

O QUE CONHECEM OS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E ENSINO SUPERIOR SOBRE TRANSGÊNICOS

WHAT HIGHT SCHOOL STUDENTS AND UNIVERSITY STUDENTS KNOW ABOUT TRANSGENICS

Maria Júlia Corazza-Nunes¹; Vanessa Daiana Pedrancini²; Rosangela Araujo Xavier Fujii³; William Mário de Carvalho Nunes⁴; Ana Lúcia Olivo Rosas Moreira⁵; Maria Terezinha Bellanda Galuch⁶

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM/ Núcleo de Pesquisa em Biotecnologia Aplicada-NBA/ Departamento de Biologia/ mjcnunes@uem.br

²UEM/ Discente do Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática/ vapedrancini@yahoo.com.br

³UEM/ Acadêmica do curso de Ciências Biológicas/ rosangelafujii@yahoo.com.br

⁴UEM/ Núcleo de Pesquisa em Biotecnologia Aplicada-NBA/ wmcnunes@uem.br

⁵ UEM/ Departamento de Biologia/ alormoreira@uem.br

⁶ UEM/ Departamento de Teoria e Prática da Educação/ galuch@brturbo.com.br

Resumo

Este estudo objetivou investigar o que alunos da educação básica e acadêmicos de Ciências Biológicas e Agronomia sabem sobre transgênicos e quais são suas opiniões sobre as aplicações desta biotecnologia. Na investigação, realizada em três escolas e uma universidade das redes estadual de ensino do Noroeste do Paraná, aplicamos questionários a alunos do 3º ano do ensino médio e a acadêmicos do primeiro e último anos de cursos de Ciências Biológicas e Agronomia. Por meio de análise quanti-qualitativa, verificamos que, diferentemente dos estudantes que estão finalizando a educação básica e iniciando o ensino superior, muitos dos acadêmicos que estão concluindo os cursos analisados apresentaram melhor compreensão do processo de transgenia e formação de atitudes quanto a sua aplicação. Estes resultados ressaltam a necessidade da apropriação dos conceitos científicos, que estão na base dos atuais avanços biotecnológicos, para que os sujeitos possam compreender e posicionar-se criticamente sobre seus benefícios e implicações.

Palavras-chave: Conhecimento Científico; Consciência Crítica; Biotecnologia.

Abstract

This research investigates knowledge that high school, Biology and Agronomy students have on transgenics and their opinion on the application of this type of biotechnology. In three government schools and one government university in the northwestern region of the state of Paraná, questionnaires were given to last year high school students, and first and last year students of Biology and Agronomy courses. Quantity and quality analysis showed that, differently of the last year high school students and first year university students, most last year university students reveled better understanding about how transgenics is made and development of attitudes about their applications. This research stresses the importance of the scientific concepts appropriation, which leded the present-day biotechnology advances, in the people's understanding and critic opinion about this biotechnology and their advantages and implications.

Keywords: Scientific Knowledge, Critic Conscience, Biotechnology.

INTRODUÇÃO

O mundo atual revela-se singular, uma vez que, ao mesmo tempo, se contempla um extraordinário avanço científico e tecnológico e, paradoxalmente, se convive com uma crise planetária em todos os seus aspectos: socioeconômico, político, cultural e ambiental. Nesse momento, de avanços e crises, novos modelos de pensamento sobre a ciência e sua função social emergem, principalmente, nos meios acadêmicos. Para Brandão (2005, p. 6) ...

[...] a razão de ser do pensamento da ciência desta *Era do Conhecimento* não é mais, com prioridade, o gerar e consolidar conhecimentos tão especiais e tão restritos a pequenas confrarias de interlocutores, que não possam estabelecer redes de partilha e participação no seu conhecimento, sequer com campos vizinhos do saber, através de experiências de alta competência, ilusória objetividade e crescente especialização (BRANDÃO, 2005, p. 6).

A concepção de que os conhecimentos científicos e tecnológicos devem fazer parte da formação do cidadão, se acentua na medida em que a ciência perde seu caráter de neutralidade, passando-se admitir a sua inter-relação com a sociedade, tanto nos aspectos do seu comprometimento em proporcionar benefícios à população, como na conscientização da sua participação na deflagração da crise social, cultural e ambiental que presenciamos atualmente. Nesse cenário, a escola passa a ser reconhecida como o ambiente primordial para a partilha e produção de conhecimentos, bem como para a formação da consciência crítica. Todavia, nem sempre o acesso e permanência dos jovens à escola têm garantido esse perfil de cidadão.

