

Avaliação do saber biotecnológico no ensino médio: Concepções, práticas e aplicações

Evaluation of biotechnological knowledge in high school: Conceptions, practices and applications

Sarah de Sousa Ferreira^{1*}, Pedro Everson Alexandre de Aquino², Thamyris de Sousa Ferreira³

¹ Biomédica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-3268-4270> E-mail: sarahferreir@outlook.com *autor para correspondência.

² Biomédico. Universidade Maurício de Nassau, Fortaleza, Ceará, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-4756-081X> E-mail: pedroeverson.alexandre@gmail.com

³ Engenheira Ambiental. Filiação: Universidade Regional do Cariri, Crato, Ceará, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-8567-3655> E-mail: thamyrisousaf@gmail.com

Palavras-chave

Biotecnologia
Genética
Ensino Médio
Didática

A biotecnologia é um conjunto multidisciplinar de conhecimentos que caracteriza-se pelo desenvolvimento e aplicação de tecnologias biológicas em diversas áreas. A abordagem dos temas em sala de aula relacionados ao saber biotecnológico torna-se primordial para a compreensão de conquistas científicas, amplamente abordadas pela mídia, visto que, a ciência e a tecnologia estão causando profundas mudanças sociais, econômicas e culturais. **Objetivo:** Esta revisão visou avaliar como está o processo ensino aprendizagem da biotecnologia dentro das ciências biológicas, atualizando o conhecimento nesta área a partir de novos achados na literatura. **Metodologia:** O estudo foi realizado no mês de junho de 2020 e fez uma retrospectiva dos trabalhos publicados entre 2015 a 2020. Para tanto, foi utilizado os bancos de dados: Pubmed, Biblioteca Virtual de Saúde, Cochrane, LILACs, Scopus e Web of Science. **Resultados e discussão:** Os trabalhos voltados a abordagem dos conteúdos em livros didáticos mostraram que, na maioria dos livros os conteúdos relacionados a biotecnologia não estavam completos, poucos apresentaram a maioria dos temas escolhidos pelos autores. Contudo, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) abordou, na prova de Biologia, o tema de forma contextualizada. Alguns autores, mostraram, através de práticas e aplicações, que o conteúdo era melhor compreendido quando os alunos podiam associar a teoria à prática. **Conclusão:** Neste contexto, podemos concluir que o desafio da escola é, portanto, adequar o saber científico com o contexto no qual o aluno está inserido.

Keywords

Biotechnology
Genetics
High school
Didactics

Biotechnology is a multidisciplinary set of knowledge that is characterized by the development and application of biological technologies in several areas. The approach of themes in the classroom related to biotechnological knowledge becomes essential for the understanding of scientific achievements, widely addressed by the media, since science and technology are causing profound social, economic and cultural changes. **Objective:** This review aimed to assess how the biotechnology teaching-learning process is doing within the biological sciences, updating knowledge in this area based on new findings in the literature. **Methodology:** The study was carried out in June 2020. This review made a retrospective of the works published between 2015 and 2020. For this purpose, the following databases were used: Pubmed, Virtual Health Library, Cochrane, LILACs, Scopus and Web of Science. **Results and discussion:** The works focused on the content of textbooks showed that, in most books, the contents related to biotechnology were not complete, few presented most of the themes chosen by the authors. However, the Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) addressed the theme in the Biology test in a contextualized way. Some authors showed, through practices and applications, that the content was better understood when students could associate theory with practice. **Conclusion:** In this context, we can conclude that the school's challenge is, therefore, to adapt scientific knowledge with the context in which the student is inserted.

INTRODUÇÃO

Desenvolvendo melhores variedades de produtos e gerando serviços para utilização humana, a biotecnologia é

uma ciência que opera em nível molecular e tem como intuito melhorar técnicas obtidas em vários setores da sociedade. Esta ciência tornou-se uma área fortemente ligada à tecnologia e a pesquisa científica que tem como

principal objetivo a melhoria da qualidade de vida (ALBAGLI, 1998; BORÉM, 2005). Segundo Borém (2005), a biotecnologia vem surpreendendo pela velocidade como evoluiu nos últimos anos e como esse mercado atingiu a sociedade de forma tão inesperada.

