

# ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA

Isabela Chellegatti<sup>1</sup>  
Henrique Jorge Novaes Morgan<sup>2</sup>  
Jandira Liria Biscalquini Talamoni<sup>3</sup>

## 1 Introdução

### Um pouco de História sempre ajuda...

No Período Neolítico, há aproximadamente 12.000 anos atrás, o ser humano deixava de ter hábitos nômades para fixar-se em um lugar e nele explorar os recursos necessários para a sua sobrevivência. Foi nesse período que a agricultura e a pecuária tiveram seu início e, desde então, o homem iniciou - embora sem ter essa consciência - o melhoramento das plantas, pois provocou a seleção daquelas cujas características mais lhe agradavam (cor, sabor, aroma, tamanho, etc.). Não se sabe ao certo como atuavam nesse processo, mas existem registros, por exemplo, de que os grãos de feijão e milho produzidos pelos índios peruanos e norte-americanos eram cerca de quinze vezes maiores do que as formas selvagens presentes naquela época (MAZOYER, 2008).

Gregor Mendel (1822-1884), em 1866, publicou seus estudos sobre os experimentos com ervilhas (*Pisum sativum*), os quais possibilitaram uma mais ampliada e melhor compreensão do mundo a nossa volta, e que explicaram o processo de seleção de melhoramento das plantas que o homem vinha realizando a milênios. Todavia, seu trabalho só foi 'redescoberto' 35 anos depois, resultando nas Leis de Hereditariedade até hoje reconhecidas (FANTIN, 2015).

Naqueles experimentos, Mendel deduziu que existiam fatores hereditários nos gametas que determinavam as diversas características nos indivíduos (AMABIS;

---

1 Discente do curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Ciências, UNESP-Bauru.

2 Discente do curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Ciências, UNESP-Bauru.

3 Docente do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências, UNESP-Bauru.

E-mail: talamoni@fc.unesp.br.

Agradecimentos: PIBID; CAPES; PROGRAD UNESP.

MARTHO, 2010). Tais descobertas foram essenciais para a genética moderna e, consequentemente, para o melhoramento genético do qual falaremos adiante.

Bueno, Mendes e Carvalho (2006) apresentam um histórico completo da modernização da agricultura ao longo do tempo. Segundo os autores, foi no século XI que a intensificação da agricultura permitiu o crescimento da população humana, já que resultou em maior disponibilidade de alimento. No entanto, a primeira revolução agrícola só aconteceu entre os séculos XVI e XIX, época em que ocorreu a primeira revolução industrial, a qual possibilitou a introdução de máquinas nas lavouras, além de dar início aos processos de produção de fertilizantes químicos e ao desenvolvimento de monoculturas. Ainda de acordo com os autores, experimentos envolvendo o melhoramento genético tiveram início no século XIX, com Jonh Le Couter e Patrick Sherrif, que produziram novos exemplares de cereais. Um pouco mais tarde, H. Nilsson definiu a 'Teoria das Linhagens Puras', pois percebeu que a planta como um todo tinha certa característica e não apenas seus grãos ou espigas.

Os Centros de Pesquisas Agrícolas mostraram grandes conquistas após o fim da Segunda Guerra Mundial. Naquele período foram selecionadas variedades de arroz, trigo e milho que apresentavam altos rendimentos, visando a suprir as necessidades da população. Além disso, o uso de fertilizantes e de máquinas na agricultura foi intensificado e aquelas variedades foram distribuídas em larga escala pelo mundo, permitindo o aumento da produção de alimentos e dando origem à chamada 'Revolução Verde', que se caracterizou pelos cultivos padronizados e que garantiam altos rendimentos (BRUNO; MENDES; CARVALHO, 2006).

Porém, o grande marco na agricultura se deu com o surgimento dos "organismos geneticamente modificados" (OGM), também chamados transgênicos. Tal denominação está associada ao fato de estes organismos possuírem um gene ou uma sequência de genes provindos de outro indivíduo e que foram inseridos em suas células. Assim, esses OMGs desenvolvem novas características que estavam originalmente presentes nos indivíduos dos quais algum gene foi retirado (EMBRAPA, 2016). Os primeiros OGMs surgiram em 1973, quando pesquisadores da Califórnia transferiram um gene de rã para a célula de uma bactéria. A partir de então a transgenia tem avançado, mediante o desenvolvimento e uso de técnicas da engenharia genética (ALVES, 2004).