Sobre esta assertiva, muitos estudos, desenvolvidos em vários países, têm demonstrado que apesar das principais inovações científicas e tecnológicas fazerem parte dos currículos escolares e serem constantemente veiculadas pela mídia, as pessoas, de um modo geral, sentem dificuldades em utilizar estes conhecimentos na formação do pensamento crítico e atitudes perante as situações impostas no seu meio social. Este fato pode ser observado em estudos sobre a formação de conceitos biológicos e biotecnológicos, realizados com estudantes do ensino médio (PEDRANCINI *et al.*, 2007). Refletimos que essas dificuldades estavam, muitas vezes, relacionadas com a falta de domínio dos conteúdos básicos de biologia, assim como de outras áreas, estudados na escola (PEDRANCINI *et al.*, 2007).

Diante desta realidade, torna-se premente a necessidade de uma prática pedagógica que, ao invés de estimular a simples reprodução de conhecimentos, contribua para a formação de indivíduos com consciência crítica, capazes de utilizar os conhecimentos apreendidos na formação do pensamento e mobilizá-los nas diversas situações de sua vida cotidiana. Pois, como ressaltado por Vygotsky, “*a tomada de consciência vem pela porta dos conceitos científicos*” (VYGOTSKI, 1982, p. 214).

A organização de um ensino que possibilite promover estas características nos estudantes requer da equipe pedagógica, principalmente, dos professores, uma constante atualização dos conhecimentos sistematizados pela ciência e, sobretudo, o compromisso em produzir mudanças no processo de ensino e aprendizagem, compatíveis com as exigências atuais. Refletindo sobre estes pressupostos, resolvemos investigar a formação de conceitos científicos necessários ao entendimento da produção de organismos transgênicos e as atitudes de estudantes da etapa final do Ensino Médio e Ensino superior, tomando como referência os acadêmicos do curso de Ciências Biológicas, futuros professores de Biologia, e os acadêmicos do curso de Agronomia, perante as aplicações desta biotecnologia.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a obtenção dos dados foram elaboradas questões dissertativas, abrangendo conceitos básicos e questões polêmicas sobre transgênicos. Anteriormente à aplicação do questionário aos alunos, foi realizado um teste piloto aplicado a três estudantes de cada etapa de ensino pesquisada. Uma vez concluído, o questionário foi aplicado a 100 alunos do 3º ano do Ensino médio, com idade entre 16 e 23 anos; a 75 acadêmicos do primeiro ano e 44 acadêmicos do último ano do curso de Ciências Biológicas; e para 53 alunos do primeiro ano e 15 estudantes do último ano do curso de Agronomia. Os alunos responderam aos seguintes questionamentos:

1. Você já ouviu falar sobre os transgênicos?
2. O quê você entende sobre transgênico?
3. Você acha que existe alguma diferença entre OGMs e os transgênicos?
4. Como você acha que se faz um transgênico?
5. Você conhece algum transgênico? Cite exemplos.
6. Na sua vida cotidiana você tem utilizado algum transgênico?
7. Quais as vantagens que você vê em fazer os transgênicos?
8. Na sua opinião, quais são as desvantagens desta técnica?
9. Você é contra ou a favor dos transgênicos? Por quê?

Para a análise dos dados estabelecemos três grupos: Grupo 1 - G1, englobando as respostas dos alunos da etapa final do ensino médio; Grupo 2 – G2, referente às respostas dos acadêmicos do primeiro ano dos cursos de Ciências Biológicas e Agronomia; e Grupo 3 – G3, onde foram agrupadas as respostas dos acadêmicos dos últimos anos dos referidos cursos.

ANÁLISE DOS DADOS

Todos os alunos do ensino médio e superior que participaram da pesquisa descreveram que já haviam ouvido falar sobre transgênicos. Alguns do ensino médio (G1) complementaram suas respostas descrevendo que obtiveram tais informações por meio de jornais, revistas, televisão ou que o haviam estudado na escola.

“Já, pouco, pois na escola não é muito comentado”.

“Sim, bastante, principalmente na TV e nas revistas”.

“Sim, até mesmo fizemos um trabalho na escola sobre os mesmos”.

Nos seus posicionamentos sobre o que entendiam por transgênicos, 78% dos estudantes de G1 utilizou, ainda que superficialmente, conceitos genericamente divulgados pela mídia, sendo bastante comum nas respostas a expressão “... *geneticamente modificado(a)*”. Em relação ao que pode ser geneticamente modificado, as respostas vacilaram entre “*organismo*”, “*planta*”, “*alimento*”, “*matéria*”, “*semente*” ou, ainda, “*gene*”. Sete desses estudantes revelaram apenas que transgênico é simplesmente um “*produto*”, “*planta*” ou “*alimento modificado*”, sem especificarem, no entanto, que tipo de modificação sofreram.

