

# CONHECIMENTOS DE ESTUDANTES DO CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL SOBRE A BIOTECNOLOGIA POR MEIO DO ENSINO E DA MÍDIA

## *KNOWLEDGE OF STUDENTS OF THE AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING COURSE ON BIOTECHNOLOGY THROUGH TEACHING AND MEDIA*

**Sueli Soares de Sá Macebo** [sueli.uff@gmail.com]

*Pós-graduação em Ciências e Biotecnologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense*

**Neuza Rejane Wille Lima** [rejane\_lima@id.uff.br]

*ProPET Biofronteiras, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense*

### RESUMO

O conhecimento sobre a relação entre as ações da biotecnologia e da conservação ambiental torna-se essencial na formação de estudantes de Engenharia Agrícola e Ambiental porque este envolve importantes implicações econômicas, sociais e éticas. O objetivo do estudo foi avaliar o conhecimento de estudantes de uma turma de primeiro período de um curso de Engenharia Agrícola e Ambiental sobre a importância da Biotecnologia na produção agrícola e na preservação do ambiente, avaliando-se, também, a eficácia da palestra. Foram aplicados dois questionários intercalados pela apresentação da palestra intitulada "Biotecnologia, Engenharia Agrícola e Ambiente", que teve duração de 30 minutos e expôs 26 projeções com 10 diagramas e textos curtos. Os resultados indicaram que os 50 estudantes que participaram da pesquisa (21 do gênero feminino e 29 do gênero masculino, com idades variando entre 17 e 30 anos, que resulta numa média =  $20,3 \pm 2,6$ ). Em torno de 90% sabiam sobre impactos positivos e negativos da Biotecnologia, à exceção das questões de saúde, como a existência de alergias a produtos transgênicos. Foi demonstrado que esses conhecimentos eram advindos de aulas assistidas no Ensino Médio e de informações veiculadas pela mídia, tais como internet, jornais e revistas. Essas fontes do conhecimento, entretanto, não lhes forneceram informações sobre a origem da Biotecnologia na sociedade humana. Uma análise qualitativa indicou que os estudantes demonstram interesse pelo tema, uma vez que foi relatado que as atividades realizadas foram importantes para aprimorar sua formação profissional.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino; nuvens de palavras; questionário.

### ABSTRACT

*Knowledge about the relationship between the actions of biotechnology and environmental conservation becomes essential in the training of agricultural and environmental engineering students because it involves important economic, social and ethical implications. The objective of this study was to evaluate the knowledge of students from a first semester class of an Agricultural and Environmental Engineering course on the importance of Biotechnology in agricultural production and the preservation of the environment, also evaluating the effectiveness of the lecture. Two questionnaires were applied interspersed with the presentation of the lecture entitled "Biotechnology, Agricultural Engineering and Environment", which lasted 30 minutes and exposed 26 projections with 10 diagrams and short texts. The results indicated that the 50 students who participated in the research (21 females and 29 males, with ages varying between 17 and 30 years, which results in an average =  $20.3 \pm 2.6$ ). Around 90% knew about the positive and negative impacts of Biotechnology, except for health issues, such as the existence of allergies to transgenic products. It was demonstrated that this knowledge came from classes attended in high school and from information conveyed by the*

*media, such as the internet, newspapers and magazines. These sources of knowledge, however, did not provide them with information about the origin of Biotechnology in human society. Qualitative analysis indicated that students show interest in the topic since it was reported that the activities performed were important to improve their professional training.*

**KEYWORDS:** *mini lecture; clouds of words; questionnaire.*

## INTRODUÇÃO

Conforme consta na página eletrônica da Universidade Federal Fluminense, o curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Fluminense visa

“formar profissionais capacitados a atuar no desenvolvimento rural e agrícola a partir da produção e aplicação de tecnologias de engenharia destinadas a otimização e inovação do sistema agroindustrial, na indústria e no comércio de máquinas e equipamentos, na análise dos processos ambientais e nos agronegócios, nas áreas de serviços, de ensino e pesquisa nos níveis técnico e superior, desenvolvendo novas tecnologias, produtos agrícolas e combustíveis renováveis para reduzir a dependência das importações e permitir o aumento das exportações” (UFF, 2019).

Nesse contexto, averiguar e debater os conhecimentos desses alunos sobre a relação das ações da biotecnologia e a conservação ambiental é relevante na sua formação profissional, pois tal relação envolve importantes implicações econômicas, sociais e éticas (RAMOS *et al.*, 2017).