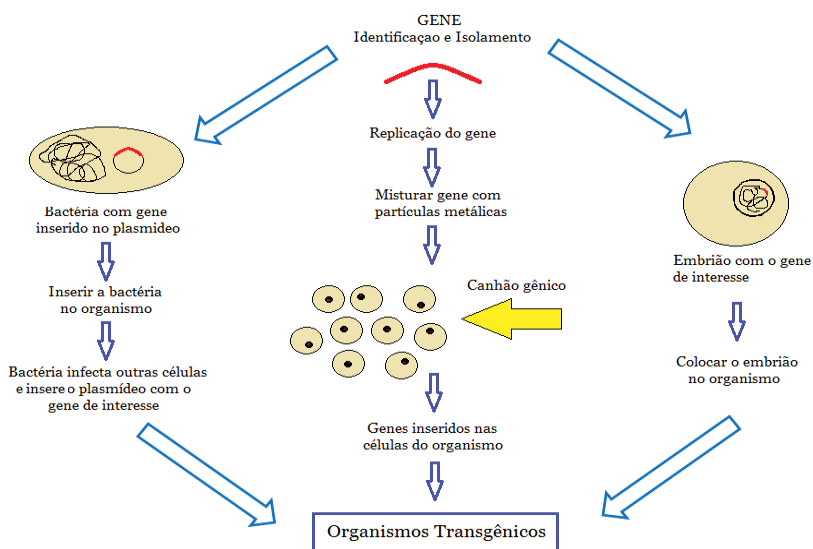
A técnica de transgenia se deu início na década de 1940, a partir do desenvolvimento da DNA recombinante, abrindo o campo da engenharia genética. Essa tecnologia vem sendo usada desde então, principalmente na produção de antibióticos, vacinas, cultivo de células e clonagem de animais e vegetais. Este novo campo permitiu a manipulação do material genético dos organismos vivos, gerando os chamados transgênicos, visando a melhora das características desvantajosas dos organismos, no ponto de vista da produção agrícola e de outras áreas (ARAGÃO, 2003).

Empresas como a Embrapa e a Monsanto desenvolvem uma série de plantas transgênicas de importância comercial para aplicação na agricultura, nas quais os genes de interesse são isolados de microrganismos e inseridos no DNA da planta, com o objetivo de torná-la resistente a doenças ou mais nutritiva, entre outras inúmeras aplicações. Esta técnica só foi possível com a descoberta das

enzimas de restrição, que têm a capacidade de cortar a fita do DNA em pontos precisos, permitindo isolar o gene de interesse. Outras enzimas são necessárias no processo, como é o caso da DNA-ligase, que consegue juntar as fitas de DNA cortadas à fita original do organismo a ser modificado (ARAGÃO, 2003).

A primeira molécula híbrida de DNA foi produzida por Paul Berg e seus dois colaboradores, David Jackson e Robert Symons, em 1972. A partir de fitas de DNA de dois vírus diferentes e de uma bactéria, isoladas por meio da ação de enzimas de restrição e ligadas umas às outras pela DNA-ligase (ARAGÃO, 2003). Porém, somente em 1994, na Califórnia, foi desenvolvido o primeiro produto alimentar geneticamente modificado do mundo, um tomate que se caracterizava por apresentar uma maior durabilidade (EMBRAPA, 2016).

Duas décadas depois, o mercado de transgênicos na agricultura se mostra cada vez mais expressivo, em especial no Brasil, onde de 2014 a 2015 tal produção cresceu 5%. A Figura 1, apresentada a seguir, ilustra algumas das formas mais utilizadas para a produção de organismos transgênicos, a partir do isolamento do gene de interesse.



(Fonte: Autores)

**Figura 1.** Formas para produção de organismos transgênicos

No canhão gênico são utilizados partículas de ouro ou tungstênio recobertas de com as fitas de DNA isoladas. As células são bombardeadas com alta velocidade, para que estas microesferas metálicas possam adentrar na célula, passando pela membrana, de forma a não rompê-la. Além disso estas partículas não devem reagir ou causar prejuízos à célula, por conta disso são estes tipos metálicos que são utilizados, por serem menos reativos e assim não causando malefícios às células (CASSE; BREITLER, 2001).