Questão semelhante foi formulada por Bonzanini e Bastos (2005) em um questionário aplicado à uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola pública de São Paulo, antes e depois das aulas de genética, durante as quais o tema foi estudado por meio de trabalho de pesquisa e discussão. No pré-teste a maioria dos estudantes (42,1%) utilizou o termo “geneticamente modificado” para definir um organismo transgênico, sem, no entanto, explicar o

significado desta expressão. Respostas mais elaboradas e informativas foram obtidas no pós-teste, após o trabalho de pesquisa e discussão.

Entre os acadêmicos do primeiro ano do curso de Ciências Biológicas e Agronomia (G2), os índices de respostas que empregaram, simplesmente, o conceito de “*organismo geneticamente modificado*” foi de 68,6% em (G2), mas a compreensão do conceito foi demonstrada por apenas 16,9% dos acadêmicos deste grupo:

“Um organismo geneticamente modificado que recebeu um gene de outro organismo, sendo que naturalmente não ocorreria..” (G2 - Ciências Biológicas)

“É um organismo que possui um gene em seu DNA que é alheio a sua espécie e não poderia tê-lo adquirido naturalmente” (G2 - Agronomia)

O restante dos estudantes destes grupos demonstrou possuir concepções distorcidas sobre o conceito, descrevendo, por exemplo, que transgênico “*É um produto que sofreu mutação gênica provocada pelo homem*” (G2-Agronomia). Enquanto que outros emitiram respostas incompletas, sem possibilitar a análise se houve ou não compreensão do conceito:

“Mudança nas características genéticas”. (G2 – Ciências Biológicas)

Por definição o termo transgênico refere-se a qualquer organismo, microrganismo, animal ou planta, que por transformação, teve sua constituição genética alterada pela introdução de gene(s) de um outro organismo, em geral de uma outra espécie (KREUZER e MASSEY, 2001; TORRES *et al.*, 1999). Conseqüentemente, denomina-se de transformação a alteração genética ocorrida em uma célula resultante da incorporação estável de material genético exógeno em seu genoma, trata-se, portanto, de um evento integrativo (QUECINE e VIEIRA, 2001). Por outro lado, são considerados mutantes células ou organismos que manifestam uma nova característica ao tornarem-se portadores de novos alelos, resultantes de uma alteração na seqüência de bases de seu DNA (KREUZER e MASSEY, 2001; SUZUKI *et al.*, 1992). Temos que considerar que na transgenia, é possível que a inserção ao acaso de um gene exógeno no genoma de um organismo venha a anular a função de um gene residente neste organismo ou, ainda, interferir com a regulação gênica, aumentando ou diminuindo a expressão de determinado gene (FARAH, 1997).

O conceito de transgênicos como “organismos geneticamente modificados”, também, foi utilizado, sem outras explicações, por 46,5% dos estudantes de G3. Este termo, como verificado por Endo *et al.* (2004), é muito empregado, até mesmo, por estudantes universitários. Nos seus estudos, dos 171 acadêmicos das séries finais dos cursos de Ciências Biológicas, Enfermagem, Farmácia, Psicologia e Zootecnia de uma universidade, localizada na região Noroeste do Paraná, a grande maioria dos estudantes (87,7%) empregou a mesma expressão ao conceituar transgênicos.

No presente estudo, a apropriação do conceito “geneticamente modificada” foi demonstrada por um número maior de acadêmicos (42,6%), em relação aos outros grupos, não atingindo, porém, 50% dos formandos.

“É um organismo que recebeu uma informação genética (gene) de outra espécie e a partir daí passa expressar a característica proveniente deste gene” (G3 - Ciências Biológicas).

“Um produto como a soja que recebeu um gene de uma bactéria, tornando-se resistente ao ghyphosate” (G3 - Agronomia).

Observa-se, assim, que esses estudantes conseguiram elaborar o conceito, deixando claro que este já faz parte do seu pensamento.

