

A transgenia e os OGMs em sala de aula: Metodologias ativas de ensino

Transgenics and GMOs in classroom: Active teaching methodologies

Ana Karolina dos Santos Gasparini
Dão Pedro de Carvalho Neto
Instituto Federal do Paraná (IFPR)
Londrina-Brasil

Resumo

A ciência está em constante mudança, enquanto o sistema de ensino mantém sua didática com alterações lentas. A junção dessa constância e a falta de tempo hábil para determinadas disciplinas prejudica o desenvolvimento do estudante. Em específico, não permite que a transgenia e os organismos geneticamente modificados (OGMs) sejam abordados adequadamente. Intencionando melhorar as abordagens didáticas sobre transgenia e OGMs, este trabalho teve por objetivo produzir um levantamento crítico de artigos onde seus autores trabalharam metodologias ativas no ensino básico em busca de aprimorar seus conhecimentos sobre estes temas. A partir desta análise, descobriu-se que o diálogo aberto é a melhor metodologia de ensino para estas temáticas.

Palavras-chave: Biotecnologia; ensino básico; transgênico; didática; metodologia.

Abstract

Science is at constant changes, while the education system maintains its didactics showing lagging modifications. The combination of this constancy and the lack of time to discuss certain subjects impairs the development of the student. In particular, it does not allow transgenics and genetically modified organisms (GMOs) to be adequately addressed. Intending to improve didactic approaches on transgenics and GMOs, this work aimed to produce a critical analysis of recent papers in which their authors proposed active methodologies with elementary school students in the search to improve their knowledge about these themes. The analysis revealed that an open dialogue is the most appropriate methodology for these themes.

Keywords: Biotechnology; elementary teaching; transgenic; didactic; methodology

1. Introdução

A Biotecnologia é uma ciência que modificou drasticamente a forma como vivemos através dos seus inúmeros produtos, como vacinas de RNA, terapia de células-tronco, produção de biodiesel, biorremediação de áreas contaminadas com petróleo e o melhoramento genético animal e vegetal assistido por marcadores moleculares, modificação genética ou transgenia. Embora a Biotecnologia apresente um variado espectro de aplicações, essa ciência pode ser definida como o uso de sistemas biológicos ou organismos vivos para o desenvolvimento de produtos ou processos que resultem no benefício ao ser humano ou ao meio ambiente (KHAN, 2020). Embora essas tecnologias tenham apresentado um aumento significativo na qualidade de vida e em termos de produtividade industrial em comparação com técnicas convencionais, como o uso de pesticidas, fertilizantes minerais e promotores de crescimento sintético, a biotecnologia é um alvo de intenso debate e críticas. E, dentre elas, a transgenia é uma das tecnologias que apresenta um intenso e duradouro debate, tanto na comunidade científica quanto na população em geral (IZIQUÉ, 2003).

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a produção de organismos geneticamente modificados (OGMs) é apenas uma evolução dos métodos de melhoramento genético convencionais, ou seja, uma adaptação ou melhoria (EMBRAPA, 2021). Essa adaptação permite que os cientistas transportem características genéticas a uma determinada espécie de cultivar comercial, seja com a inserção de novos genes de espécies homólogas e não-homólogas (transgenia), ou sem a inserção de novos genes (OGM). É possível citar, por exemplo, o trabalho realizado por pesquisadores do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR – Paraná), no qual a característica de resistência a nematoides de cultivares da espécie *Coffea canephora* foi transferida através de cruzamento interespecífico para cultivares da espécie *C. arabica* (SERA et al., 2006). Embora houvesse a incompatibilidade genética entre as duas espécies em virtude da diferença de ploidia, este empecilho foi solucionado através do tratamento do parental *C. canephora* ($2n = 2x = 22$) com colquicina para atingir a tetraploidia ($2n = 4x = 44$) da espécie *C. arabica* (GASPARINI et al., 2021).

A transgenia, por outro lado, oferece a possibilidade da transferência de genes de interesse de organismos não-homólogos, possibilitando a expressão heteróloga de proteínas, enzimas e vias metabólicas que confirmam resistência a pragas, aumento de produtividade e, até mesmo, resistência a herbicidas. Um exemplo com aplicação comercial é o da soja

transgênica *Roundup Ready* (RRTM), a qual apresenta o gene adicional *cp4-EPSPS*, oriundo da bactéria do gênero *Agrobacterium* spp. (atualmente patenteado pela empresa Bayer) (Azevedo et al, 2006; Giraldeleli, 2018). Este herbicida é amplamente utilizado por ser eficiente no combate às plantas daninhas emergentes nas lavouras. Sua ação ocorre ao ser absorvido pelas folhas e transportado pelo floema, onde impede a ação da enzima 5-enolpiruvato-shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS; EC 2.5.1.19), que atua na via metabólica do ácido chiquímico, necessário para o desenvolvimento vegetal (GARG et al., 2014). No caso da soja RR, com o gene adicional *cp4-EPSPS*, o glifosato não consegue inibir a via de síntese de aminoácidos aromáticos essenciais na soja modificada, possibilitando que essas se desenvolvem normalmente (PIONEER, 2021).

Os produtos transgênicos foram introduzidos no Brasil, inicialmente de forma ilegal, na década de 1990 com as plantações de soja geneticamente modificadas (RIBEIRO; MARIN, 2012), causando grande controvérsia midiática, e até mesmo processos judiciais contra o Governo Federal, além de uma constante discussão sobre a segurança do consumo dos transgênicos. Em 2005, o então presidente do Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva, sancionou a Lei da Biossegurança 11.105 (BRASIL, 2005), que estabelece obrigatoriamente normas de segurança e mecanismos de fiscalização para todas as atividades envolvendo OGMs.