Existem indícios de que os estudos para o ensino das ciências e até mesmo a origem das pesquisas ocorreu no período pós-guerra, entre 1950 e 1960, advindas também com o movimento da reforma no ensino das ciências (MELO; CARMO, 2009). Atualmente, são disponibilizados vários periódicos com resultados de pesquisas científicas voltadas para a educação em ciência no Brasil nas mais diversas áreas, inclusive a da biologia. Vários eventos reúnem professores, alunos, pesquisadores para uma interação da comunidade acadêmico-científica (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2006; MELO; CARMO, 2009).

A ciência e a tecnologia estão causando profundas mudanças sociais, econômicas e culturais. Uma grande quantidade de informações advindas das recentes descobertas científicas, especialmente nas áreas da genética e biotecnologia, tem sido expandida dos meios acadêmicos para a comunicação em massa. Clonagem, células-tronco e transgênicos, são alguns dos temas mais debatidos na área das ciências biológicas, dentro e fora da sala de aula (PEDRANCINI et al., 2007).

Assim, alguns autores sugerem avaliar a dinâmica educacional, a partir de análises de como é conduzido o processo de ensino e como os alunos conseguem assimilar os conteúdos propostos. Tomando com bases essas análises, poderiam ser propostas melhorias de acordo com as necessidades do alunado, apontando componentes mais eficazes no processo de ensino (PEDRANCINI et al., 2007; RODRIGUES; MELLO, 2005).

Nos últimos anos os meios de comunicação em massa têm divulgado inúmeras descobertas atribuídas ao uso da tecnologia associada à biotecnologia. A abordagem dos temas em sala de aula relacionados ao saber biotecnológico torna-se, portanto, primordial para a compreensão de conquistas científicas, amplamente abordadas pela mídia.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o processo ensino-aprendizagem da biotecnologia no ensino médio a partir de uma revisão integrativa de literatura. Para tanto, foram considerados os conceitos aplicados em sala de aula, especialmente em livros didáticos, as práticas realizadas para melhor compreensão dos temas propostos e as aplicações da ciência e tecnologia no cotidiano.

METODOLOGIA

Este estudo refere-se a uma revisão de literatura

integrativa, através do banco dados: Pubmed, Biblioteca Virtual de Saúde, *Cochrane*, LILACs, *Scopus* e *Web of Science*. O material bibliográfico foi selecionado em junho de 2020, abrangendo publicações entre os anos de 2015 a 2020. A busca foi realizada utilizando de descritores em português e em inglês selecionados a partir dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) da BVS/Bireme. Foram utilizados os descritores “biotecnologia”, “avaliação do ensino” e “ensino médio” associados ao operador booleano AND.

Os critérios de inclusão foram estudos que abordassem a relação entre o saber biotecnológico aplicado a alunos do ensino médio no Brasil. Artigos que não contemplavam a temática, bem como, avaliavam resultados de outros países, não foram utilizados no estudo.

As principais perguntas que nortearam a busca nos bancos de dados foram: (1) qual é o conceito da biotecnologia e como este conjunto multidisciplinar de conhecimentos está sendo aplicado no Brasil? (2) os professores conseguem aplicar o saber biotecnológico na sala de aula?