Uma concepção distorcida, influenciada pela mídia, refere-se ao conceito de OGM (Organismo geneticamente modificado) que, não raro, é considerado sinônimo de transgênico. De acordo com a literatura, todo transgênico é um OGM, mas nem todo OGM é um transgênico, pois seqüências de um organismo podem ser externamente alteradas e reintegradas, por transformação, neste mesmo organismo. Quando questionados em relação à existência ou não de diferença entre estes termos (questão 3), a maioria dos alunos (79%) de G1, respondeu que “*não existe diferença*”, 7% admitiram que existe, porém, não souberam explicá-las e 14% não responderam ou revelaram não saber se há diferença. Entre os sete alunos que admitiram a existência de diferença entre OGM e transgênico, apenas um descreveu: “*eu acho que sim, porque nem todos os OGMs são transgênicos, embora todos transgênicos sejam OGMs*”, no entanto, não acrescentou nada que pudesse indicar a compreensão do conceito.

Índices bastante semelhantes foram obtidos entre os acadêmicos do primeiro ano de ambos os cursos pesquisados, sendo que somente 27,1% revelaram acreditar na existência de diferenças entre esses termos. Entre os formandos o índice dos que afirmaram existir diferenças entre transgênicos e OGM foi de 47,1%.

“Sim, caso seja modificado o gene de um organismo, sem acrescentar novos genes, ele não se enquadra como sendo um transgênico” (G2 – Ciências Biológicas).

“Sim, porque os OGMs podem ter modificações com genes do próprio organismo, ao contrário dos transgênicos que possuem, necessariamente genes de outra espécie” (G3 – Agronomia).

Embora considerando que o isolamento, a clonagem e a transferência de genes de um organismo para outro envolvem diversas reações químicas, as idéias de muitos alunos da etapa final do ensino médio e etapa inicial da graduação revelaram a não compreensão desses processos. Isto pode ser observado nas respostas obtidas na quarta questão, nas quais alunos (G1), utilizaram idéias alternativas, acreditando que para se fazer um transgênico “*injeta-se uma química na semente*”, “*coloca-se alguma substância dentro ou misturada com as sementes*”, “*você pega uma semente, estuda-a e coloca algo dentro dela para fazê-la mais forte que a bactéria*”, “*em seu DNA implanta-se no laboratório uma outra proteína*” ou ainda “*no exemplo do frango, coloca-se hormônios para fazê-lo crescer mais rápido*”. Não muito diferentes foram as respostas de muitos dos estudantes que estavam cursando o primeiro ano de Ciências Biológicas e Agronomia (G2) e, também, porém em menor número, daqueles que estavam se formando nestes cursos (G3):

“Trabalha-se com o núcleo de algum organismo acrescentando um outro núcleo” (G2 - Ciências Biológicas).

“Por meio de modificações e alterações teciduais e celulares em laboratório” (G3 - Agronomia).

Constata-se, por meio destas concepções que, nem sempre, as informações fornecidas pelos livros, revistas, jornais e outros meios de comunicação, aliado ao modo pelo qual o ensino é conduzido, são suficientes para a apreensão do conhecimento nos seus elementos essenciais. Entretanto, como observado por Amorim (1997), até mesmo os docentes têm revelado possuir dificuldades em compreender os atuais avanços biotecnológicos.

Ao mesmo tempo, não se pode perder de vista que muitas destas concepções, expressas por palavras, podem representar estágios do processo de desenvolvimento conceitual. Como nos ensinou Vygotsky:

Os conceitos psicologicamente concebidos evoluem como significados das palavras. A essência do seu desenvolvimento é, em primeiro lugar, a transição de uma estrutura de generalização a outra. Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa uma generalização. Mas os significados das palavras evoluem. Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é apreendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação dos verdadeiros conceitos (VIGOTSKI, 2001, p. 246).

A re-elaboração do conceito foi observada em 10% das respostas dos alunos de G1, que ao definir e explicar o que é um transgênico, aproximou-se das definições presentes na literatura, porém, empregando palavras de seu próprio vocabulário. Consideraram, por exemplo, que: *“transgênico é um organismo que carrega um gene que não é o dele”* ou que *“são alimentos geneticamente modificados por genes recebidos de bactérias, vírus...”*.

Coincidentemente a maioria destes alunos explicou que para se fazer uma planta transgênica *“um gene de um animal, vírus ou bactéria é implantado, em laboratório, nos alimentos”*, *“é introduzido genes de outros vegetais na seqüência do gene que se quer modificar”*. Entre os estudantes universitários a compreensão do conceito foi observada em 32,8% (G2) e 47,4% (G3).

“Após um longo processo de pesquisa, isola-se uma característica vantajosa de um determinado organismo, e então esta característica é incorporada ao DNA de um outro organismo que só a partir deste momento vai ser capaz de manifestá-la” (G2 – Ciências Biológicas).

“Através de técnicas de engenharia genética, onde um gene contendo determinada característica desejada é isolado e depois inserido no material genético de outro organismo.” (G2- Agronomia).

