil. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, vol 2. Brasília: MEC.
- Brasil. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (1999). *Parâmetros curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC.
- Brasil. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (2002). *PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC.
- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J. & Vilches. A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.
- Cardoso, F. (2005). *Transgênicos são do bem, transgênicos são do mal: entenda de uma vez essa questão*. São Paulo: Terceiro Nome.
- Coelho, F. J. F. & Falcão, E. B. M. (2006). Ensino científico e representações sociais de morte humana. *Revista Iberoamericana de Educación*, 39(3), 1-32.
- Durbano, J. P. M., Padilha, I. Q. M., Rêgo, T. G., Rodrigues, P. A. L. & Araújo, D. A. M. (2008). *Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa-PB sobre temas emergentes em biotecnologia*. In: 54º Congresso Brasileiro de Genética, Resumos... Salvador: SBG.
- Fabrizio, M. F. L., Jófili, Z. M. S., Semen, L. S. M. & Leão, A. M. A. C. (2006). A compreensão das Leis de Mendel por alunos de Biologia na Educação Básica Secundária. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(1), 1-21.

- Ferreira, P. F. M. & Justi, R. S. (2004). O Ensino de DNA nos Livros de Biologia e Química: uma análise crítica. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(1), 5-23.
- Furnival, A. C. & Pinheiro, S. M. A. (2008). Percepção pública da informação sobre os potenciais riscos dos transgênicos na cadeia alimentar. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 15(2), 277-291.
- Guerrante, R. S. (2003). *Transgênicos: uma visão estratégica*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Krasilchik, M. & Marandino, M. (2004). *Ensino de ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna.
- Lefèvre, F. & Lefèvre, A. M. C. (2005a). *Discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)*. Caxias do Sul: EDUCS.
- Lefèvre, F. & Lefèvre, A. M. C. (2005b). *Depoimentos e discursos: uma proposta de análise em pesquisa social*. Brasília: Liber Livro editora.
- Martins, G. A. & Theóphilo, C. R. (2007). *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas*. São Paulo: Editora Atlas.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29-48.
- Miller, J. D. (2000a). The development of civic scientific literacy in the United States. In: D. D. KUMAR & D. E. CHUBIN (Org.), *Science, technology and society: a sourcebook on research and practice* (pp. 21-47). New York: Kluwer Academy/Plenum.
- Miller, J. D. (2000b). Scientific literacy and citizenship in the 21st century. In: SCHIELE, B. & KOSTER, E. (Org). *Science centers for this century*. Quebec: Multimondes, p. 369-411.
- Mortimer, E. F. (1998). Sobre chamuscas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o Ensino de Ciências. In: A. CHASSOT & R. J. OLIVEIRA (Org.), *Ciência, ética e cultura na educação* (pp. 99-118). São Leopoldo: UNISINOS.
- Nodari, R. O. & Guerra, M. P. (2003). Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas). *Revista de Nutrição*, 16(1), 105-116.
- Oliveira, R. (2004). Obstáculos à comunicação da ciência: o caso dos organismos geneticamente modificados. *Comunicação e Sociedade*, 6, 267-272.
- Paiva, A. L. B. & Martins, C. M. C. (2004). Concepções prévias a respeito de Genética em alunos de terceiro ano do Ensino Médio. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(número especial).
- Pedrancini, V. D., Corazza-Nunes, M. J., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R. & Nunes, W. M. C. (2008). O saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do Ensino Médio sobre transgênicos. *Ciência & Educação*, 14(1), 135-146.
- Pedrancini, V. D., Corazza-Nunes, M. J., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R. & Ribeiro, A. C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Acesso em 10 dez., 2009, http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf.
- Pozo, J. I. & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Pretto, N. L. (1995). *A ciência nos livros didáticos*. Campinas: Editora da UNICAP.

Ramkrapes, C., Medeiros, F. N. S., Barbosa-Silva, E. R. & Amorim, A. C. R. (2009). *A clonagem e as células-tronco na mídia e na visão de estudantes do ensino médio*. In: XI Reunião de la RedPOP. Resumos... Montevideo: UNESCO.

Rigolon, R. G. & Calsa, G. C. (2003). *Estudo sobre os conceitos de alunos do ensino médio sobre plantas transgênicas*. In: XI Semana da Pedagogia: formação de professores para o século XXI. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá.

Sepúlveda, C. & El-Hani, C. N. (2006). Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de Biologia: uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 15 dez., 2009, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID143/v11_n1_a2006.pdf.

Silva, C. C. & Gastal, M. L. (2008). Ensinando ciências e ensinando a respeito das ciências, p. 35-44. In: Pavão, A. C. Freitas, D. Quanta ciência há no ensino de ciências. São Carlos: EdUFSCar.

Silva, G. B. & Freitas, D. S. (2006). Quando a genética vira notícia: o uso de textos de divulgação científica (TDC) em aulas de biologia. *Revista Didática Sistemática*, 3, 41-56.

Silva, L. F. M. A. (1997). *Origem da vida em sala de aula: um estudo junto a professores, estudantes e líderes religiosos*. Monografia. Licenciatura de Ciências Biológicas, UFRPE, Recife.

Souza, R. M., Alves, A. G. C. & Alves, M. S. (2007). Conhecimento sobre o molusco gigante africano *Achatina fulica* entre estudantes de uma escola pública na Região Metropolitana do Recife. *Biotemas*, 20(1), 81-89.

Takahashi, J. A., Martins, P. F. F. & Quadros, A. L. (2008). Questões tecnológicas permeando o ensino de química: o caso dos transgênicos. *Química Nova na Escola*, 29, 3-7.

Trivelato, S. L. F. (2000). O ensino de ciências e as preocupações com as relações CTS. *Educação em foco*, 5(1), 43-54.

Veiga, J. E. (2007). *Transgênicos: sementes da discórdia*. São Paulo: Senac.

Recebido em: 25.10.2010

Aceito em: 08.03.2010