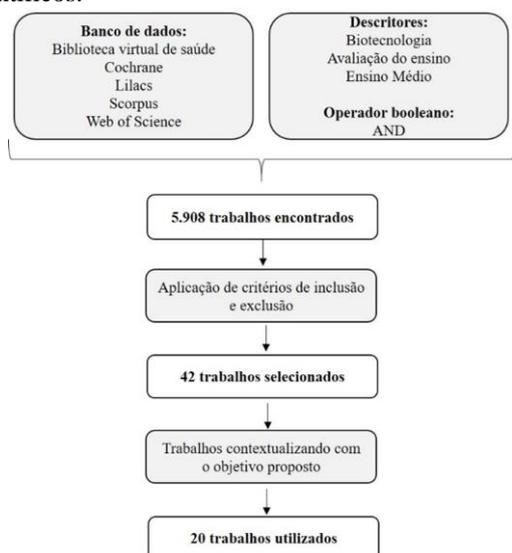
Neste contexto, buscou-se compreender os métodos utilizados em sala de aula na aplicabilidade da ciência e tecnologia no ensino médio, as carências que professores e alunos tem em tornar o conhecimento biotecnológico mais acessível e os desafios das escolas quanto a aplicabilidade do saber biotecnológico.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A busca na literatura resultou em 5.908 artigos, muitos destes eram artigos aplicados à biotecnologia, contudo não eram voltados para a área educacional. Neste sentido, 42 foram selecionados a partir do título e, posteriormente, após a lida do resumo ou texto completo, foram escolhidos 20 artigos ou trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, os quais encontravam-se totalmente dentro da temática. A figura 1 apresenta o fluxograma da seleção dos trabalhos. Ainda, os trabalhos selecionados para a elaboração deste artigo estão apresentados no quadro 1, no qual estão os objetivos e principais resultados.

Concepções: a biotecnologia nos livros didáticos

Os meios de aquisição ao conhecimento são questionados por diversos autores, especialmente dentro do ambiente escolar. Professores da área de ensino da Biologia têm se preocupando com o ensino de tópicos da biotecnologia atrelada à genética. A ausência dos conteúdos nos livros didáticos torna-se um problema para os professores adequarem os conteúdos de genética básica a suas aplicações.

Figura 1. Fluxograma da seleção dos trabalhos científicos.

Fonte: dados da pesquisa.

Fonseca e Bobrowski (2015) aplicaram um questionário em professores do ensino médio de escolas públicas e Pelotas no Rio Grande do Sul, e verificaram que os principais livros recomendados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2012, apresentavam lacunas de conteúdos. Segundo estes autores torna-se necessário a inserção de assuntos disponíveis na mídia e em outros meios para a complementação do saber biotecnológico para alunos do ensino médio.

Chaves e Camarotti (2015) também avaliaram a qualidade dos livros didáticos, contudo, os livros foram analisados conforme o conteúdo, sendo o enfoque relacionado às tecnologias de manipulação do DNA, questões éticas e genética humana e saúde. Os livros de Lopes e Rosso e Amabis e Martho, que são os mais utilizados nas escolas de ensino médio da Paraíba, apresentaram melhor abordagem para aprendizagem dos temas analisados.

Livros didáticos utilizados nas escolas públicas de São Carlos em São Paulo, também foram analisados. Os conteúdos relacionados à ciência, tecnologia e sociedade eram apresentados em formato de quadros e não no texto principal e a principal categoria encontrada em todos os livros foi a compreensão das relações socioculturais e ambientais (KAPP; MIRANDA; FREITAS, 2015). Os autores enfatizam que a população precisa ser informada sobre os avanços científicos e tecnológicos para que se sintam parte do processo, podendo tomar decisões primordiais relacionadas à estas questões. Ainda, dos sete livros analisados por Ferreira e Camarotti (2019) apenas um apresentou discussões melhores elaboradas sobre o tema

Outro estudo relacionado aos livros didáticos associados aos saberes de genética e biotecnologia foi realizado em

2017. Os autores verificaram que 50% dos livros didáticos não relacionam o conhecimento científico e tecnológico com uma associação direta, sendo que somente um dos livros todos os quesitos da pesquisa: proposição de atividades práticas em aula ou laboratório, aproximação dos conceitos a atividades práticas sobre técnicas moleculares e abordagem de técnicas atualizadas relativas à biotecnologia (PEIXE, 2017).

Muitas vezes os estudos relacionados à biotecnologia e produção dos alimentos estão em quadros de textos nos livros, o que desvincula do texto principal e acaba tornando-o menos debatido em salas de aula (KAPP et al., 2017).