“Um gene que codifica determinada proteína para uma determinada função é introduzido em plasmídios, amplificado, retirado e colocado no organismo alvo.” (G3 – Agronomia).

Na resposta à questão “você conhece algum transgênico”, todos os alunos citaram alguns dos exemplos constantemente veiculados pelos meios de comunicação de massa e, portanto, os mais produzidos comercialmente, destacando-se os de origem vegetal. A soja aparece em 93% das respostas de G1, em 91% de G2 e em 81,2% da respostas de G3; ficando o milho como o segundo mais lembrado.

No avanço inicial desta biotecnologia, foi muito utilizado a transformação de microorganismos, como bactérias, que passaram a ser utilizados para a produção comercial de hormônios (como Hormônio do Crescimento e Insulina) e, posteriormente, no processamento de outros medicamentos e alimentos. Entretanto, apenas 2 alunos (acadêmicos do último ano do curso de Ciências Biológicas) lembraram-se da existência de “bactérias transgênicas”, ao citarem a utilização de microorganismo na produção da insulina humana (sendo que este procedimento é utilizado desde 1978).

Outros alunos incluíram *“cereais matinais”*, *“bebidas”*, *“refrigerantes”*, *“macarrão instantâneo”* e *“bolacha”* na lista de transgênicos. Este resultado pode ser explicado pela intensa

divulgação, por parte de organizações de oposição à técnica de transgenia, dos possíveis produtos que podem ter em sua composição algum componente oriundo de um organismo transgênico.

Quando questionados se tinham utilizado algum produto oriundo de transgênicos, 44% dos alunos de G1 revelaram não saber, 34% descreveram que já haviam consumido, sendo citados os derivados da soja e do milho, a batata, o macarrão instantâneo, os cereais matinais e produtos importados; 20% responderam que não utilizavam. Alguns estudantes teceram críticas ao fato de as embalagens não trazerem em seus rótulos informações com as quais possam saber o que estão consumindo:

“Tento evitar, mas é difícil saber o que é transgênico, pois não vem informado na embalagem”.

“Não há como saber, pois muitos dos produtos transgênicos passam despercebidos pelas autoridades e são vendidos como produtos que não sofreram nenhum tipo de modificações”.

Entre os acadêmicos, 31,5% de G2; 22,5 % de G3 revelaram não saber se estão utilizando algum produto transgênico.

“... muitos alimentos são transgênicos, mas devido ao fato de não haver rotulagem é difícil saber quais são consumidos” (G3 – Ciências Biológicas)

“Não sei. Pois os produtos que compro não está especificado se é utilizado matéria-prima transgênica” (G3- Agronomia).

O poder da mídia, influenciando decisivamente na concepção de mundo das pessoas, através da divulgação dos debates polêmicos gerados entre a comunidade científica, poder econômico, jurídico e público, em geral, pode ser observado nas opiniões dos estudantes sobre as vantagens e desvantagens desta biotecnologia.

Em relação às vantagens dos transgênicos foram destacadas por G1: a resistência a herbicidas, pragas e patógenos, resultando na redução do uso de agrotóxicos (43%); o aumento da produtividade (31%) e valor do nutricional dos alimentos (22%). Os universitários, de um modo geral, citaram como vantagens: resistência a fatores desfavoráveis (pragas, fatores climáticos e ambientais); aumento de produtividade e aumento da qualidade dos produtos ou aumento do valor nutricional dos alimentos, redução de custos e aumento da velocidade de melhoramento genético (6,2% - Grupo3 - Agronomia). Mas para 7% de G2 e 9,4% de G3 não existe nenhuma vantagem na existência de transgênicos.

Nos relatos das suas opiniões sobre as desvantagens dos transgênicos a maioria dos alunos de G1 (83%) concebeu que são prejudiciais à saúde humana, podendo causar alergias, toxidez, várias doenças, inclusive genéticas e, até mesmo a morte, opondo-se ao posicionamento do aluno que considerou que os transgênicos *“curam doenças”*:

“As causas que podem trazer para nossas vidas são: alergias, podem ser tóxicos. Camundongos que se alimentaram de batatas transgênicas morreram”.

“Podem causar ou desenvolver alguma doença e até mesmo matar”.

A respeito das desvantagens desta biotecnologia, os acadêmicos de G2 enfatizaram: alterações na saúde humana (18%), desequilíbrio ambiental (11%), e falta de

pesquisas/estudos/informações (11%). Já os acadêmicos de G3 ressaltaram: o monopólio das multinacionais (18,7%); falta de estudos (18,7%) e perda da variabilidade genética (6,2%). Por outro lado, 11,3% de G3 descreveram não haver desvantagens em fazer transgênicos.