A transgenia está presente no cotidiano das pessoas, porém, elas não se atentam a este fato ou não sabem explicar como ou porque os processos transgênicos são necessários para a sociedade. Essa falta de conhecimento gera um temor infundado do desconhecido, onde fatos irreais ou incorretos, mas mais acessíveis e sensacionalistas, levam a crer que os transgênicos causam malformação em fetos, resultando em hidrocefalia, espinha bífida ou outras doenças congênitas (PARROT, 2010). Este não é um caso isolado, visto pelo que se pode observar na pandemia COVID-19 causada pelo vírus SARS-CoV-2, onde: i) vacinas fabricadas por vias biotecnológicas foram desacreditadas por meio de divulgação em massa de *fake news*; ii) casos de xenofobia foram noticiados, onde indivíduos com características físicas associadas aos países do Leste Asiático sofreram ataques e foram acusados de disseminar o vírus pelo mundo (Khalil et al, 2021); iii) e o crescente movimento antivacina que, por medo, falta de conhecimento ou pensamento individualista, se recusam a serem vacinados e, aqueles que possuem crianças e adolescentes sob sua responsabilidade, também não permitem que esses sejam vacinados (DIAS, 2020).

2. As metodologias ativas de ensino e sua relação com a biotecnologia

Neste cenário, a escola possui um papel de extrema importância pois pode ser a principal fonte de conhecimento científico e o ponto de partida para que o aluno busque informações além dos livros e do âmbito escolar. Infelizmente, o foco nas disciplinas de Ciências e Biologia se voltam totalmente para aspectos gerais da natureza e genética básica, não proporcionando uma boa amplitude de conteúdo para o aluno (COELHO; GALVÃO, 2018). Neste aspecto as metodologias ativas de ensino – *i.e.*, que fazem parte de uma concepção educativa na qual os alunos são situados à frente de seu aprendizado, sendo expostos a atividades e situações às quais eles devem buscar o conhecimento e as soluções para os problemas encontrados, tendo o professor apenas como suporte (FREIRE, 2006) – podem ser grandes auxiliares para incentivar o interesse dos alunos, possibilitando contornar as dificuldades encontradas na aplicação de conteúdos que não são básicos no currículo.

Diesel et al. (2017) propôs alguns princípios que constituem e definem uma metodologia ativa, sendo estes: problematização da realidade, trabalho em equipe, inovação, professor como mediador, o aluno sendo o centro do ensino e aprendizagem, autonomia e reflexão. A problematização da realidade e a reflexão são abordadas de maneira juntas, e os autores pontuam que esse princípio consiste no momento em que o professor coloca o conteúdo teórico de modo que o aluno consiga relacionar a teoria com um problema cotidiano, instigando o interesse pelo aprendizado. A questão do trabalho em equipe, segundo os autores, é o momento em que o aluno tem a liberdade de expor suas opiniões e trocar conhecimento com os pares, induzindo a recepção de novas ideias e reflexões sobre o conteúdo abordado nas aulas expositivas, mantendo uma constância de pensamento sobre o tema proposto durante a aula. Sobre o conceito de “Inovar”, Diesel et al. (2017) situa que a base das metodologias ativas é a inovação, a mudança de um sistema educacional clássico – no qual não se buscava métodos diferentes e dinâmicos para ensinar e para conduzir uma aula – para um sistema no qual o aluno tem voz ativa e maior participação sobre seu aprendizado. Essa inovação ocorre apenas se os professores e demais profissionais aceitarem o grande desafio de propor e promover mudanças. O conceito de professor como mediador consiste nas ações do professor para transpor conhecimento de forma não-pacífica, ou seja, não apenas transmitindo os saberes, mas instigando o aluno a questionar e construir suas próprias ideias. O princípio de ter o aluno como centro do ensino e aprendizagem é a mudança do sistema clássico, no qual o aluno apenas se sentava em sua carteira, ouvia o professor e

absorvia o conhecimento pronto, para um sistema no qual o aluno é colocado como principal coordenador de seu conhecimento, aprendendo a tomar decisões e elaborar suas próprias respostas e ideias a partir de informações científicas apresentadas pelo professor, mas discutidas entre a turma e refletidas pelos próprios alunos. A autonomia, citada pelos autores, se combina com a ideia do aluno como centro de sua aprendizagem, onde os pensamentos e ideais dos alunos recebem mais importância e confiança por parte de seus professores.

A atual situação escolar do ensino, caracterizada pela falta de infraestrutura e redução de investimento governamental, gera condições precárias de acesso ao material didático, o descaso social e a não-valorização do educador, o que se torna um agravante para a falta de qualidade de determinadas disciplinas. Em 2019, a revista *Gestão Escolar* publicou uma pesquisa realizada com professores e os demais profissionais da educação de escolas públicas que indica uma situação difícil no cotidiano escolar. Alguns professores relataram que não conseguiram sequer finalizar o conteúdo programado com as turmas por falta de material didático; aproximadamente dois terços dos diretores das escolas públicas alegaram que o material didático fornecido não é suficiente para todos os alunos (SEMIS, 2019).

Existem pontos particulares sobre os alunos a se considerar que auxiliam a explicar, até certo ponto, essa situação de deficiência de conteúdo nas escolas públicas. A vulnerabilidade social do aluno é um dos principais fatores, a qual abrange a carga horária de trabalho dos estudantes, seu estado civil, relacionamento familiar e a situação da comunidade na qual está inserido (SAMPAIO; GUIMARÃES, 2009). Em relação a conciliação da escola com o trabalho na fase da adolescência, os especialistas possuem diferentes pontos de vista sobre como esta situação impacta a escolaridade destes alunos. Alguns autores, como Greenberger e Steinberg (1986), que analisaram a situação dos jovens estadunidenses, afirmam que o trabalho conciliado aos estudos prejudica a qualidade de ensino do aluno e contribui para que o mesmo desista de concluir o ensino básico. No Brasil, a autora Liliane Teixeira (2004), que realizou estudos semelhantes com os alunos brasileiros, afirma que conciliar a jornada de trabalho com os estudos causa sobrecarga emocional e dificuldade no aprendizado. Grande parte dos alunos que conciliam estudo com trabalho, alunos que possuem filhos ou alunos mais velhos (acima dos 18 anos), frequentam a escola no período noturno, o que também pode acarretar dificuldades na absorção de conhecimento. Isso se deve pois novas variáveis, como o cansaço pela dupla jornada, alta rotatividade de professores e a grande diferença na

faixa etária dos alunos, não são tão comumente encontradas pelos alunos do período diurno (INSTITUTO UNIBANCO, 2015).