Outra possibilidade é a inserção dos genes nos plasmídeos de bactérias. A partir disso essa bactéria é posta em contato com o organismo a ser modificado. A bactéria no organismo infecta as células do organismo, inserindo seus plasmídeos juntamente com seu material genético, assim estas células modificadas - transgênicas - passam a sintetizar a proteína de interesse (CASSE; BREITLER, 2001).

A outra forma utilizada é inserir os genes diretamente na célula embrionária através de microagulhas. Dessa forma o organismo se desenvolverá com o gene em todas as suas células (CASSE; BREITLER, 2001).

Atualmente, os Estados Unidos são considerados o maior produtor mundial de transgênicos (70,9 milhões de hectares), seguido pelo Brasil (44,2 milhões de hectares) e pela Argentina (24,5 milhões de hectares), sendo que dentre os principais produtos comercializados estão a soja, o milho e o algodão. Segundo o Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia - ISAAA (JAMES, 2015), nenhum outro país apresentou um aumento semelhante ao do Brasil, com relação à produção de transgênicos.

Atualmente, no mundo, 28 países produzem transgênicos, ocupando uma área de 179,7 milhões de hectares, sendo que dos cultivos feitos hoje em nosso país, com auxílio da biotecnologia, 94,2% da soja, 84,6% do milho e 73,3% do algodão são transgênicos (ISAAA, 2015).

Apesar dos constantes debates que têm ocorrido envolvendo o cultivo dos transgênicos, essa prática é uma realidade e, segundo Roessing e Lazzarotto (2005), trata-se de algo sem retorno pelo fato de proporcionar vantagens mais expressivas que as desvantagens tanto para os produtores como para os consumidores e o meio ambiente, desde que sejam tomados os cuidados inerentes a toda inovação tecnológica. De acordo com o ISAAA (JAMES, 2015), cada vez mais agricultores estão plantando transgênicos por se tratar de uma tecnologia testada e com eficácia comprovada.

Porém, autores como Nodari e Guerra (2003), Souza Porto (2005) e Carvalho e Bieger (2016) relatam que deveríamos tomar precauções quanto ao uso de transgênicos, tanto com relação à saúde, quanto ao meio ambiente. Os autores dizem, em sua maioria, que os efeitos destes alimentos não podem ser previstos, fazendo com que os produtos geneticamente modificados representem um risco inesperado e normalmente desconhecido pela população.

## **Justificativa**

A partir do exposto, observamos a relevância da produção de transgênicos para a alimentação humana, mas não podemos ignorar as opiniões divergentes sobre o assunto.

Sendo assim, acreditamos que a compreensão do tema e dos aspectos econômicos, sociais e ambientais nele envolvidos é essencial para a formação dos estudantes - e para toda a sociedade - os quais precisam ter ampliados os seus conhecimentos sobre o assunto para poderem efetivamente se posicionar a respeito de tal prática.

Em geral, embora presente no Currículo do Estado de São Paulo, o tema tem sido vagamente tratado nas escolas de ensino básico. Isso se reflete na

formação dos estudantes, pois estes encontram dificuldades para exibirem seus posicionamentos, utilizando-se de concepções do senso comum para embasar suas opiniões (SILVA; RIBEIRO, 2009; SOUZA; FARIAS, 2011; CARVALHO; GONÇALVES; PERON, 2012).

Neste sentido, Souza (2016) afirma a necessidade de ser discutida a temática dos transgênicos com toda a sociedade, sendo de extrema importância a compreensão do assunto, já que a maioria das pessoas parece conhecer o significado de alimentos transgênicos e acreditam que estes geram malefícios à saúde, mas não possuem argumentos sólidos que sustentem suas opiniões. O autor relata que as pessoas sentem falta de informações com respeito ao mal que este tipo de alimento pode trazer e acreditam que o Brasil não deveria produzir e cultivar alimentos transgênicos.

Diante dessa realidade, pensamos que o uso de uma estratégia de ensino que permita tratar tal assunto de modo mais dinâmico, permitindo ainda que se desenvolva o senso crítico nos estudantes venha a ser interessante, e é neste ponto que vamos nos ater.