É comum, por exemplo, encontrar na mídia reportagens relacionadas à descoberta de genes que causam doenças em animais e plantas, à criação de plantas geneticamente modificadas (transgênicas) e, também, relatos de preocupação com biodiversidade devido aos impactos ambientais causados por novos agrotóxicos e pela crescente produção de seres transgênicos.

Entretanto, conforme enfatizou Alves (2007),

Desde o século XIX, a Biotecnologia e suas pesquisas sobre o meio ambiente vêm proporcionando um acúmulo de informação que é propagada por meio de diversos veículos de comunicação. No entanto, alguns desses meios podem não veicular informação à população a partir de embasamentos científicos e, dessa forma, as informações podem tornar-se fragmentadas (MEC, 2001). Este possível problema de propagação de informações pode se refletir também na educação (ALVES, 2007, p. 13).

Assim, fica evidente que temas que afetam a sociedade devem ser discutidos em sala de aula (ALVES, 2007), especialmente pelo público que atuará profissionalmente nessa área do conhecimento, a exemplo do curso universitário em questão.

Desse modo, as situações do cotidiano e atividades didáticas que envolvem a divulgação das vantagens e desvantagens da Biotecnologia devem ampliar os conhecimentos dos estudantes e, assim, torná-los mais críticos em relação às atividades humanas e, conseqüentemente, mais participativos em futuras tomadas de decisões.

## A Biotecnologia e o Ambiente

A Biotecnologia é uma área multidisciplinar que decorre da evolução humana, cujos registros remontam a períodos anteriores à era cristã. Há registros de que a Biotecnologia teve o seu início com o desenvolvimento de processos fermentativos para a produção de bebidas alcoólicas, praticada por sumérios e babilônios antes do ano 6.000 a.C. Também há registros de que, aproximadamente no ano 2.000 a.C., os egípcios que utilizavam fermento para fabricar

cerveja, passaram também a empregar essa tecnologia para poder fabricar o pão (GUSMÃO *et al.*, 2017).

Atualmente, a evolução da Biotecnologia é responsável pelo surgimento de novas áreas do conhecimento que demandam estratégias para a manutenção da qualidade ambiental. Essa manutenção envolve os conceitos de sustentabilidade ambiental, preservação das espécies e o uso coerente de substâncias como os fármacos e os agrotóxicos, contribuindo para a exploração racional dos recursos naturais (RAMOS *et al.*, 2017). As áreas de conhecimento em questão abrangem várias frentes de pesquisa que suscitam no desenvolvimento de diversos produtos, que podem incrementar a produtividade agrícola, o monitoramento ambiental e conduzir à uma efetiva recuperação de áreas degradadas e à elevação da qualidade ambiental (SILVEIRA, 2002).

Assim, com os avanços científicos e tecnológicos que vêm sendo conquistados a cada ano, a Biotecnologia vem revolucionando as abordagens tradicionais de exploração de recursos biológicos (CANHOS; MANFIO, 2010), trazendo transformações muitas vezes preocupantes que devem ser do conhecimento de todos de modo sistematizado e verídico (ALVES, 2007).

### **A Biotecnologia e a Educação**

A Biotecnologia deve ser abordada em termos educacionais, pois esta é reconhecida como uma das ciências mais relevantes para a evolução da sociedade do século 21 devido as suas características de inovação. Os impactos atuais causados pelo Biotecnologia envolvem grandes preocupações frente a problemas globais como o desmatamento, a poluição ambiental e a extinção de espécies.

Desse modo, é necessário difundir a Biotecnologia em diferentes segmentos do ensino, por meio da subárea biotecnologia educacional. Essa difusão fornecerá base para formação de Engenharia Agrícola e Ambiental com atitudes mais críticas, bem como subsidiar informações que poderão ajudar na sua atuação como cidadão consciente de suas escolhas no que se refere à produção de alimentos, ao uso de defensivos agrícolas, à conservação da biodiversidade e do meio ambiente (ALVES, 2007; RAMOS *et al.*, 2017).

As discussões acerca das práticas da Biotecnologia passam a englobar a preocupação com a sustentabilidade ambiental (SCHENBERG, 2010). Todos os temas que abrangem a Biotecnologia trazem consigo aspectos técnicos que correspondem a sua viabilidade econômica, seu valor social e sua relevância ambiental. A busca desses temas, o processo de análise e a compreensão dos resultados são caminhos que devem ser trilhados para que o educando desenvolva uma visão crítica acerca das práticas da Biotecnologia, de seus desdobramentos e de suas aplicabilidades (PRADO; FIGUEIREDO, 2016).