A ausência de aulas práticas foi presente em um estudo realizado no Amazonas (CAITANO, 2019). Assim, nota-se que muitas vezes os livros didáticos não apresentam conteúdo necessário para uma maior contextualização dos temas associados à biotecnologia com a prática do cotidiano.

Concepções: a biotecnologia no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é a principal porta de entrada dos estudantes às universidades ou até mesmo conseguir bolsas de estudos no exterior. Marques e Ribeiro (2016) avaliaram os conteúdos de biotecnologia aplicados nas provas do ENEM e verificaram que, a biotecnologia é comumente aplicada nas questões, principalmente relacionadas as disciplinas de biologia e química. O saber biotecnológico é aplicado de forma prática, nos quais os estudantes são testados a resolverem situação-problema muitas vezes relacionados ao seu cotidiano.

Um estudo realizado entre 2009 e 2015 mostrou que o ENEM apresentou diversas questões sobre a biotecnologia. Dentre os temas da biologia, foi verificado que 15% das questões eram relacionados ao saber biotecnológico e os principais temas abordados foram tecnologia do DNA recombinante, transgênico, fluxo gênico, seguido de DNA mitocondrial e eletroforese (SILVA XAVIER, 2016).

Prática e aplicações

O ensino científico e tecnológico é prioritário na sociedade contemporânea, sabe-se que atualmente os rumos da indústria, meio ambiente, saúde e áreas afins se baseiam em uma cultura científico-tecnológico, na qual o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida são tópicos prioritários, entretanto, existe uma crise no ensino dessa ciência. As novas descobertas científicas apresentadas pela mídia torna-se atrativas para os alunos, mas, os conteúdos relacionados aos temas não atraem tanto assim.

Quadro 1- Trabalhos abordando conceitos, práticas e aplicações da biotecnologia no ensino médio publicados entre 2015 a 2020.

Local/ Ano	Objetivo do artigo	Principais resultados	Referência
Rio Grande do Sul/ 2015	Investigar a abordagem da biotecnologia nos livros didáticos.	Os autores Amabis e Martho, César, Sezar e Caldini e Gewandsznajder e Linhares foram os destaques dos professores, sendo analisados o volume 3 das obras. Foram verificadas algumas lacunas nos livros didáticos do ensino médio que podem ser complementadas com outros recursos, como por exemplo, assuntos divulgados na mídia.	(FONSECA; BOBROWSKI, 2015)
Paraíba/ 2015	Definir a qualidade do conteúdo referente ao tema biotecnologia nos livros didáticos.	Dentre os livros pesquisados pelos autores, as obras de às obras de Lopes e Rosso (2010) e Amabis e Martho (2009) apresentaram uma abordagem significativa para aprendizagem do tema analisado.	(CHAVES; CAMAROTTI; DE, 2012)
São Paulo/ 2015	Analisar como a biotecnologia é abordada no ensino médio a partir da análise dos livros didáticos.	Os conteúdos que envolvem a perspectiva ciência- tecnologia- sociedade (CTS), apareceram em quadros e não no texto principal do livro. A categoria que se fez presente em todos os livros analisados foi à compreensão das relações socioculturais e ambientais.	(KAPP; MIRANDA; FREITAS, 2015)
Bahia/ 2015	Avaliar os problemas inerentes ao processo ensino aprendizagem.	Os resultados apresentados mostram a necessidade de considerar o trabalho escolar não só restrito ao âmbito didático, ou somente à cognição e aplica-lo considerando os diversos aspectos sócio-educativos.	(YAMAZAKI, 2015)
Ceará/ 2015	Investigar os prováveis impactos da implantação da rede de Escolas de Ensino Profissional Integral e Integrado.	Os dados apontaram indícios de eficiência e eficácia relacionados aos ingressos desses alunos nas universidades e inserção no mercado de trabalho.	(COLARES, 2015)
Maranhão/ 2016	Analisar a percepção de alunos em relação a importância do uso das tecnologias em sala de aula.	A maioria dos alunos entrevistados entende a importância do uso de recursos tecnológicos em sala de aula. Os alunos acreditam que esse recurso tecnológico favorecer o aprendizado.	(COSTA, 2016)
São Paulo/ 2016	Analisar os conteúdos de Biotecnologia nas provas do ENEM.	Conteúdos relacionados à biotecnologia foram frequentes nas questões do ENEM. A maioria das questões apresentou-se de forma interdisciplinar e contextualizada, o que colocou os estudantes frente a resoluções de situações-problema.	(MARQUES; RIBEIRO, 2016)
São Paulo/ 2016	Descrever e analisar diferentes elementos presentes na prática pedagógica de professoras da cidade de Campinas.	No enfoque da relação entre biologia e tecnologia, os elementos teóricos são superiores aos elementos práticos (tecnologia), o que é um problema para a construção de propostas inovadoras para o currículo do ensino de biologia.	(DE AMORIM, 2016)
João Pessoa/ 2016	Comparar o nível de conhecimento entre professores que lecionam apenas em escola pública com professores que lecionam em escola pública e particular.	Apenas 22% dos professores entrevistados conseguiram definir a biotecnologia, e os mesmos constataram uma deficiência sobre os assuntos referentes ao saber biotecnológico.	(LOPES et al., 2016)