## **2 Uma forma de tratar o tema na escola**

Durante a década de 1990, pesquisadores perceberam grandes falhas no Ensino de Ciências (STRIKE; POSNER, 1982) e a partir desse ponto a perspectiva de Ensino por Pesquisa (EPP) permitiu que houvesse uma educação focada na Cidadania e na Alfabetização Científica, na qual a ciência fosse vista, pelos estudantes, como um processo sociocultural e que deve ser avaliada com princípios éticos e responsáveis (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Neste sentido, o movimento da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) é muito utilizado, pois permite trabalhar problemáticas que fazem parte do dia-a-dia do aluno (RIBEIRO; GENOVESE; COLHERINHAS, 2011). Todavia, segundo autores como Cachapuz (1997), Fourez (2003), Delizoicov (2001) e Ribeiro, Genovese, Colherinhas, (2011), esses avanços na área de Ensino de Ciências não têm ocorrido, visto que permanece a rotina acadêmica, ou seja, não têm atingido as instituições básicas de educação.

Trabalhos como os de Ribeiro, Genovese e Colherinhas (2011) e Portilho e Almeida (2008) mostram que o EPP é um método eficaz. A metodologia proposta por Cachapuz, Praia e Jorge (2002) visa que os alunos, mediados pelo professor, discutam sobre o tema a ser abordado e que deve ser vinculado a abordagens CTSA. Além disso, os autores estruturam o EPP em três momentos: problematização do tema, metodologias de trabalho e avaliação.

A partir disso acreditamos que tratar o tema dos transgênicos utilizando do EPP seria a maneira mais interessante de se trabalhar em sala de aula e, para tal, elaboramos uma aplicação desta metodologia.

Em nossa opinião, para o cumprimento dessa proposta seriam necessárias, no mínimo, três aulas, de forma que em cada uma delas se pudesse trabalhar um dos três momentos do EPP. Será necessário que os alunos já tenham tido contato

com genética, pois deverão conhecer conceitos básicos relativos ao DNA, RNA, plasmídeo, transcrição e tradução e suas respectivas funções. Assim a proposta foi desenvolvida para alunos dos segundos anos do ensino médio.

### **Problematizando o tema**

O professor poderá utilizar o item 'Introdução' deste texto como base para a sua aula e esta, primeiramente, poderá ser expositiva, visando à apresentação do tema aos estudantes. O professor precisará explicar, após uma sondagem sobre os conhecimentos prévios que seus estudantes possuem sobre o assunto, o que é a transgenia e como são produzidos os organismos transgênicos. Neste sentido, estará resgatando o contexto histórico em que foi necessário que a Ciência voltasse a sua atenção para a necessidade de aumento da produção de alimentos e ressaltando a importância da história da ciência.

Destacamos que o professor não deverá abordar os prós e contras sobre os transgênicos ou mesmo expressar sua opinião sobre o assunto.

Consideramos que seria muito interessante o professor exibir alguns vídeos para a classe. Esses recursos midiáticos podem ser neutros ou apontarem as diferentes opiniões e, neste caso, deverá ser obrigatória a exposição de mídias que mostrem os prós e os contras.

Outro recurso que poderá ser utilizado pelo professor será levar para a sala de aula, vegetais não transgênicos e transgênicos, a fim de que os estudantes possam observar diferenças fenotípicas entre eles. Caso haja tempo disponível, o professor poderá construir, com seus estudantes, uma horta que lhes possibilite comparar o desenvolvimento de vegetais sob os dois tipos de produção (transgênico e não transgênico) ou até para compará-los com os das grandes produções. Milho, feijão, algodão e tomate são alguns exemplos de vegetais que poderão ser utilizados.

O objetivo deste primeiro momento é que os estudantes entendam o que são os produtos transgênicos, como são produzidos e utilizados para que, apoiando-se na teoria, possam entender os argumentos a favor ou contra a produção dos OMGs. Além disso, é importante entenderem que a ciência é mutável; vem sendo construída historicamente, mas sempre estará evoluindo, portanto, está sempre exposta à possibilidade de cometer e corrigir erros e, conseqüentemente, está sempre exposta à crítica e à divergência de opiniões... Por isso, cresce!