Segundo Prado e Figueiredo (2016), a proposição de uma abordagem mais significativa do estudo da Biotecnologia para o Ensino Médio por meio da análise de resultados de pesquisas descritas em artigos científicos faz-se necessária como método de aproximação entre o cotidiano do aluno da educação básica e o conhecimento decorrente das mais diversas pesquisas científicas. O reconhecimento e o posicionamento frente às demandas científicas tecnológicas têm como pré-requisito a necessidade de se alfabetizar cientificamente a sociedade tais como estudantes das áreas de agronomia e de ciências ambientais.

Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o conhecimento dos estudantes de uma turma de primeiro período de um curso de Engenharia Agrícola e Ambiental sobre a importância da Biotecnologia na produção agrícola e para a preservação do ambiente e conhecer as suas opiniões sobre o tema em questão, verificando, também, a eficácia da palestra ministrada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi cadastrado em 17/03/2018 como uma atividade extensionista na plataforma Sigproj (Sistema de Informação e Gestão de Projetos - sigproj.ufrj.br), tendo recebido o protocolo número 299499.1599.51214.17032018, sendo parte integrante do projeto de ensino, pesquisa e extensão do Programa de Educação Tutorial: ProPET Biofronteiras do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense.

Inicialmente, os 50 estudantes do primeiro período do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental (amostragem baseada em agrupamento) presentes à décima aula da disciplina Biologia Geral do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense foram informados quanto ao objetivo da pesquisa, da aplicação de questionários e da apresentação de uma palestra com duração de 30 minutos, intitulada "Biotecnologia, Engenharia Agrícola e Ambiente". Posteriormente, todos eles preencheram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participar da pesquisa proposta.

Foram confeccionados dois questionários: o primeiro basicamente com perguntas dicotômicas, com exceção da primeira pergunta (Quadro 1), e o segundo com um misto de perguntas abertas e dicotômicas (Quadro 2), repetindo parte das perguntas que estão contidas no questionário 1.

Todas as perguntas foram elaboradas em função do conteúdo que foi abordado na palestra ministrada (Quadro 1 e 2).

Após a assinatura do termo, os estudantes foram convidados a responder ao primeiro questionário para averiguar os seus conhecimentos prévios sobre a Biotecnologia envolvendo a produção agrícola e questões ambientais. A palestra foi ministrada por uma doutoranda do curso de Pós-graduação em Ciências e Biotecnologia. Essa atividade teve a duração de 30 minutos com apresentação disponibilizada a partir do programa PowerPoint, Microsoft e utilização de equipamento de Datashow.

Quadro 1 - Perguntas do questionário que foi aplicado aos estudantes do 1º período do curso de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental antes da apresentação da palestra sobre "Biotecnologia, Engenharia Agrícola e Ambiente".

Perguntas
1. A Biotecnologia surgiu há quantos anos?
2. Podemos domesticar as plantas? ( ) Sim ( ) Não
3. A Biotecnologia é importante para a produção de agrícola? ( ) Sim ( ) Não
4. A Biotecnologia traz benefícios para o ambiente? ( ) Sim ( ) Não
5. Podemos modificar o ambiente com a Biotecnologia? ( ) Sim ( ) Não
6. Existem impactos negativos devido ao uso da biotecnologia pela agricultura? ( ) Sim ( ) Não
7. É possível minimizar as considerações éticas, reduzir os riscos ambientais e ao mesmo tempo manter os benefícios da Biotecnologia? ( ) Sim ( ) Não

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quadro 2 - Perguntas do questionário que foi aplicado após a apresentação da palestra intitulada "Biotecnologia, Engenharia Agrícola e o Ambiente".

Perguntas
1. Antes da mini palestra ministrada você já tinha ouvido falar de Biotecnologia por outras fontes? ( ) Não ( ) Sim: ( ) Aulas no Ensino Médio, ( ) Livros didáticos, ( ) TV, ( ) Jornal, ( ) Revista, ( ) Internet, ( ) Outro(s) – Qual(is)?
2. A Biotecnologia surgiu há quantos anos?
3. Podemos domesticar as plantas? ( ) Sim ( ) Não – Por quê?
4. A Biotecnologia é importante para a produção de agrícola? ( ) Sim ( ) Não - Por quê?
5. A Biotecnologia traz benefícios para o ambiente? ( ) Sim ( ) Não - Por quê?
6. Podemos modificar o ambiente com a Biotecnologia? ( ) Sim ( ) Não
7. Existem impactos negativos devido ao uso da biotecnologia pela agricultura? ( ) Sim ( ) Não - Por quê?
8. É possível minimizar as considerações éticas, reduzir os riscos ambientais e ao mesmo tempo manter os benefícios da Biotecnologia? ( ) Sim ( ) Não - Por quê?
9. A mini palestra foi relevante para sua formação profissional? ( ) Sim ( ) Não - Por quê?
10. Faça as observações que achar relevante:

Fonte: Elaborado pelas autoras

A apresentação contou com 26 projeções, com a exposição de textos curtos com tópicos que abordavam o tema em questão. Dez diagramas foram apresentados e discutidos com a turma para abordar: (a) Histórico com exemplos de atividades humanas envolvendo a Biotecnologia; (b) Relevância da exportação nacional de graus; (c) Histórico sobre o melhoramento genético de plantas entre o período de 10 mil anos até os dias atuais; (d) As maiores áreas plantadas com plantas transgênicas em países do mundo; e (e) Problemas causados à saúde humana por agrotóxicos e transgênicos.

Ao final das atividades estabeleceu-se uma roda de conversa com duração de 15 minutos para que os estudantes expressassem suas conclusões sobre o papel do homem na utilização dos recursos naturais através de intervenções biotecnológicas e as vantagens e desvantagens destas atividades.

Para analisar as respostas obtidas através do segundo questionário adotaram-se as seguintes estratégias: (1) programa Microsoft Office Excel para analisar as respostas quantitativas e seus os valores percentuais e, assim, gerar gráficos; (2) programa Microsoft Word para digitalizar as respostas qualitativas; e (3) programa nuvens de palavras *online* WordArt (<https://wordart.com/>) para analisar o conteúdo os textos.

## RESULTADOS

Os questionários foram respondidos pelos 50 estudantes que assistiram à palestra e participaram das discussões sobre o tema em questão. Vinte e um deles declararam pertencer ao gênero feminino e vinte e nove ao gênero masculino. Eles tinham idades que variaram entre 17 e 30 anos (média = 20,3 ± 2,6).

A pergunta "A Biotecnologia surgiu há quantos anos?" revelou que os estudantes acreditavam que as atividades envolvendo a Biotecnologia eram recentes na história. O valor médio atribuído nas respostas foi de 200 anos atrás, variando entre 10 e 397 anos atrás.

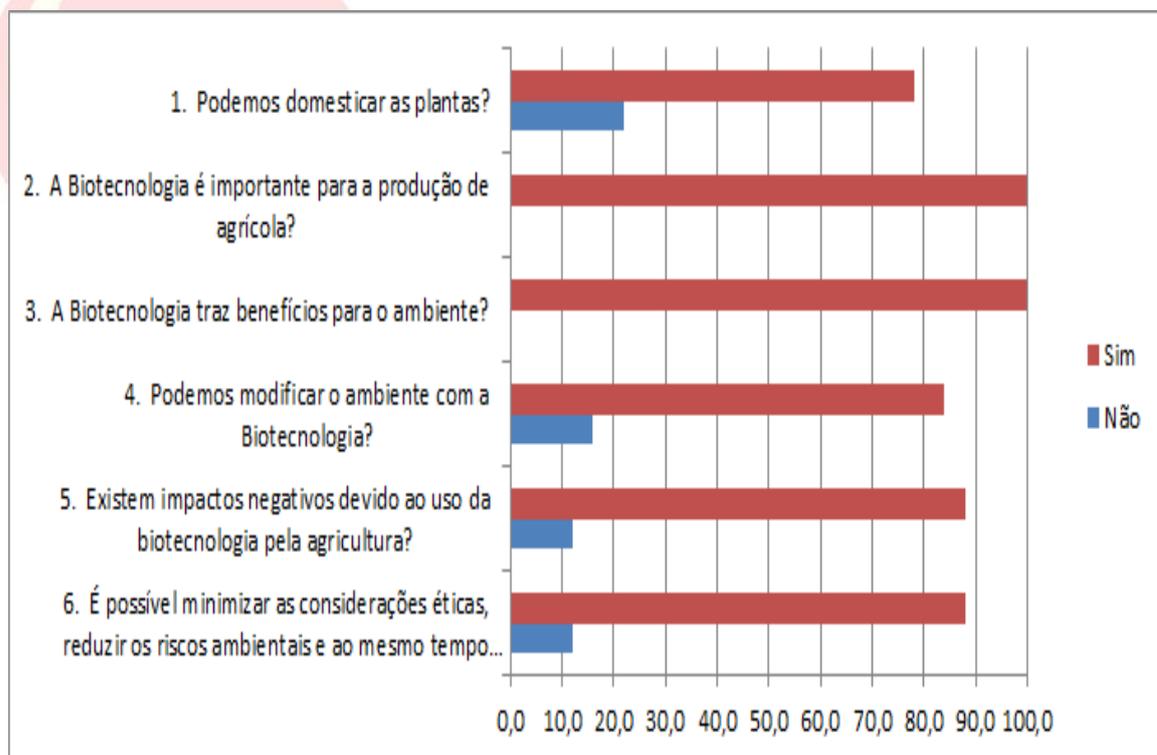
Foi verificado a partir da aplicação do 1º. Questionário que a maioria dos estudantes (n= 39) sabia que era possível domesticar as plantas. Esta pergunta também se encontrava no 2º questionário e percebeu-se que, após a palestra, sete estudantes passaram a concordar que as plantas são domesticáveis, elevando o número de respostas positivas para 46.