Local/ Ano	Objetivo do artigo	Principais resultados	Referência
Rio Grande do Sul/ 2016	Descrever a experiência da realização da oficina sobre antioxidantes e analisar os resultados obtidos pelos alunos durante a oficina.	As oficinas são uma oportunidade para o contato de estudantes do ensino médio com diferentes áreas da Biotecnologia.	(MARMITT et al., 2016).
Espirito Santo/ 2016	Analisar a frequência em que temas da biotecnologia tem sido abordado no Exame Nacional do Ensino Médio.	Entre os anos de 2009 a 2015, 15% das questões de biologia foram voltadas para assuntos de biotecnologia, sendo tecnologia do DNA recombinante, transgênicos, fluxo gênico, seguido de DNA mitocondrial e eletroforese os temas mais utilizados.	(SILVA XAVIER, 2016)
Amazonas/ 2017	Difundir e popularizar a biotecnologia para os alunos finalistas do ensino médio das escolas estaduais.	A maior parte dos estudantes finalistas do ensino médio não possui conhecimento do termo Biotecnologia. Portanto, o projeto desenvolvido contribuiu para difundir o conhecimento científico-tecnológica do termo biotecnologia aos alunos do 3º ano do ensino médio.	(SEVALHO, 2017)
Santos/ 2017	Apresentar os resultados de uma proposta de atividades desenvolvidas na área de biotecnologia.	O estudo do bioplástico do amido foi o processo biotecnológico utilizado para estudar o processo de decomposição desse material. Os resultados mostraram que os alunos mudaram de comportamento na aprendizagem dos estudos em relação aos materiais plásticos.	(SANTOS, 2017)
Rio Grande do Norte/ 2017	Analisar livros didáticos de biologia sobre os temas DNA e Biotecnologia	Metade dos livros didáticos avaliados não relacionam esses temas com a sociedade e o meio ambiente, deixando a desejar no ensino da ciência e tecnologia.	(PEIXE, 2017)
São Paulo/ 2017	Analisar abordado da ciência e tecnologia dos livros didáticos e o ensino da produção de alimentos.	A maioria dos livros está voltada para assuntos sobre a utilização de microrganismos na produção de alimentos e manipulação gênica de espécies.	(KAPP et al., 2017)
Paraíba/ 2018	Avaliar o nível de percepção sobre biotecnologia ambiental entre professores de escolas públicas do cariri ocidental e oriental da Paraíba.	No Cariri Ocidental utiliza-se melhores ferramentas para acesso a informações sobre biotecnologia e meio ambiente. Ainda. Essa região utiliza instrumentos didáticos para fortalecer o aprendizado do aluno.	(NUNES, 2018)
Paraíba/ 2018	Investigar o que estudantes do ensino médio, pensam sobre a biotecnologia associada à microbiologia.	Embora o tema seja trabalhado em salas de aula, não ocorre contextualização, mesmo sendo assuntos que estão presentes no cotidiano dos alunos.	(SODRÉ-NETO; SOARES DA COSTA; VALNICE MEDEIROS COSTA, 2018)
Rio de Janeiro/ 2018	Apresentar a Cultura de Tecidos Vegetais como importante ferramenta biotecnológica, com aplicação na conservação de recursos genéticos,	Em três anos de avaliação pode-se observar que, alunos introduzem os conceitos de forma mais rápida, mesmo possuindo uma deficiência em biologia e fisiologia vegetal.	(GAGLIARDI et al., 2018)
Paraíba/ 2019	Definir a qualidade do conteúdo referente ao tema biotecnologia e engenharia genética nos livros didáticos de Biologia	Dentre os sete livros analisados, apenas quatro apresentaram indicadores do tema e apenas um, apresentou discussões melhores elaboradas.	(FERREIRA CHAVES; CAMAROTTI, 2019)