Dessa forma, a presente revisão bibliográfica busca discutir a dinâmica e aplicabilidade de diferentes metodologias de ensino ativo sobre transgenia no ensino fundamental/médio. Será avaliado o aproveitamento do ensino-aprendizagem de cada abordagem pedagógica, tendo em vista que o melhoramento genético não é um conteúdo de fácil absorção, necessitando assim de uma base em outros estudos para que se atinja plenitude e se possa aplicar de maneira prática. Essas pesquisas são extremamente necessárias para a quebra de paradigmas e preconceitos que circundam a transgenia. Através da educação pode-se proporcionar uma nova visão para os alunos, até mesmo os incentivar a seguirem carreiras na área.

3. Metodologia

O levantamento dos artigos científicos foi realizado de forma a avaliar a eficácia da aplicação de metodologias de ensino ativo sobre a temática de transgênicos na agricultura no ensino médio/técnico integrado. As plataformas Scielo, ScienceDirect e o Google Acadêmico foram utilizadas para a condução da pesquisa.

Os termos de busca selecionados foram: Didática, transgenia, escola e práticas de ensino (português); *Didactics, transgenic, school e teaching* (inglês); *Didáctica, transgénico, escuela e docencia* (espanhol). Os três termos de cada idioma foram empregados juntos no momento da busca, utilizando o operador booleano “AND”. As seleções dos artigos para análise posterior foram realizadas seguindo os seguintes critérios: *i)* o artigo deveria apresentar, ao menos, uma metodologia de ensino ativa; *ii)* a temática centralizada na transgenia; *iii)* apenas artigos da categoria *Original Research* foram considerados; revisões bibliográficas e capítulos de livro foram excluídos da análise.

Em todas as plataformas, a busca utilizando os termos em inglês não revelou nenhum documento que atendesse aos critérios de inclusão e, por isso, publicações escritas na língua inglesa não foram analisadas neste artigo.

4. Análise

Dentre os 10 artigos que foram encontrados, três foram descartados pois não tratavam de metodologias de ensino cabíveis as aulas sobre transgenia e OGMs. Em relação aos sete artigos analisados, todos são de origem brasileira produzidos entre 2011 e 2020, sendo o ano de 2015 aquele no qual se tem mais trabalhos, contabilizando duas produções:

Tabela 1. Lista de produções científicas selecionadas abordando metodologias ativas no ensino de transgenia

Autor(es)	Ano de publicação	Turmas	Metodologias
Ketlen Thaila Brito Coelho e Livia Manuele Viana Galvão	2018	2ª série do EM	Brainstorming e debate
Alessandra Vicentin, Bruna Castro, Fabiano Costa, Danielle Silva e Priscila Costa	2011	3ª série do EM	Aulas práticas
Anete Lourenço e Lucilene Reis	2013	3ª série do EM	Júri simulado
Benilde Cervo	2012	3ª série do EM Técnico Agrícola	Júri simulado
Karine Roskosz	2020	3ª série do EM	Aulas práticas
Lázara Gomes e Aroldo Filho	2015	3ª série do EM	Aulas práticas (Produção de vídeo)
Sheila Silva	2015	3ª série do EM	Discussão guiada (Mesa-redonda)

Figura dos próprios autores

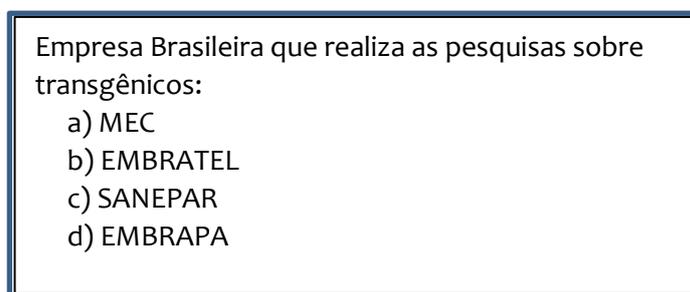
O trabalho mais recente apresentado nesta pesquisa data do ano de 2020. No entanto, os dados deste foram produzidos em 2019 pela professora Karine Roskosz (ROSKOSZ, 2020). Uma das hipóteses para esta falta de dados produzidos nos anos de 2020 e 2021 é a situação em que se encontrava a educação durante esses dois anos, nos quais a pandemia da COVID-19 não permitia que os pesquisadores e alunos estivessem presentes em salas de aula e nas instituições de pesquisa. A combinação da impossibilidade do trabalho presencial e a falta de investimento governamental nas pesquisas que não estivessem voltadas para o controle da pandemia, que é de fato vital no momento, unidas com a situação de muitos pesquisadores de não conseguirem produzir trabalhos de forma remota foi uma temática abordada durante a 14ª edição dos “webinários” produzidos pela Academia Brasileira de Ciências (ABC) em 2020.

Os artigos trabalhados nesta pesquisa propunham o aprimoramento das técnicas metodológicas para o ensino de transgenia e sobre os OGMs. Segundo Coelho e Galvão (2018), um dos trabalhos utilizados para elaboração da presente análise, o ensino destas áreas da ciência se sobrepõe a apenas conteúdo memorizado e notas para a disciplina semestral. Ao aprender sobre o ramo dos transgênicos e áreas correlatas, o aluno desenvolve senso crítico sobre si e sobre a sociedade na qual vive, aprendendo a pontuar seus ideais de forma

científica e defender suas opiniões com base em argumentos comprovados pela ciência. Esse aprendizado vai de encontro ao previsto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), a qual ressalta a importância do desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico (BRASIL, 1996).

Todos os autores trabalhados nesta análise iniciaram suas aplicações com um questionário base para determinar o nível de conhecimento prévio dos alunos e qual era seu posicionamento em relação aos transgênicos e os OGMs. Este questionário, em geral, continha questões básicas como: “De onde você conhece os transgênicos?” (COELHO; GALVÃO, 2018); “Os alimentos transgênicos são prejudiciais à saúde?” (COELHO; GALVÃO, 2018); “Qual a diferença entre transgenia e melhoramento genético?” (LOURENÇO; REIS, 2013); “Você acha importante a rotulagem dos produtos que contém transgênicos?” (CERVO, 2012); “Você consome algum transgênico em seu dia a dia?” (ROSKOSZ, 2020). Também foram utilizadas questões de múltipla escolha em alguns questionários, por exemplo esta questão extraída do artigo de Silva (2015), conforme demonstra a Figura 1:

Figura 1. Questão retirada do questionário do plano de aula, elaborado para turma do 3º ano do ensino médio



Fonte: Pela autora Sheila Cristina da Silva (2005).