Todos os estudantes concordavam que a Biotecnologia é importante para a produção agrícola. Entretanto, somente após a palestra três estudantes passaram a acreditar que a Biotecnologia nem sempre traz benefícios para o ambiente, apreendendo o que foi explanado durante a palestra. Do total dos estudantes que participaram das atividades, 44 responderam, no 1º questionário, que existem impactos negativos devido ao uso da Biotecnologia pela agricultura. Esse número aumentou para 47 após a palestra.

Para a pergunta "É possível minimizar as considerações éticas, reduzir os riscos ambientais e ao mesmo tempo manter os benefícios da Biotecnologia?" foram obtidas 44 respostas positivas antes da palestra e 39 após. As Figuras 1 e 2 apresentam a análise das respostas nos dois questionários aplicados.

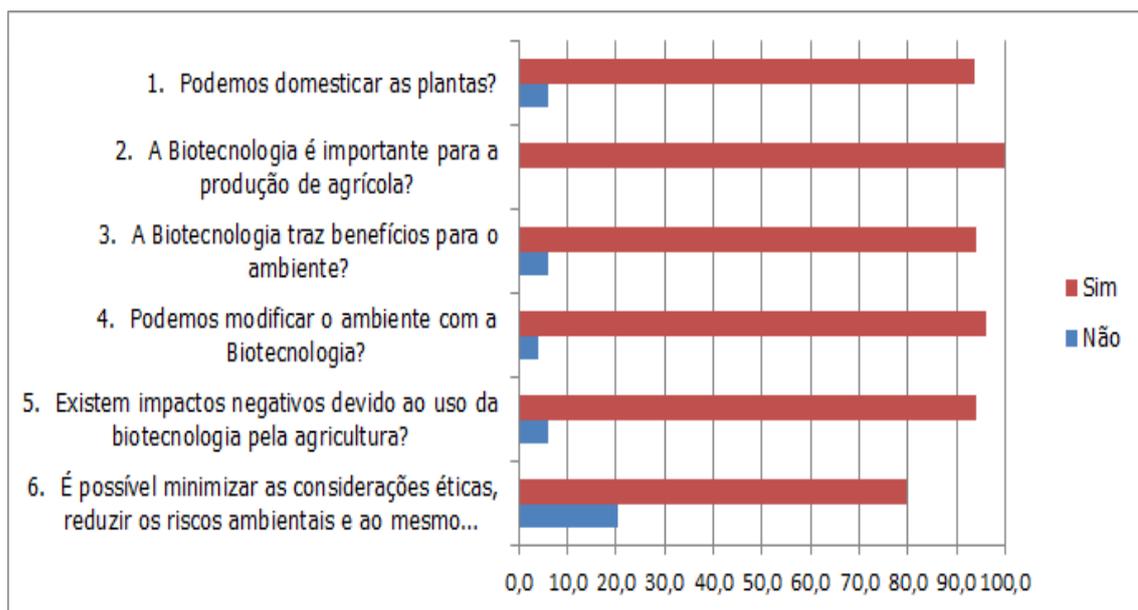
Em conjunto, as respostas aos dois questionários aplicados revelaram que a maioria dos estudantes (acima de 65%) conhecia sobre as implicações das atividades relacionadas à aplicação da Biotecnologia. Apesar da maioria dos estudantes ter expressado conhecimento prévio sobre a Biotecnologia, eles (n= 47) responderam que a palestra foi relevante para a sua formação profissional.

Esses dados demonstraram que tanto o ensino (49%) como a mídia (51%) contribuíram igualmente para (in)formar os estudantes sobre a importância da Biotecnologia, sendo que a internet foi, em termos absolutos, a fonte de informações mais citada (Figura 1).



**Figura 1:** Respostas dos estudantes do primeiro período do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, em porcentagem (%), para as perguntas (2ª a 7ª) do 1º questionário aplicado (Quadro 1).

Fonte: Elaborado pelas autoras.