Local/ Ano	Objetivo do artigo	Principais resultados	Referência
Amazonas/ 2019	Analisar como a biotecnologia e engenharia genética se encontram presente nos livros didáticos e na prática docente nas escolas estaduais do município de Humaitá Amazonas	Os livros apresentaram conteúdo coerente, contudo não possibilitaram uma contextualização com os conteúdos investigados. Os professores utilizaram como base para suas aulas o livro didático e aulas expositivas, mas poucas aulas práticas.	(CAITANO, 2019)

Fonte: dados da pesquisa

O ensino biotecnológico precisa, além de conceitos determinados por livros didáticos, de prática e aplicações. Yamazaki (2015), em seu estudo, enfatiza que, muitas vezes a realidade nas escolas são planejadas e executadas levando em consideração uma concepção teórica da educação, contudo, a compreensão da complexidade humana nesses conceitos nem sempre é permitida. O ser humano é muito mais complexo e o trabalho escolar precisa ser avaliado por distintos aspectos sócio-educativos.

Em relação ao ensino técnico, Colares (2015) mostrou que o curso de biotecnologia foi implantado em escolas de ensino médio integralizado no ano de 2014 no Ceará. A escolha e integralidade dos cursos teve como principal determinante as potencialidades estruturais e econômicas do município ou região onde a escola profissional está situada. Embora não seja o objetivo do ensino integralizado, os dados apontaram indícios de eficiência e eficácia relacionados aos ingressos desses alunos nas universidades e inserção no mercado de trabalho.

A prática e a aplicação de conceitos teóricos podem ser associadas ao uso de recursos tecnológicos. Um estudo realizado no Maranhão, mostrou que estudantes consideram que as aulas prendem mais a atenção quando recursos como data-show, vídeos na internet são utilizados. No entanto a maioria dos participantes desse estudo confessaram que fazem o uso incorreto da internet (COSTA, 2016). É notório que a tecnologia tem ganhado cada vez mais espaço no ambiente educacional, e esta pode ser utilizada a favor dos docentes como melhoria do processo ensino-aprendizagem. Nesse sentido, cursos de capacitação e atualização são fundamentais para o preparo do professor para esses novos desafios educacionais.

O enfoque teórico do ensino de disciplinas que envolvem ciências e tecnologia são superiores ao enfoque prático das disciplinas, o que constitui um problema para a construção de propostas inovadoras para o ensino (DE AMORIM, 2016). Embora os temas possam ser trabalhados em sala de aula a contextualização parece não estar presente na prática docente (SODRÉ-NETO; SOARES DA COSTA; VALNICE

MEDEIROS COSTA, 2018).

Estudo realizado por Lopes e colaboradores (2016) ostrou que professores que lecionavam em escolas pública e particulares tinham um melhor embasamento teórico-científico da biotecnologia quando comparados somente a professores de escolas públicas. Segundo os autores este fato pode ser devido ao mercado competitivo que as escolas particulares fazem parte, sendo necessário uma formação continuada principalmente para os que possuem maior tempo de docência.