Os autores analisados neste artigo aplicaram seus questionários novamente após as aulas e trabalhos sobre transgenia e OGMs. Em relação às metodologias para aprimoramento do conteúdo, cada autor propõe uma sequência didática diferente, mas que, em geral, continham propostas e atividades semelhantes. Todos os autores abordados nesta pesquisa utilizaram como atividade metodológica as discussões abertas, e é possível notar que discussões e debates abertos entre a turma são as atividades mais comuns para se abordar esta temática.

Nos artigos, além das metodologias tradicionais como aulas expositivas, leituras guiadas, apresentação de vídeos e apresentação de seminários e banners, também foram

encontradas outras metodologias mais dinâmicas como: *Brainstorming*, júri simulado, aulas práticas e debates.

4.1. Brainstorming

Esta técnica é utilizada para fins educacionais e empresariais, sendo utilizada em dinâmicas de grupo. Permite o compartilhamento de ideias e conseqüentemente gera propostas de soluções para problemas pontuados antes do início de sua aplicação (Alves et al, 2007).

4.2. Júri simulado

A utilização do júri simulado em sala de aula consiste em uma simulação de um tribunal, onde os alunos são divididos entre três grupos: i) dois serão compostos por debatedores sobre um tema específico, sendo que o posicionamento de cada grupo é antagônico ao outro; ii) e um terceiro grupo que interpretará o júri, aquele que deve ser convencido a partir de argumentos concretos explanados por ambos os grupos anteriores. A partir desta prática, os alunos aprendem a defender e argumentar a favor de suas opiniões de maneira coerente e a partir de fatos científicos (VIEIRA et al., 2014).

4.3. Aulas práticas

As aulas práticas são atividades manuais, nas quais os alunos reproduzem processos ou os visualizam. Aulas práticas não necessariamente são restritas aos espaços laboratoriais, podendo ser compostas de atividades externas ou dentro da sala de aula, que intencionam aprimorar os conhecimentos que os alunos adquiriram através dos livros ou aulas expositivas. Segundo Gonçalves (2014), as aulas práticas são um meio de trazer um conteúdo teórico para a realidade do aluno, não apenas como uma atividade avulsa, mas problematizando a atividade manual para que assim ele visualize o que foi discutido em sala. Ao observar, manusear, discutir ou elaborar um procedimento, o aluno é induzido a fixar determinado conteúdo (ZIROLO et al., 2019).

4.4. Debate

Um debate em sala de aula é conduzido pelo professor, sendo uma atividade que consiste em duas partes. No primeiro momento, dois alunos ou dois grupos com posicionamentos diferentes sobre determinado assunto devem defender seu ideal a partir de conhecimentos científicos e comprovados. Segundo Barbosa et al (2020), o debate realizado em sala de aula induz os estudantes a exporem suas opiniões, conseqüentemente

aprimorando seu próprio ponto de vista ao defendê-lo, além de induzir seus pares a refletirem sobre seus próprios pensamentos acerca do tema discutido. Ademais, o debate é uma maneira eficaz de exercitar o conhecimento teórico adquirido e avaliar de forma prática se o aluno realmente compreendeu os termos e conceitos ensinados durante as aulas.

4.5. Análise crítica dos artigos

No artigo de Coelho e Galvão (2018), após o compartilhamento de ideias, foi reproduzido para os alunos um vídeo explicativo que abordava os conceitos principais da transgenia e dos OGMs por meio de exemplos, seguido de uma divisão da turma para iniciar um debate, no qual cada grupo dispunha de 10 minutos para elaborar sua tese e defendê-la. Nesta segunda etapa, os grupos precisavam abordar vantagens e desvantagens da utilização dos OGMs e da transgenia a partir de informações científicas e comprovadas. Após a realização desses momentos, os autores reaplicaram o questionário utilizado no início da pesquisa, com intuito de avaliar se a metodologia empregada se mostrou eficaz para aprimorar os conhecimentos escassos dos alunos sobre transgenia e OGMs. Quando comparadas as respostas dadas pelos alunos na primeira aplicação do questionário em relação às respostas da segunda aplicação, a diferença foi notável.

No primeiro momento, notou-se que os alunos possuíam conhecimentos rasos sobre a temática, oriundos de reportagens e do senso comum provindo de raras conversas com familiares e amigos. Coelho e Galvão (2018) constataram que 41% dos alunos afirmaram não existir diferença entre produtos transgênicos e OGMs, enquanto que os 47% que afirmaram o contrário não sabiam explicar de forma coesa quais seriam essas. No segundo momento, 82% dos alunos afirmaram que os produtos transgênicos e OGMs possuem diferenças entre si e souberam explicar quais as características de cada técnica. Essa observação experimental, embora localizada, revela a defasagem do ensino nas escolas de permear temas atuais e pertinentes à formação crítica dos estudantes. Em específico, a modificação genética de organismos é um tema que apresentou um profundo debate em relação à sua aceitabilidade comercial além dos ganhos e riscos, ambientais e sociais, associados com essa tecnologia.

No trabalho de Vicentin et al (2011), os autores avaliaram a eficácia de um kit-pedagógico sobre OGMs, que consistia em três banners e dois modelos didáticos. A didática se deu em três momentos, sendo o primeiro caracterizado pela aplicação de um questionário contendo questões abertas, a realização das atividades propostas no kit e, por fim, a reaplicação do questionário. Os banners visavam exemplificar alguns processos transgênicos,

abordando o processo de transferência genética que ocorre naturalmente na *A. tumefaciens* e o processo artificial de transgenia direcionado para o melhoramento de plantas, mediado pela *A. tumefaciens*. Os modelos didáticos representavam a *A. tumefaciens* em isopor e biscuit.

Antes da aplicação desse kit ocorreu uma aula expositiva para ser uma base no conteúdo posterior. Após os alunos ouvirem as explicações sobre os banners, eles foram divididos em grupos com os quais deveriam, utilizando os modelos didáticos, representar os processos do último banner. A última etapa foi a reaplicação do questionário inicial para avaliar se houveram mudanças nas respostas dos alunos.