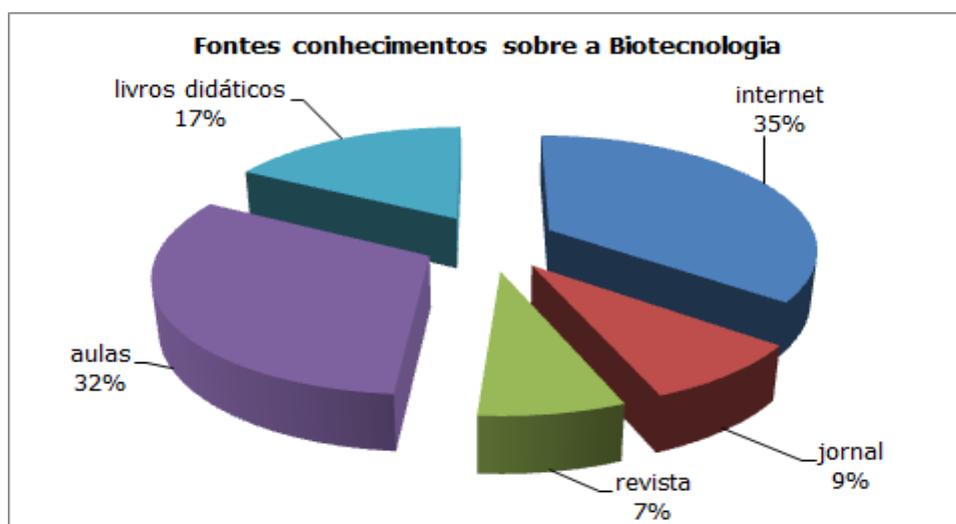
**Figura 2:** Respostas dos estudantes do primeiro período do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, em porcentagem (%), para as (2ª a 7ª) do 2º questionário aplicado (Quadro 2).

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Em conjunto, as respostas aos dois questionários aplicados revelaram que a maioria dos estudantes conhecia sobre as implicações das atividades relacionadas à aplicação da Biotecnologia. Apesar da maioria dos estudantes ter expressado conhecimento prévio sobre a Biotecnologia, eles (n= 47) responderam que a palestra foi relevante para a sua formação profissional.

Esses dados demonstraram que tanto o ensino (49%) como a mídia (51%) contribuíram igualmente para (in)formar os estudantes sobre a importância da Biotecnologia, sendo que a internet foi, em termos absolutos, a fonte de informações mais citada (Figura 1).

Os estudantes informaram que o conhecimento sobre a Biotecnologia foi obtido através da internet (n=29), aulas no Ensino Médio (n=26), livros didáticos (n= 14), jornais (n=7) e revistas (n= 6) (Figura 2). Nenhum estudante assinalou a resposta "outros" que constava no Questionário 2.



**Figura 3:** Respostas dos estudantes do primeiro período do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental sobre a fonte de conhecimentos sobre a Biotecnologia. Fonte: Elaborado pelas autoras.



<p>3. No. 5</p> <p>A Biotecnologia traz benefícios para o ambiente?</p>	
<p>4. No. 6</p> <p>Podemos modificar o ambiente com a Biotecnologia?</p>	
<p>5. No. 7</p> <p>Existem impactos negativos devido ao uso da biotecnologia pela agricultura?</p>	
<p>6. No. 8</p> <p>É possível minimizar as considerações éticas, reduzir os riscos ambientais e ao mesmo tempo manter os benefícios da Biotecnologia?</p>	



Esses valores revelaram que os estudantes reconstruíram seus conhecimentos, passando a saber que a Biotecnologia havia surgido no grupo de homens que deixou de ser coletor-caçador e adotou a prática da agricultura e a criação de animais (GEBAUER; PRICE, 1992), e que, concomitantemente, descobriu as técnicas para produzir, primeiro, cerveja e vinho e, depois, pão e queijo a partir da fermentação (FERRO, 2010; GUSMÃO *et al.*, 2017). Assim, os estudantes tiveram, a partir das atividades acadêmicas realizadas (questionários, palestra e discussão orientada em roda de conversa), uma visão mais ampla da relação da Biotecnologia com a evolução da história do Homem, aliando seus conhecimentos sobre as ações modernas desta ciência com as descobertas realizadas pelas sociedades antigas.

Conforme enfatiza Ferro (2010),

No cotidiano acadêmico, a biotecnologia é uma ciência profundamente orientada pelo método científico. É ideal que os resultados gerados pela biotecnologia sejam eventualmente convertidos em produtos comerciais, fazendo que essa ciência tenha uma forte correlação com o conceito de inovação; no caso da indústria em geral, inovar significa disponibilizar um produto para o consumo. A biotecnologia aplica-se tanto para a inovação radical, que envolve descobertas originais, como para a inovação incremental, que pode envolver apenas melhorias em processos já existentes (FERRO, 2010, p. 109).