Percebe-se que a questão referente à saúde humana é o principalmente motivo de preocupação dos estudantes de ambos os níveis de ensino pesquisados. Esta apreensão, também, foi verificada nos estudos de Bonzanini e Bastos, (2005, p. 7) entre estudantes do 2º ano do ensino médio e por Endo et al. (2004) no nível superior de ensino.

As controvérsias em relação aos riscos dos alimentos transgênicos são bastante acirradas mesmo entre a comunidade científica. Os cientistas que defendem esta biotecnologia argumentam que a possibilidade dos transgênicos causarem distúrbios tais como hipersensibilidades alérgicas e toxidez não são maiores do que com alimentos desenvolvidos pelo melhoramento convencional. Sobre esta questão Nodari e Guerra (2003, p.108) ressaltaram:

Como o transgene confere novas características, em geral pouco avaliadas quanto aos seus impactos, ainda não foi gerada uma base de conhecimento para abordar corretamente este assunto. Neste sentido, as liberações para o cultivo comercial de plantas transgênicas devem ser precedidas por estudos nutricionais e toxicológicos de longa duração.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) desenvolveu testes e padrões internacionais para detectar substâncias com potencial alergênico. Estes testes são bastante rigorosos e os OGMs são submetidos a eles antes de ser liberados no mercado. A comercialização da soja modificada pela transferência do gene que codifica para o aminoácido metionina na castanha-do-pará, por exemplo, foi suspensa por ocasionar reações alérgicas a algumas pessoas.

Além dos riscos de alergias e toxicidade, alguns críticos argumentam que alimentos transgênicos, que contêm genes de resistência a antibióticos, podem disseminar a resistência para bactérias.

Outra controvérsia observada nas respostas dos alunos sobre as vantagens e desvantagens dos transgênicos, refere-se ao valor nutricional. Diferentemente das respostas que consideraram que alimentos oriundos de organismos transgênicos são mais nutritivos, dois alunos descreveram, como desvantagem, que estes alimentos são menos nutritivos.

Em relação à equivalência nutricional, pesquisas realizadas com soja transgênica e não transgênica, não revelaram diferenças entre os constituintes nutricionais dessas duas categorias de plantas (ZANCAN, 1999).

Muitos alunos destacaram também em suas respostas que os transgênicos podem representar riscos de desequilíbrio ou impacto ambiental e diversidade:

“Uma das desvantagens é o desequilíbrio ambiental, o desaparecimento de algumas espécies” (G1 – Ensino Médio).

“Com o passar das gerações os genes podem ser transferidos para espécies silvestres acabando com a diversidade” (G2 – Agronomia).

“Não se deve manipular a natureza sem se conhecer as conseqüências, principalmente, ambientais e evolutivas” (G3 – Ciências Biológicas).

Sobre esta questão, os debates mais polêmicos se referem à ameaça à biodiversidade devido ao fluxo gênico ou transferência dos transgenes de uma população para outra, trazendo como conseqüência, o deslocamento ou eliminação de espécies silvestres, a exposição de espécies a novos patógenos, a criação de plantas daninhas de difícil controle, a poluição e erosão genética (NODARI e GUERRA, 2003). No entanto, segundo Cançado (2000), o risco de fluxos

de genes engenheirados para espécies silvestres, seria mais crítico em regiões onde se localizam os similares silvestres, o que poderia ocorrer nos centros de origem. No entanto, para que isso acontecesse, seria necessário que o organismo transformado (vegetal, animal) fosse mais adaptado ao ambiente em que foi introduzido do que às espécies silvestres com as quais ela compete. Klinger *et al.* (1991) ressaltaram que o fluxo gênico entre diferentes espécies é extremamente complexo e, para que ocorra, é necessária a quebra de várias barreiras de isolamento reprodutivo.

Outra preocupação, levantada principalmente por ambientalistas, refere-se à ação de genes inseticidas inseridos em lavouras geneticamente modificadas, os quais poderiam eliminar insetos importantes tanto para a polinização como para a cadeia alimentar.

Os posicionamentos dos alunos não se restringiram somente à saúde e ao meio ambiente, mas também às implicações sócio-econômicas resultantes do cultivo dos transgênicos:

“Prejudica os produtores que não plantam transgênicos” (G1 – Ensino Médio).

“O fato deles serem estéreis, pois em cada safra o agricultor dependerá de uma empresa (Monsanto) para produzir” (G2 – Agronomia).