Em relação aos resultados de Vicentin et al (2011), antes da aplicação da metodologia proposta, nenhum aluno, dentre os 29 que participaram da pesquisa, sabia descrever corretamente o que é um OGM. Os resultados da reaplicação do questionário após o uso do kit pedagógico revelaram que: i) 15 alunos souberam responder de maneira satisfatória e com termos científicos; ii) nove souberam responder, porém de maneira básica e incompleta; iii) enquanto apenas três continuaram não sabendo definir o que é um OGM. Na primeira aplicação do questionário, 12 alunos afirmaram consumir alimentos transgênicos, porém, apenas cinco destes souberam citar um exemplo de alimento transgênico, sendo “plantas” o único produto citado. Neste mesmo momento, 10 alunos afirmaram não consumir alimentos transgênicos e sete afirmaram não saber se consomem ou não. Após as metodologias do kit, todos os alunos afirmaram que consomem transgênicos. Estes dados demonstram uma grande falta de informação sobre a procedência dos alimentos consumidos em seu cotidiano e trazem veracidade para a importância de se ter todas as informações nos rótulos dos alimentos para que o consumidor saiba o que está ingerindo (Ribeiro e Marin, 2010).

Prosseguindo no artigo de Vicentin et al (2011), na primeira aplicação do questionário, apenas seis alunos souberam citar uma função dos transgênicos, enquanto, na segunda aplicação, 25 alunos conseguiram citar. Antes da aplicação do kit, quando questionado aos alunos se eram ou não a favor dos transgênicos e pedido que explicassem o porquê, apenas nove souberam explicar seu posicionamento, enquanto 13 ficaram indecisos. Após as metodologias trabalhadas pelos autores, 20 alunos souberam se posicionar com argumentos científicos.

A partir dos dados dispostos por Vicentin et al (2011), observa-se que os alunos estão despreparados para argumentar sobre transgenia e OGMs. Seu conhecimento é oriundo da

mídia, sem contextualização e sem a real compreensão do que se escuta ou lê nas notícias. O kit pedagógico apresentado pelos autores se mostrou uma alternativa funcional para o ensino de ambas as temáticas, visto que os alunos aprimoraram suas opiniões e respostas após sua aplicação.

O próximo artigo apresentado é o de Lourenço e Reis (2013). Sua sequência didática, assim como as apresentadas anteriormente, se iniciou com a aplicação de um questionário para avaliar o nível de conhecimento dos 99 alunos que participaram da pesquisa. A próxima etapa foi uma aula expositiva seguida por um vídeo sobre a fabricação das plantas transgênicas, além de uma aula para realizar a leitura de textos e do trecho de um livro, ambos abordando os processos transgênicos em geral. Após essa etapa, os alunos fizeram uma discussão aberta sobre o que haviam lido. Para finalizar, foi elaborado um júri simulado no qual metade dos alunos era a favor dos transgênicos e a outra metade era contra; ambos os grupos utilizaram argumentos científicos para defender seu posicionamento. Após o fim da aplicação das metodologias, o questionário foi aplicado novamente.

Os resultados de Lourenço e Reis (2013) demonstraram uma situação semelhante à das apresentadas por Coelho e Galvão (2018) e Vicentin et al. (2011): alunos que não conhecem de fato os conceitos de transgenia e OGMs. Na primeira aplicação do questionário, apenas 16 alunos souberam explicar como um transgênico é produzido, mesmo com os autores fornecendo uma imagem do processo no questionário. Foi observado pelos pesquisadores que os alunos se apropriaram de maneira errônea de partes da figura para tentar responder à questão, mesmo não a compreendendo. Após as atividades, na segunda aplicação do questionário, as respostas melhoraram um pouco, mas os alunos ainda possuíam uma grande dificuldade de compreensão e expressão.

Sobre os transgênicos na alimentação, os alunos foram questionados sobre a possibilidade de se alimentar de produtos transgênicos e, na primeira aplicação do questionário, 76 alunos afirmaram que consumiriam transgênicos, havendo um aumento de 2 alunos após a aplicação das atividades. Entretanto, os alunos não souberam explicar corretamente o porquê, apresentando erros conceituais no momento de se expressar. Após as atividades, essa parte da questão também teve melhores resultados, porém, escassos.

No artigo de Cervo (2012), que trabalhou com alunos do ensino médio-técnico agrícola, se tem uma grande variedade de metodologias: uma sequência didática que demandou muitas aulas e tempo hábil dos pesquisadores e alunos. Neste trabalho vê-se uma atividade

diferente, não encontrada nos outros trabalhos analisados nesta pesquisa, que é a exposição de um filme utópico sobre genética. Após a aplicação de um pré-teste em forma de questionário, o filme *Gattaca - A experiência genética* (1997), do diretor Andrew Niccol, foi exibido para os alunos para trazer à tona posteriores discussões sobre ética e transgenia na espécie humana. A utilização de tal atividade pode ser benéfica quando guiada por um professor, pois um filme ou apresentações audiovisuais adicionais podem deter a atenção dos alunos para uma temática que normalmente não atrairia tanta atenção dos estudantes (CARVALHO, 2017).

Após assistirem o filme, os alunos realizaram um novo questionário com questões abertas, objetivando obter mais informações sobre o nível de conhecimento dos alunos. Em seguida, a pesquisadora dividiu os alunos em duplas para que apresentassem seminários sobre a história e evolução da biotecnologia a fim de que seus conhecimentos básicos sobre este campo de estudo fossem aprimorados. Prosseguindo, uma apresentação da pesquisadora sobre transgênicos e rotulagens em produtos alimentícios foi realizada.

A atividade seguinte do trabalho de Cervo (2012) foi a aplicação de um júri simulado, onde os alunos deveriam debater sobre os benefícios e riscos da utilização de produtos transgênicos. Também foi solicitado aos alunos que elaborassem, juntamente com a professora, um material escrito que os fizessem refletir sobre o que seria mais importante de se aprender, em meio a temática de transgenia. Utilizando este material preparado pelos alunos, foi aplicado um novo questionário com base nas próprias respostas dos alunos para avaliar se as metodologias desencadearam melhorias nos conceitos dos alunos.