Durante a roda de conversa foi verificado que os estudantes, apesar de seus conhecimentos prévios sobre a Biotecnologia, não estavam totalmente inteirados, por meio do ensino ou da mídia, sobre as desvantagens da Biotecnologia, principalmente em relação ao uso indiscriminado de fertilizantes e de agrotóxicos, que causam impactos no ambiente e desencadeiam alergias (MELLO; COLLET, 2013).

Assim, foi averiguado que os conhecimentos construídos a partir da escola e da mídia não têm sido suficiente, pois "muitas pessoas não estão preparadas o suficiente para compreender os impactos da Biotecnologia.

Sabe-se que grande parte dessa preparação deve ser efetivada na escola e a maneira pela qual os docentes irão apresentar as questões biotecnológicas faz toda a diferença" (FONSECA; BOBROWSKI, 2015, p. 507).

A Biotecnologia Educacional no ambiente acadêmico se torna imprescindível, pois visa propagar e tornar discutível pesquisas de ponta na área biotecnológica. Desse modo, é importante divulgar o conhecimento sobre o potencial biotecnológico da biodiversidade, seja ele nacional ou mundial. Tanto para promover o uso responsável da biodiversidade, mas também a sustentabilidade ambiental. (ALVES, 2007; FERRO, 2010; MORELLO; COLLET, 2013; RAMOS *et al.*, 2017).

As atividades realizadas também justificaram a importância dos conhecimentos de genética que foram ministrados nas três primeiras aulas da disciplina de Biologia Geral, mostrando para os estudantes que os conhecimentos dessa área se aplicam a toda e qualquer questão da biosfera, como "a melhoria das plantas e dos animais, a compreensão da patologia humana e a produção de medicamentos por meio da Biotecnologia" (SANTANA *et al.*, 2017, p. 43).

O mais relevante no estudo realizado foi verificar que os estudantes envolvidos se mostraram interessados no tema apresentado, relatando que as atividades realizadas contribuíram para sua formação profissional.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de atividades envolvendo a identificação do conhecimento prévio dos estudantes e de suas fontes e a construção de novos conhecimentos a partir de práticas educacionais demonstraram que a palestra foi uma estratégia eficiente.

Os relatos da maioria dos estudantes envolvidos nas atividades revelaram que eles entenderam os propósitos do estudo e consideraram a palestra relevante. Ficou evidente que a importância da Biotecnologia, no passado, na vida moderna do Homem e no funcionamento e equilíbrio da biosfera passou a ser um conhecimento coletivamente construído como o grupo dos estudantes do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental. Assim, essas atividades passaram a ser aplicadas nos semestres subsequentes do curso universitário em questão.

## Agradecimentos

As autoras são gratas aos estudantes da turma de Engenharia Agrícola e Ambiental que cursaram a disciplina de Biologia Geral da Universidade Federal Fluminense no primeiro semestre de 2019 pela participação e críticas construtivas relacionadas às atividades realizadas e ao apoio da Pró-reitoria de Graduação que apoia o ProPET Biofronteiras da Universidade Federal Fluminense.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Jussara Bernardo. **Biotecnologia e meio ambiente**: representações sociais de professores de ciências. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade de Mogi das Cruzes, SP, 2007. Disponível em: [http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=98928](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=98928) Acesso em 22 jun 2019.
- BONIS, Marcos de; COSTA, Marco Antonio Ferreira da. Educação em biossegurança e bioética: articulação necessária em biotecnologia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2107-2114, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csc/v14n6/17.pdf> Acesso em 22 jun 2019.
- CANHOS, Vanderlei Perez; MANFIO, Gilson Paulo. **Recursos Microbiológicos para Biotecnologia**. RedeTec, Campinas, 2010. Disponível em: [https://www.redetec.org.br/wp-content/uploads/2015/02/mct\\_recursos\\_biologicos.pdf](https://www.redetec.org.br/wp-content/uploads/2015/02/mct_recursos_biologicos.pdf) Acesso em 22 jun 2019.
- CAVAGNOLI, Sônia Regina; SOARES, Maria Amélia Menck. Desmistificando a biotecnologia. Unioeste, 2007. Disponível em: [http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes\\_pde/artigo\\_sonia\\_regina\\_cavagnoli.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_sonia_regina_cavagnoli.pdf) Acesso em 25 ago 2020.
- FERRO, Emer Suavinho. Translational Biotechnology: hemopressin and other intracellular peptides. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 70, p. 109-121, 2010.
- GEBAUER, Anne B.; PRICE, T. Douglas. **Foragers to Farmers**: an introduction. Transitions to Agriculture in Prehistory. (A. B. Gebauer, T. D. Price, Eds.). Madison, Prehistory Press, 1992, p. 1-10. Tradução de Jairo Henrique Rogge.
- GUSMÃO, Alexandre Oliveira de Meira; SILVA, Antônio Rodrigues da; MEDEIROS, Osvaldo, Mauro. A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, p. 135-154, 2017. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/4979> Acesso em 22 jun 2019.
- KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. Ática, São Paulo: USP, 2008.
- MALAJOVICH, Maria Antônia Muñoz de. **O ensino de Biotecnologia**. 1ª. Edição, Bteduc, 2017. Disponível em: [https://bteduc.com/livros/Ensino\\_de\\_Biotecnologia\\_2017.pdf](https://bteduc.com/livros/Ensino_de_Biotecnologia_2017.pdf). Acesso em 22 jun 2019.
- MORÁN, José Manuel. Como utilizar a internet na educação. **Ciência da Informação**, v. 26, n. 2, e8, 1997. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-19651997000200006](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651997000200006) Acesso em 22 jun 2019.