### **Colocando “a mão na massa”**

Este segundo momento tem como intuito que os estudantes façam suas pesquisas, buscando informações sobre os transgênicos e as discutam em sala de aula. O professor deverá, ao final do primeiro momento, orientá-los para que pesquisem a respeito, oferecendo-lhes algumas fontes de informação.

Como estratégia de trabalho, sugerimos a organização e realização de um debate entre os estudantes. Estes deverão ser separados aleatoriamente em 2 grupos, os quais participarão do debate: um deles se mostrará a favor e o outro será contra a produção e uso

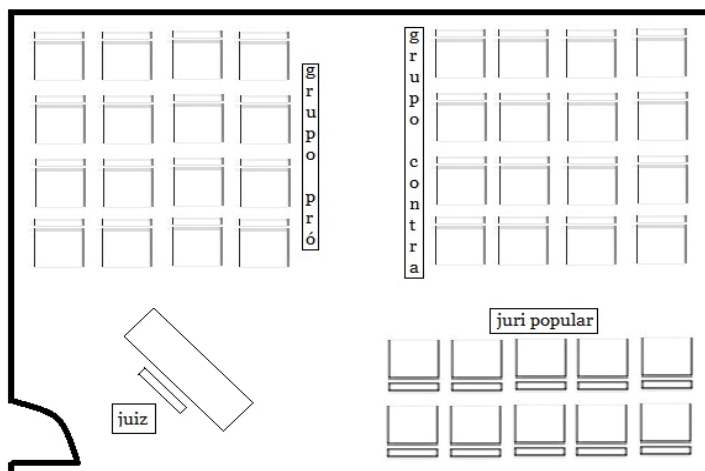
dos transgênicos. Cada grupo terá uma semana para realizar suas pesquisas sobre o tema, se organizar e levar as informações para a sala de aula, de forma a defender o posicionamento do grupo. Para tal, os estudantes deverão estar preparados para abordar os aspectos social, ambiental, econômico e científico/ético. Visando a facilitar a discussão, sugerimos que os alunos coloquem seus argumentos, de forma resumida, em um quadro (Quadro 1).

**Quadro 1.** Dados para guiar a discussão

Aspectos	Grupo: pró	Grupo: contra
Social		
Ambiental		
Econômico		
Científico / Ético		

Fonte: autores

No dia do debate, será simulada uma audiência pública com o tema “Devemos ou não abolir o consumo de transgênicos”, na qual o professor será o ‘juiz’, com o papel de mediar as falas e orientar a discussão. Os grupos serão ‘julgados’ a partir dos argumentos que apresentarem sobre cada um dos aspectos associados à temática dos transgênicos. O ‘júri popular’, ao qual caberá julgar qual grupo ‘ganhou a causa’, será representado por alguns alunos do 3º ano, visto que, teoricamente, já teriam tido contato com este conteúdo. Na Figura 2, apresentamos uma sugestão para a organização da sala.



(Fonte: autores)

**Figura 2.** Disposição dos estudantes durante o debate em sala de aula

Para iniciar, o professor deverá fazer uma breve introdução do assunto, a fim de que o júri popular entenda o contexto. Após isso, cada um dos grupos deverá abordar rapidamente os diferentes aspectos sobre o tema, apresentando seus argumentos, sendo que um aluno de cada grupo deverá ir à frente da sala para falar. Após as apresentações, cada grupo deverá combater os aspectos do outro grupo. Por exemplo: o “grupo pró” irá contra os argumentos apresentados pelo “grupo contra” sobre os aspectos sociais, e assim sucessivamente, para cada aspecto abordado.

O professor poderá apresentar algumas questões envolvendo o tema, visando estimular a discussão. Por exemplo:

- O número de pessoas está aumentando e a disponibilidade de alimentos para todos poderá se tornar um problema; em algumas regiões do mundo já existem pessoas passando fome e os transgênicos poderão ser uma salvação, porém, podem produzir mal à saúde ou podem interferir no ambiente. O que fazer diante disso? Deixar as pessoas passando fome ou produzir alimentos transgênicos?

- O professor poderá exibir a imagem de uma pessoa revolvendo o “lixo” em busca de alimento e, então, perguntar: “será que os transgênicos fazem mais mal que isso?”. Ou colocar a imagem de uma pessoa com câncer e/ou de uma criança com deformação e perguntar: “será que os transgênicos têm algo a ver com isso?” “Devemos ser a favor dos transgênicos?”