Em relação aos resultados de Cervo (2012), foram encontrados muitos erros conceituais por parte dos 29 alunos participantes. Essa observação traz algumas preocupações, pois, em um ensino médio-técnico agrícola, espera-se que os alunos tenham mais informações a respeito de uma temática tão próxima da agricultura. Se faz necessária a reflexão de que se em um técnico agrícola não é transposto conhecimento suficiente sobre transgenia e OGMs, em um curso de ensino médio regular os estudos sobre esta temática podem estar em desfalque maior. Quando questionados sobre a importância das rotulagens em produtos transgênicos, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, os alunos afirmaram que acreditavam que os alimentos de origem transgênica deveriam estar devidamente rotulados. No entanto, quando questionados do porquê dessa necessidade, não houve grandes

variedades de respostas no pré-teste, apenas o básico. No teste aplicado depois das atividades, os alunos souberam se expressar melhor e houve uma variedade maior de justificativas.

Ainda em relação aos alimentos, chamou atenção da pesquisadora a quantidade de alunos que afirmaram no primeiro questionário não saber se consumiam em seu cotidiano, alimentos transgênicos. Após o teste, este número foi reduzido a zero, com respostas alternando entre “Sim”, “Não” e “A partir de agora irei observar”. Segundo a autora, estes dados demonstram que quando o aluno realmente sabe o que é um transgênico e como é o processo para obtê-lo, ele passa a se atentar mais aos alimentos que consome.

Gomes e Filho (2015) aplicaram seu questionário em duas etapas, diferentemente dos outros autores anteriormente discutidos. Na primeira etapa, as questões foram aplicadas intencionando coletar informações sobre as dúvidas e falhas dos participantes para que, em seguida, um vídeo fosse produzido para esclarecer os erros encontrados nas respostas dos alunos. Na segunda etapa, o mesmo questionário foi reaplicado para avaliar se o vídeo teve eficácia em sanar as dúvidas. Os dados de ambos os questionários foram comparados e é notável a melhora dos alunos.

Na primeira aplicação do questionário participaram 24 alunos, sendo que apenas dois souberam citar de forma correta, e com argumentos científicos, quais eram as vantagens da utilização dos transgênicos nas plantações; enquanto, na segunda aplicação com participação de 23 alunos (*i.e.*, número inferior devido à desistência de um aluno), esse número subiu para 21 alunos. Antes de assistirem o vídeo, 10 alunos afirmaram que consomem produtos transgênicos e 14 alunos afirmaram que não os consomem, mas utilizando exemplos equivocados como, por exemplo, chiclete e balas. Após o vídeo, todos os 23 alunos afirmaram que consomem produtos transgênicos, desta vez citando exemplos corretos como milho, soja, arroz, tomate e outros. Os resultados obtidos pelos autores demonstram que a utilização de um vídeo bem elaborado é eficaz para o ensino dinâmico e para atrair interesse dos alunos pela temática.

Os dois artigos analisados a seguir possuem resultados diferentes dos analisados anteriormente, sem resultados exatos, porém apresentando metodologias ativas. O estudo conduzido por Roskosz (2020) elaborou um produto educacional a partir de modelos modificados de Lakatos (1983), com objetivo de auxiliar os professores no momento da

abordagem sobre agrotóxicos e transgenia. Como no trabalho de Cervo (2012), este produto educacional demandou 14 aulas, contendo 12 atividades variadas.

Com a participação de 23 alunos, a autora iniciou com a aplicação de um questionário para diagnosticar quais eram os conhecimentos dos alunos. Seguindo com uma aula expositiva e uma leitura guiada sobre a epistemologia de Lakatos, importante filósofo da ciência húngara, utilizada para o preparo do material aplicado. A terceira atividade planejada por Roskosz (2020) foi uma aula prática na qual os alunos se dividiram em grupos para desenvolver modelos pedagógicos a partir das ideias de Lakatos sobre a pesquisa de modo geral. A sequência prossegue com seis aulas expositivas com apoio de um texto para leitura guiada, uma delas contendo uma proposta de exercícios adjunta. A penúltima atividade consistiu em uma aula prática na qual os modelos baseados nas ideias de Lakatos, feitos pelos alunos anteriormente. Essa atividade foi devolvida aos alunos e eles tiveram a oportunidade de refazê-los, caso necessário, com base nos novos aprendizados. A última atividade foi solicitar aos alunos que apresentassem seus modelos e explicassem se fizeram alterações e o porquê.

Diferentemente dos outros autores analisados nesta pesquisa, Roskosz (2020) não apresentou seu resultado em forma de dados obtidos através das respostas dos participantes. O material disposto é uma sequência didática para auxiliar outros professores e se mostrou funcional, segundo a autora.

O trabalho de Silva (2015) detém resultados similares aos de Roskosz (2020), não havendo exposição detalhada de seus dados. Entretanto, é digno de referência por apresentar uma sequência didática concisa e aplicável no ensino público. A autora inicia com um questionamento aberto aos alunos para determinar o nível dos alunos e prossegue para uma aula expositiva sobre transgênicos.

O questionário inicial deve ser aplicado após a aula, e logo após os alunos vão para o laboratório de informática onde devem realizar buscas na *internet* sobre transgenia. Na aula seguinte, os alunos serão instruídos a se organizar e elaborar seminários para apresentar na próxima aula. Para finalizar a sequência didática, a autora propõe que nos dois últimos momentos uma mesa-redonda seja guiada para os alunos para que eles possam discutir suas dúvidas, um quiz seja aplicado e que o questionário seja reaplicado para avaliação e que o

vídeo “Dez Anos de Transgênicos no Brasil”, disponível na plataforma Youtube, seja assistido em sala de aula.

Os dois últimos artigos apresentados, mesmo não dispondo resultados em forma de dados, trazem metodologias inovadoras que fazem parte de uma categoria de novidades que podem trazer progressos para o ensino de biologia nas escolas públicas. Piffero et al. (2020) aponta a importância de metodologias inovadoras no cenário do Novo Ensino Médio, pontuando que as escolas devem visar novos métodos de ensino para serem capazes de atingir as novas demandas da Base Nacional Comum Curricular - BNCC.