“A produção comprovadamente diminui, há riscos biológicos, o preço das sementes é mais elevado e enfrentam a desconfiança do consumidor em consumi-lo” (G3 – Ciências Biológicas).

Sobre as reações adversas do público perante esta nova era biotecnológica, Leite (2000, p.40) considerou que:

A repulsa aos alimentos transgênicos parece ser apenas o topo visível de uma profunda desconfiança, alimentada pela percepção de que a fronteira entre natureza e cultura – que, diga-se, sempre foi móvel e historicamente determinada – está sendo retraçada não tanto sob os ditames de uma ciência pura e desinteressada, mas sim, predominantemente, sob interesses daquilo que se poderia denominar “complexo industrial-biotecnológico”.

No entanto, enquanto estas questões vão se tornando cada vez mais polêmicas, a produção e consumo de derivados dos transgênicos já são uma realidade em muitos países, entre eles o Brasil, depois de uma grande resistência para a liberação e comercialização destes produtos, safras da soja transgênica Roundup Ready foram liberadas para ser plantadas e comercializada visto que plantios clandestinos desta cultivar estavam ocorrendo em muitos Estados.

Baseados em suas concepções sobre as vantagens e desvantagens desta biotecnologia, os alunos de G1 posicionaram-se contra (40%), a favor (34%) ou sem opinião formada (26%) quanto à regulamentação dos transgênicos, destacando-se frases como essas:

“Contra, porque não sei que benefícios eles trazem”.

“A favor, porque não foi comprovado ainda que eles causam reações que possam prejudicar o homem”.

“Ainda não tenho uma opinião formada sobre este assunto”.

Em relação aos universitários, 50,7% de G2 e 68,3% de G3 revelaram-se favoráveis à utilização de transgênicos; 36,9% de G2 e 25,3% de G3 mostraram-se indecisos; enquanto que 12,4% de G2 e 6,4% de G3 mostraram-se contrários a esta biotecnologia. Como podemos observar a porcentagem dos favoráveis aos transgênicos aumentou, concomitantemente, com o nível de escolaridade e nível de entendimento e interesse pela técnica, sendo que o maior índice de aceitação foi identificado entre os formandos do curso de agronomia.

“A favor. Porque nada foi comprovado sobre seus malefícios, além do que é importante sua produção no que se trata da economia do país” (G3 – Agronomia).

“A favor, pois acredito que pode ser favorável a política econômica, aos produtores e aos consumidores, dependendo das descobertas e práticas biotecnológicas desenvolvidas, diminuindo-se os custos de produção e aumentando-se a produtividade.” (G3 – Ciências Biológicas).

“Contra, acho necessário maiores estudos sobre a possibilidade de contaminação do solo, animais, plantas e do homem” (G3 – Ciências Biológicas).

Para Bonzanini e Bastos (2005), o fato da maioria dos acadêmicos revelarem ser favorável ao uso e comercialização dos transgênicos se deve a influência exercida pela mídia ao apresentarem uma posição favorável a esta biotecnologia no que se refere aos benefícios econômicos que podem ser obtidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concepções e opiniões manifestadas pelos estudantes da etapa final do ensino médio e muitos dos universitários, principalmente, os que estavam iniciando o curso, em relação aos transgênicos, revelaram que tais alunos apresentam uma compreensão sobre este tema cujos elementos essenciais deste conceito não foram apreendidos.

A maioria, apesar de empregar termos amplamente divulgados tanto pela mídia como em situações de ensino, demonstrou dificuldades em esclarecê-los, reduzindo o conceito à palavra ou à definição destituída de significado. Tais dificuldades podem estar relacionadas à falta de domínio da base científica que possibilitou os atuais avanços biotecnológicos decorrente de um ensino que valoriza apenas a memorização.

Sobre esta questão Vygotsky observou:

(...) a experiência pedagógica nos ensina que o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. O professor que envereda por esse caminho costuma não conseguir senão uma assimilação vazia de palavras, um verbalismo puro e simples que estimula e imita a existência dos respectivos conceitos na criança mas, na prática, esconde o vazio. Em tais casos, a criança não assimila o conceito, mas a palavra, capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado. No fundo, esse método de ensino de conceitos é a falha principal do rejeitado método puramente escolástico de ensino, que substitui a apreensão do conhecimento vivo pela apreensão de esquemas verbais mortos e vazios (VIGOTSKI, 2001, p. 247).

Verificou-se, também, que as opiniões dos estudantes, principalmente de G1, quanto às aplicações e às implicações dos transgênicos expressam idéias, muitas vezes, equivocadas e

sensacionalistas divulgadas pela mídia.