- O professor poderá colocar questionamentos como: se a alteração do material genético de um organismo, visando “melhorar a espécie” não seria antiético? Poderíamos mudar geneticamente as pessoas?

- Também será importante questionar: como avaliar os transgênicos do ponto de vista ecológico? Será que as plantas transgênicas não se mostrariam melhor competidoras do que as plantas não transgênicas? E se isso ocorrer, como ficam as questões da seleção natural e a biodiversidade?

- O professor poderá, ainda, estimular a discussão questionando: diante deste quadro, como o Estado deve agir? Será que o Estado deve se deixar influenciar pela economia ou apenas assumir um posicionamento neutro? Quais as decisões que lhe cabem tomar, neste sentido?

O ‘júri popular’ apenas ouvirá os questionamentos e anotará as respostas e outras ideias que surgirem durante o debate e que achar procedente ou não, podendo realizar perguntas e tirar dúvidas durante todo o processo. No final das discussões o ‘juiz’ solicitará que o ‘júri popular’ se expresse e este designará um representante que deverá expor o posicionamento assumido por aquele grupo.

### **Avaliando o processo**

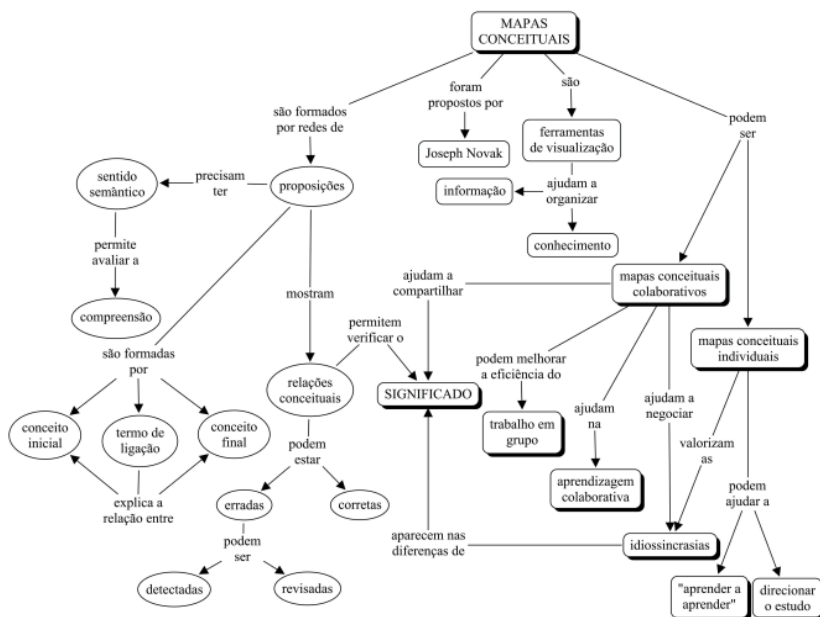
Correia, Silva e Romano Junior (2010) discutem sobre a abordagem dos mapas conceituais como forma de avaliação do aprendizado em sala de aula, bem como também de serem considerados uma maneira de auxiliar no aprendizado. A construção desses mapas também favorece a interação e o diálogo entre os alunos, e entre os alunos e professores.

De acordo com os autores, o uso dos mapas conceituais pelos alunos exige a abertura para as incertezas e subjetividades, por permitirem expor as



idiosincrasias de suas estruturas cognitivas. Isso se opõe, por exemplo, às provas de múltipla escolha ou dissertativas, que apresentam apenas uma resposta correta.

Correia, Silva e Romano Junior (2010) identificaram, a partir da elaboração de mapas conceituais por parte dos alunos, que estes fizeram uma releitura de todo o conteúdo já estudado na escola e que, na maioria das vezes, extrapolaram um campo disciplinar, abordando os temas de forma interdisciplinar. Na Figura 3 observa-se um mapa conceitual que os autores apresentam para explicar o "O que são mapas conceituais" (pergunta focal).



Fonte: Correia, Silva e Romano Junior, 2010.