MORELLO, Célia; COLLET, Sandra Aparecida de Oliveira. **Os agrotóxicos e sua influência no meio ambiente e na saúde humana.** Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. 2013. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_ue\\_m\\_bio\\_artigo\\_celia\\_morello.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_ue_m_bio_artigo_celia_morello.pdf). Acesso 22 jun 2019.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia; GALUCH, Maria Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas; RIBEIRO, Alessandra Claudia. 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, 299-309, 2007. Disponível em: [http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5\\_Vol6\\_N2.pdf](http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf) Acesso 22 jun 2019.

PINHEIRO, João Paulo Silva; PANTOJA, Lydia Dayanne Maia; SALMITO-VANDERLEY, Carminda Sandra Brito. Ensino de biotecnologia: o conhecimento docente e abordagem na perspectiva do exame nacional do ensino médio. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 2, p. 776-792, 2017. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8361/6566> Acesso 22 jun 2019.

PRADO, Isabel Cristina de Oliveira Melo do; FIGUEIREDO, Josiane Aparecida Gomes **Prática e reflexões sobre a biotecnologia no terceiro ano do ensino médio do CERP – Morretes/PR.** In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2016. Curitiba: SEED/PR., 2018. v. 1. (Cadernos PDE). Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_artigo\\_bio\\_unespar-paranagua\\_isabelcristinadeoliveiramelodoprado.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_bio_unespar-paranagua_isabelcristinadeoliveiramelodoprado.pdf) Acesso 22 jun 2019.

RAMOS, Márcio Viana; MELO, Dirce Fernandes; SILVA, André Luís Coelho da (Org.) **Biotecnologia: a ciência, o bacharelado, a demanda socioeconômica**, Fortaleza, CE, Imprensa Universitária, 2017. p. 116.

SANTANA, E. B.; FERNANDES, S. S.; SOUZA, C. R. T. de. Impactos do uso de experimentos de baixo custo no ensino de genética em colégios de ensino médio. **Revista Ciências e Ideias**, v. 8, n. 2, p. 42-56, 2017. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/682/518> Acesso 22 jun 2019.

SCHENBERG, Ana Clara Guerrini. Biotecnologia e Desenvolvimento Sustentável. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 70, p. 1-17, 2010.

SILVA, Luiz Hildebrando Pereira da. Ciências biológicas e biotecnologia realidades e virtualidades. **São Paulo Perspectivas**, v. 14, n. 3, p. 60-67, 2000. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-8839200000300011&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-8839200000300011&script=sci_abstract) Acesso 22 jun 2019.

SILVEIRA, José Maria da. **Avaliação das potencialidades e dos obstáculos à comercialização dos produtos de biotecnologias no Brasil.** Programa de Biotecnologia e recursos Genéticos – Relatório Técnico ao Ministério de Ciência e tecnologia, 2002. Disponível em: [https://www.redetec.org.br/wp-content/uploads/2015/02/mct\\_potencialidades.pdf](https://www.redetec.org.br/wp-content/uploads/2015/02/mct_potencialidades.pdf) Acesso 20 jun 2019.

UFF, 2019. Engenharia Agrícola e Ambiental. Disponível em: <http://www.uff.br/?q=curso/engenharia-agricola-e-ambiental/12728/bacharelado/niteroi> Acesso 15 maio 2019.