Cabe, portanto, à escola promover uma educação que possibilita aos cidadãos a apropriação de conhecimentos com base nos quais possam tomar decisões conscientes e esclarecidas. Os dados analisados indicam que, no que se refere aos transgênicos, os conhecimentos ensinados na escola não tem possibilitado aos sujeitos o entendimento da realidade atual e, por conseguinte o pensar, falar e agir cientificamente e com responsabilidade.

Quanto a este aspecto, Palangana et al. (2002, p. 121) ressaltaram que “a aprendizagem vai além da apropriação de um conteúdo específico e significa, também, o desenvolvimento de capacidades cognitivas que possibilitem a ação sobre o conhecimento re-elaborado”.

Em relação aos acadêmicos que participaram da pesquisa, aqueles que estavam cursando o primeiro ano dos cursos analisados apresentaram um padrão de respostas bastante semelhante aquele dos alunos da etapa final do ensino médio, demonstrando dificuldades em utilizar os conceitos científicos adquiridos para expressar o que entende e posicionar-se em relação a esta biotecnologia. Diferentemente, muitos dos estudantes que estavam concluindo o curso apresentaram melhor elaboração dos conceitos científicos investigados, demonstrando a compreensão do processo de transgenia e a formação de atitudes quanto a sua aplicação, independentemente, do posicionamento ser favorável ou contrário a essa biotecnologia.

Estes resultados ressaltam a necessidade da apropriação dos conceitos científicos, que estão na base dos atuais avanços biotecnológicos, para que os sujeitos possam compreender e posicionar-se de modo crítico e democrático acerca de seus benefícios, riscos e implicações.

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? In: VI Encontro “Perspectiva do Ensino de Biologia”, USP: Faculdade de Educação, 1997, p. 74-77.

BRANDÃO, C. R. *A pesquisa participante na docência: a busca do diálogo na construção do saber*. Série Pesquisa, vol 5, 2005.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Concepções de alunos do ensino médio sobre clonagem, organismos transgênicos e projeto genoma humano. Atas do V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – V ENPEC-, Bauru-SP, 2005. CD.

CANÇADO, G. M. de A. Plantas transgênicas e biossegurança. *Informe Agropecuário*, v. 21, n. 204, p. 14-19, maio/jun. 2000.

ENDO, K. S.; RICCI, G. C. LA V.; REBEQUE, V.; FAJARDO, S.; MOREIRA, A. L. O. Os conhecimentos e as atitudes de estudantes universitários em relação aos transgênicos. In: Atas do XIII Encontro Anual de Iniciação Científica- XIII EAIC -, Londrina – PR, 2004. CD.

FARAH, S.B. *DNA: Segredos e Mistérios*. São Paulo: Sarvier, 1997.

KLINGER, T.; ELAN, D.R.; ELLSTRAND, N.C. Radish as a model system for the study of engineering gene escape rates via crop-weed matting. *Conservation Biology*, v.4, p.531-535, 1991.

KREUZER, H.; MASSEY, A. *Recombinant DNA and biotechnology: a guide for teachers*. 2ª ed. Washington: Ed. ASM Press, 2001.

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

NODARI, R. O.; GERRA, M. P. Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas). *Revista de Nutrição*, v.16, n.1, p. 105-116, jan./mar., 2003.

PALANGANA, I.; GALUCH, M. T. B.; SFORNI, M. S. F. Acerca da relação entre ensino, aprendizagem e desenvolvimento. *Revista Portuguesa de Educação*, v.15, n.1, p.121-131, 2002.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.6, n.2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

QUECINE, V. M.; VIEIRA, M. L. C. Plantas transgênicas. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M. de; AZEVEDO, J. L. de (coord.). *Biotecnologia na agricultura e na agroindústria*. Guaíba/RS: Agropecuária, 2001, p. 279-331.

SUZUKI, D. T.; GRIFFITHS, A. J. F.; MILLER, J. H.; LEWONTIN, R. C. *Introdução à genética*. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Roogan, 1989.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. Cultura de tecidos e formação genética de plantas. In: *Centro Brasileiro Argentino de Biotecnologia (CBAB)*, Brasília, DF, 2ª edição, 1999, p. 519-568.

VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins fontes, 2001.

VYGOTSKI, V. S. *Obras escolhidas*. Madrid: Visor, 1982.

ZANCAN, G. T. Alimentos transgênicos: riscos à saúde. Disponível em: <http://www.portalrural.com.br/agroartigos/print.html?=&artigo38.html>. Acesso em: 21 jul. 1999.