**Figura 3.** Mapa conceitual

Pensamos que esta seria uma abordagem interessante a ser discutida em sala de aula, para explicar e exemplificar o que é um mapa conceitual, visando à utilização destes como forma de avaliação do aprendizado sobre o tema em pauta, ou seja, sobre os alimentos transgênicos.

Assim, finalizado o debate, o professor poderá solicitar aos alunos que, em grupos, elaborem um mapa conceitual no qual possam expor os diferentes aspectos abordados durante a discussão, bem como o posicionamento do grupo sobre o tema, levando em conta os argumentos que os levaram a se posicionarem. A pergunta focal será "O que são transgênicos".

Os mapas conceituais poderão permitir que o professor avalie se os estudantes conseguiram compreender o assunto, pois neles estarão resumidamente

expostos os conhecimentos apreendidos em sala de aula, além de identificar se os estudantes avançaram no assunto, abordando conceitos característicos de outras disciplinas, ou seja, se conseguiram estabelecer conexões de forma interdisciplinar.

Trabalhar de forma interdisciplinar não tem sido uma tarefa fácil para aqueles educadores que se propõem a isso, porém, tal abordagem vem se mostrando cada vez mais necessária, uma vez que o conhecimento vem sendo veiculado de maneira compartimentalizada nas escolas, o que prejudica a formação dos alunos que não foram – e, dentro do atual contexto educacional, nunca serão – preparados para inter-relacionar as diversas áreas do conhecimento. A fragmentação do ensino é, portanto, um problema, e as propostas de trabalho interdisciplinar oferecem a oportunidade de corrigir esse equívoco histórico (GUERRA *et al.*, 1998).

É importante esclarecer que nossa intenção não é forçar o aluno a se colocar a favor ou contra a produção e uso dos transgênicos, mas sim que possam ter ampliados os seus conhecimentos sobre o assunto. Também que tenham clara a compreensão de que a Ciência continuará evoluindo e que, portanto, o que hoje julgamos falho, amanhã poderá ser uma solução ou vice e versa.

### **Considerações finais**

O entendimento da temática e dos aspectos envolvendo os transgênicos vem a ser de extrema importância para toda a população, uma vez que esses produtos estão inseridos na vida de todos. O assunto, além de polêmico, envolve uma gama de conceitos e opiniões, o que torna necessária a abordagem interdisciplinar do mesmo, dificultando o trabalho em sala de aula.

Entretanto, com a apresentação do que são os transgênicos os estudantes terão acesso ao conhecimento científico sobre o tema. Com a realização da pesquisa e do debate, eles se depararão com as controvérsias relativas à temática, o que é importante para que aprendam a reconhecer que sempre há os dois lados de uma mesma moeda e que, como cidadãos, é importante que assumam seu próprio posicionamento a respeito. Na construção do mapa conceitual os estudantes poderão utilizar todas as informações que puderam apreender durante o processo, além de poderem extrapolar, estabelecendo conexões com conceitos comuns a outras áreas do conhecimento, assim trabalhando a interdisciplinaridade que é característica do tema em questão, dada a sua complexidade.

Dessa forma, acreditamos ser possível trabalhar com os alunos de forma interdisciplinar, o que se mostra necessário quando se fala de transgênicos, já que o tema envolve aspectos sociais, ambientais, biológicos, genéticos, econômicos e culturais.

Além disso, conceitos relacionados à História da Ciência também serão abordados no primeiro momento desta proposta, visando a que os estudantes visualizem o fato de que a ciência é construída ao longo do tempo e é, portanto, passível de sofrer modificações que a atualizam constantemente.