5. Conclusão e Perspectivas

A partir das análises realizadas dos artigos selecionados, conclui-se que um dos melhores caminhos para o aprendizado pleno sobre a transgenia e os OGMs são as discussões abertas, incluindo debates e técnicas modernas, como *brainstorming*. Nos artigos analisados foi encontrada uma grande variedade de metodologias ativas, mas é notável que os autores deram preferência para métodos que envolvem debates resultantes de ideias construídas pelos alunos após a intervenção. Os alunos foram colocados como centro de seu aprendizado, sendo induzidos a desenvolver suas defesas e a articular de que maneira iriam defender seus ideais, tanto os que já provinham de suas experiências anteriores como os ideais que se formaram em suas mentes durante o período de aplicação das pesquisas, a partir das aulas propostas pelos autores. O trabalho ativo e direcionado, em específico as aulas práticas, também são citadas com frequência, sendo uma das maneiras mais eficazes para o ensino da transgenia e dos OGMs, principalmente pela aproximação destas temáticas com o campo da pesquisa agropecuária. Entretanto, as aulas práticas neste ramo das ciências não se limitam a estudos sobre o reino vegetal, mas também podem ser inseridas em aulas sobre transgenia animal.

Uma proposta não encontrada em nenhum artigo selecionado, mas que seria viável para o ensino desta área da biotecnologia, é a produção de um *stop motion* para demonstrar, por exemplo, a produção de um produto transgênico. *Stop motion* é o termo em inglês para a expressão “quadro a quadro”, ou seja, é uma sequência de imagens fixas que, ordenadamente, formam uma sequência de movimentos síncronos, se tornando uma ferramenta para demonstrar procedimentos. Com esta técnica, os alunos poderiam utilizar materiais como massa de modelar, produtos recicláveis ou perecíveis para produzir vídeos educativos sobre os processos de interesse para a disciplina.

Uma característica interessante de algumas técnicas apresentadas neste levantamento é sua viabilidade para ser aplicada no ensino presencial e no ensino remoto. Este é um ponto a ser levantado considerando os anos de 2020 e 2021, nos quais os alunos foram forçados, pela sua segurança e dos familiares, a se isolarem em suas casas para se protegerem durante a pandemia da COVID-19. Durante estes dois anos, algumas dificuldades dos alunos foram agravadas devido à distância com as salas de aula. Os conteúdos que os professores tinham dificuldades em manter a atenção dos alunos durante os encontros presenciais se tornaram desafios ainda maiores.

Neste momento, as metodologias de *brainstorming*, júri simulado, aulas práticas e debates podem ser formas de atrair a atenção dos alunos, de trazer um pouco de movimentação e da sensação de se estar em uma sala de aula. Um debate ou júri simulado por chamada de vídeo, produção de vídeos caseiros sobre assuntos abordados em aula, práticas possíveis de serem feitas em casa e outras atividades podem ser boas propostas para alunos em situação de ensino remoto.

As metodologias ativas não são apenas métodos inovadores de ensino, também são atrativos para os jovens se encaminharem para as áreas científicas. Ao se abordar determinado tema, utilizando uma metodologia ativa, se estimula o aluno como indivíduo e como um possível profissional, respeitando sua opinião pessoal e o instigando a buscar mais informações por desejo próprio. O mundo precisa de novos cientistas todos os dias, novos conhecimentos e pontos de vista. Como dito no início deste artigo, a biotecnologia está sempre modificando a forma como vivemos e é importante que seja ensinado nas escolas como acompanhar estas mudanças de forma consciente.

Referências

ALVES, Hobedes de Albuquerque; CAMPOS, Fábio; NEVES, André. Aplicação da técnica criativa “Brainstorming Clássico” na geração de alternativas na criação de games. In: VI Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento, 2007, São Leopoldo. **Anais do VI Simposio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento**. São Leopoldo: UNISINOS.

AZEVEDO, João Lúcio; FUNGARO, Maria Helena Pelgrinelli; VIEIRA, Maria Lúcia Carneiro. Transgênicos e evolução dirigida. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos** [online], v. 7, n. 2, p. 451-464, out/2000.

BARBOSA, Camila Lumena B.; MARINHO, Danilo M.; CARVALHO, Larisse Santos Cabral de O. Debate como metodologia de ensino para a aprendizagem crítica. In: ALMEIDA, Breno

Trajano; CARVALHO, Daniel Aguiar da Silva O. **Programa de Residência Pedagógica na Licenciatura em Informática: Partilhando possibilidades**. Ipanguaçu: FAMEN, 2020. p. 22-32.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

BRASIL. Lei n. 11.105, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do parágrafo 1º do art. 225 da Constituição Federal e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

CARVALHO, Ana Carolina de Souza. **A importância da inserção de filmes e vídeos na prática docente do ensino fundamental I**. 2017. 26 f. Monografia (Graduação em Pedagogia), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

CERVO, Benilde Maria. **Transgênicos: Uma proposta pedagógica integradora no ensino de biologia**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2012.

COELHO, Ketlen Thaila Brito; GALVÃO, Livia Manuele Viana. **Transgênicos: limites e possibilidades do uso de técnicas pedagógicas no ambiente escolar formal**. 2018. 47 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema. 2018.

DIAS, Cícero G. Movimento Antivacina. **(Parêntese)**, Janeiro, 2020.
Disponível em: <https://www.matinaljornalismo.com.br/parentese/movimento-antivacina/>.
Acesso em: 15 Jan. 2022.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268–288, fev. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Espaço temático. **Transgenia: quebrando barreiras em prol da agropecuária brasileira**.
Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema>.
Acesso em: 23 Mar. 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

GARG, Bharti; VAID, Neha; TUTEJA, Narendra. In-silico analysis and expression profiling implicate diverse role of EPSPS family genes in regulating developmental and metabolic processes. **BMC Research Notes**. v. 7, n. 1, p. 58, jan. 2014.

GASPARINI, Ana Karolina dos Santos, et al. Indução de poliploidia em *Coffea canephora* para desenvolver novos genótipos resistentes a nematoides. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2021, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBPC, 2021.

GIRALDELI, Ana L. **Soja RR: Tire suas dúvidas e consiga melhores resultados.** Aegro, 2018. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/soja-rr/>. Acesso em: 23 Mar. 2022.

GREENBERGER, Ellen; STEINBERG, Laurence D. **When teenagers work: the psychological and social costs of teenage employment.** 1. ed. New York: Basic Books, 1986. 275 p.

GOMES, Lázara Welyane Martins; FILHO, Aroldo Vieira de Moraes. Alimentos transgênicos: utilização de metodologia alternativa para otimização do processo de ensino aprendizagem. **Revista Eletrônica de Educação da Uniaraguaia**, Goiânia, v.7, n.7, p.325-336, jul.2015.

GONÇALES, Raísa. Aulas Práticas: uma ferramenta didática no ensino de biologia. **Arquivos do Mudi**, Maringá, v. 18, n. 3, p. 29-38, mar. 2015.

INSTITUTO UNIBANCO. **Um em cada três alunos do ensino médio estuda à noite.** Aprendizagem em foco, 2016. Disponível em: <https://www.institutounibanco.org.br/aprendizagem-em-foco/10/>. Acesso em: 20 Fev. 2022.

IZIQUÉ, Claudia. A batalha dos transgênicos: polêmica sobre soja rr coloca em debate potencial da biotecnologia. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, v.93, p.16-23, nov.2003.

KHALIL, Omar Arafat Kdudsi; KHALIL, Sara da Silva; CAETANO JR., Edmilson. Xenofobia: um velho sintoma de um novo Coronavírus. **Revista Thema**, v. 20, p. 132-142, jul. 2021.

KHAN, Firdos Alam. **Biotechnology Fundamentals.** 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020.

TEIXEIRA, Liliane Reis, et al. Teen at work: the burden of a double shift on daily activities. **Chronobiology International**, New York, v. 21, n. 6, p. 845-858, jul. 2009.

LAKATOS, Imre. **History of science and its rational reconstructions.** In: HACKING, I. (org.) Scientific revolutions. Hong-Kong: Oxford University, 1983.

LOURENÇO, Anete Pedro; REIS, Lucilene Geralda dos. Transgênicos na sala de aula: concepções e opiniões de alunos do Ensino Médio e uma prática pedagógica. **Revista Vozes dos Vales**, v. 2, n. 3, p.1-27, mai. 2013.

PARROTT, Wayne. Genetically modified myths and realities. **New Biotechnology**, v. 27, n. 5, p. 545-551, nov. 2010.

PIFFERO, Eliane de Lourdes Fontana, et al. Metodologias ativas e o ensino de biologia: desafios e possibilidades no novo ensino médio. **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória, v. 18, n. 2, p. 48-63, jul. 2020.

PIONNER. Tolerante ao Glifosato. **Biotecnologia Agrícola.** Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/biotecnologia/tolerante-ao-glifosato>. Acesso em: 23 Fev. 2022.

RIBEIRO, Isabelle Geoffroy; MARIN, Victor Augustus. A falta de informação sobre os organismos geneticamente modificados no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva** [online], v. 17, n. 2, p. 359-368, fev. 2012.

ROSKOSZ, Karine Ariele. **Ensino sobre agrotóxicos e alimentos transgênicos na abordagem cts com base em modelos modificados de Lakatos**. 2020. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

SAMPAIO, Breno; GUIMARÃES, Juliana. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. **Economia Aplicada**, v.13, n. 1, p. 45-68, mar. 2009.

SEMIS, Laís. **Como estão as escolas públicas no Brasil?** Gestão Escolar. São Paulo: 2019. Disponível em: <https://gestaoescolar.org.br/conteudo/2160/como-estao-as-escolas-publicas-do-brasil>. Acesso em: 12 Dez. 2021.

SERA, Gustavo; SERA, Tumoru; AZEVEDO, José; MATA, João; FILHO, Claudionor; DOI, Deisy; ITO, Dhalton; FONSECA, Inês Cristina. Porta-enxertos de café robusta resistentes aos nematóides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 2. Semina: Ciências Agrárias [on-line]. 2006, ISSN: 1676-546X. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744080003>. Acesso em: 22 Fev. 2022.

SILVA, Sheila Cristina da. **Uma proposta metodológica para o trabalho com transgênicos no ambiente escolar**. 2015. 24 f. Monografia - Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio, Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul. 2015.

VICENTIN, Alessandra, *et al.* Um novo significado ao ensino de “organismos transgênicos” através de um kit didático-pedagógico numa perspectiva de ciência, tecnologia e sociedade. 3º congresso internacional de educação, 2011, Ponta Grossa. **Anais** do evento. Ponta Grossa, 2011.

VIEIRA, Rodrigo Drumond; MELO, Viviane Florentino; BERNARDO, José Roberto da Rocha. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do gato. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 203-225, set./dez. 2014.

ZIROLDO, Bruno D., *et al.* **Aulas práticas como estratégia para melhoria no aprendizado de genética no ensino médio**. III Encontro das Licenciaturas Região Sul, 2019, Curitiba. Biblioteca Digital de Eventos Científicos da UFPR. Curitiba, 2019.

Agradecimentos

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais Damiana Gasparini e Alessandro Gasparini, e ao meu querido avô Aparecido Gasparini, por todo o apoio e incentivo durante esta jornada.

Sobre os autores

Ana Karolína dos Santos Gasparini

Natural de Londrina - PR, graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Paraná - Campus Londrina. Produziu este artigo como sua monografia para conclusão de curso da graduação, visando auxiliar e incentivar educadores a buscarem novas metodologias de ensino ativas para o ensino de transgenia e organismos geneticamente modificados (OGM's). **ORCID:** 0000-0001-8025-5094 E-mail: karolinasgasparini@gmail.com

Dão Pedro de Carvalho Neto

Possui graduação em Biotecnologia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), título de Mestre e Doutor em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Federal do Paraná e o título de Mestre Biotechnologies pour le Développement Durable pela Université D'Aix-Marseille. Sua área de atuação é aplicada ao desenvolvimento de culturas iniciadoras para o controle e melhoramento do processo fermentativo de cacau e café. Atualmente atua como professor no Instituto Federal do Paraná. **ORCID:** 0000-0002-7164-2196. Email: dao.neto@ifpr.edu.br

Recebido em: 04/06/2022

Aceito para publicação em: 27/01/2023