## Referências

- ALVES, G. S. A biotecnologia dos transgênicos: precaução é a palavra de ordem. **Holos**, v. 20, p. 1-10, 2004.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das populações**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- ARAGÃO, F. J. L. **Organismos transgênicos**. Barueri: Manole, 2003.
- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.
- CACHAPUZ, A. F. Investigação em didática das ciências em Portugal: um balanço crítico. In: \_\_\_\_\_. **Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal**. São Paulo: Cortez, 1997. p. 205-240.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Ciência, educação em ciência e ensino das ciências. **Temas de investigação**, v. 26, p.353, 2002.
- 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.
- CARVALHO, M. T.; BIEGER, J. T. Abordagem crítica relacionada a alimentos transgênicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 1, 2016.
- CASSE, F.; BREITLER, J. C. **OMG: description, méthodes d'obtention, domaines d'application**. France Agricole Editions, 2001.
- CORREIA, P. R. M.; SILVA, A. C.; ROMANO JUNIOR, J. G. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, p. 4402-1-4402-8, 2010.
- DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: ED. da UFSC, 2001.
- EMBRAPA. **Transgenia: quebrando barreiras em prol da agropecuária brasileira**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema>>. Acessado em: 27 out. 2016.
- FANTIN, E. B. **Vegetais transgênicos: heróis ou vilões?** 2015. 26 f. Monografia (Curso de Especialização) - Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio, Universidade Federal do Paraná, Arapongas, 2015.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- GUERRA, A.; FREITAS, J. D.; REIS, J. C.; BRAGA, M. A. B. A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 15, n. 1, p. 32-46, 1998.
- JAMES, C. 20th Anniversary of the Global Commercialization of Biotech Crops (1996 to 2015) and Biotech Crop Highlights in 2015. **ISAAA Brief**, v. 51, 2015.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: UNESP, 2008.
- NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Plantas transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar (Biossegurança de plantas transgênicas). **Rev. nutr.**, v. 16, n. 1, p. 105-116, 2003.

- PORTILHO, E. M. L.; ALMEIDA, S. C. D. Avaliando a aprendizagem e o ensino com pesquisa no Ensino Médio. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, v. 16, n. 60, p. 469-488, 2008.
- RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R.; COLHERINHAS, G. O Ensino por Pesquisa no Ensino Médio: Discussão de questões CTSA em uma alfabetização Científico-Tecnológica. In: ENPEC-ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS-ENPEC, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2011.
- ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J. Soja transgênica no Brasil: situação atual e perspectivas para os próximos anos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005.
- SILVA, N. M. M.; RIBEIRO, L. R. Conhecimento e opiniões de alunos da etapa final do Ensino médio sobre transgênicos. **Conexão Ciência**, v. 4, p. 16-21, 2009.
- SOUZA PORTO, M. F. Riscos, incertezas e vulnerabilidades: transgênicos e os desafios para a ciência e a governança. **Política & Sociedade**, v. 4, n. 7, p. 77-104, 2005.
- SOUZA, A. F.; FARIAS, G. B. Percepção do conhecimento dos alunos do ensino médio sobre transgênicos: concepções que influenciam na tomada de decisões. **Exp. no Ens. Ciênc.**, Mato Grosso, v.6, n.1, p.21-32, 2011.
- SOUZA, E. A. **Julgamento e significado atribuído ao consumo de alimentos transgênicos: um levantamento qualitativo.** Monografia (Bacharelado em Administração), Universidade de Brasília. 2016.
- STRIKE, K. A.; POSNER, G. J. Conceptual change and science teaching. **European Journal of Science Education**, v. 4, n. 3, p. 231-240, 1982.

### Leituras Sugeridas

Além das leituras presentes no item 'Referências' deste texto, sugerimos as seguintes leituras, disponíveis de forma gratuita no Google Escolar.

- ANDRADE, J. A. P.; BECKER, M. L. R.; BURNHAM, T. F. A tomada de consciência da relação entre organismos transgênicos e organismos geneticamente modificados: aprendizagem significativa entre estudantes de uma universidade pública no sudoeste da Bahia. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**. v. 16, n. 1, p. 187-214, 2016.
- LOPES, I. L.; DUTRA, Y. S.; RABELO, B. L.; NOBRE, M. N. R.; LIMA, S. D.; SANTOS, C. R. B. Alimentos transgênicos: Um perigo real para a saúde. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO, DOCÊNCIA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA (EEDIC). **Anais...**v. 2, n. 1, 2016.
- REIS, A. F. **Os transgênicos e as incertezas em relação à sua periculosidade: a necessidade de proteção do consumidor.** 2015. 56 f. Monografia (Graduação) - Faculdade de Ciências Sociais e Jurídicas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2015.
- WILKINSON, J.; PESSANHA, L.; CASTRO, B. S.; MORENO, C. A Monsanto e os transgênicos: reflexos para a agricultura familiar. **Relatório de Pesquisa apresentado para Action Aid.** Rio de Janeiro, 2005.