Uma oportunidade do contato de estudantes do ensino médio com diferentes áreas da biotecnologia são as oficinas, estas propiciam uma aprendizagem e aproximação desses alunos com pesquisas desenvolvidas nas instituições. As oficinas se caracterizam como aplicações pedagógicas e podem auxiliar os alunos na escolha de carreiras profissionais (MARMITT et al., 2016).

No Amazonas, em 2017, um projeto visou difundir o conhecimento sobre biotecnologia para alunos finalistas do ensino médio, através do debate de diversos temas relacionados ao assunto. O autor concluiu que a maioria dos alunos do ensino médio não possuíam o conhecimento do termo biotecnologia e o projeto pode contribuir para o conhecimento científico-tecnológico desses alunos (SEVALHO, 2017). Outra abordagem foi o estudo do bioplástico do amido, os alunos participaram de palestras sobre esse material biotecnológico e, posteriormente, apresentam mudanças de comportamento e aprendizagem em relação aos materiais plásticos (SANTOS, 2017). Gagliardi et al. (2018) mostraram que, através de palestras e acompanhamento de rotinas de laboratório, observou-se uma rápida aceitação de novos conceitos pelos alunos sobre temas relacionados à biologia e fisiologia vegetal.

Ainda, o ensino da biotecnologia varia de acordo com as regiões. Um estudo realizado sobre o ensino da biotecnologia e meio ambiente no estado da Paraíba, mostrou que a região ocidental do Cariri Paraibano apresentou melhores ferramentas e instrumentos didáticos para fortalecer o aprendizado, quando comparado a região

oriental (NUNES, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A deficiência na aplicabilidade da ciência e tecnologia deve-se a diversos fatores tais como: falta de contextualização entre os currículos e a realidade no qual o aluno está inserido, ausência de tópicos importantes nos livros didáticos, grande ênfase dada à memorização dos conceitos, falta de aplicabilidade dos conceitos e pouca preocupação em despertar o aluno para uma consciência da importância da educação como fonte necessária para viver em plenitude como pessoa e cidadão.

Diante disso torna-se de fundamental importância avaliar o processo ensino-aprendizagem da ciência e tecnologia no ambiente escolar dando ênfase ao ensino médio, aplicando conceitos e práticas que devem ir além do senso comum. O desafio da escola é, portanto, adequar o saber científico com o contexto no qual o aluno está inserido.

Assim, o conteúdo de biotecnologia precisa ser aplicado de forma menos decorativa, no qual a memorização é o principal recurso, e mais crítica, para que os alunos associem a teoria e a prática e possam relacionar as suas aplicações na vida cotidiana.

REFERÊNCIAS

- ALBAGLI, S. Da biodiversidade à biotecnologia: a nova fronteira da informação. **Ciência da Informação**, v. 27, n. 1, p. 7–10, 1998.
- BORÉM, Aluizio. A história da biotecnologia. **Biociência e Desenvolvimento**, v. 5, n. 34, p.10-12, jun. 2005.
- FONSECA; BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na Escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 2, p. 496–509, 2015.
- CAITANO, E. F. **Biotecnologia e engenharia genética no ensino médio**. Amazonas, 2019.
- CHAVES, E. J. F.; CAMAROTTI, M.; DE, F. High school biology textbook A content analysis of the themes Biotechnology and Genetic Engineering. v. 2, p. 175–179, 2012.
- COLARES. **Impactos atuais das escolas estaduais de educação profissional no Ceará. Monografia elaborada como exigência do curso de graduação de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, Ceará. 2015.
- COSTA. **Uso das tecnologias no ensino de biologia: visão de alunos do 3º ano do ensino médio sobre o uso das tecnologias no ensino de Biologia**. Monografia. CHAPADINHA – Maranhão 2016.
- DE AMORIM, A. Biologia, tecnologia e inovação no currículo do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 61–80, 2016.
- FERREIRA CHAVES, E. J.; CAMAROTTI, M. DE F. Análise De Conteúdo De Livros Didáticos De Biologia: Uma Perspectiva Sobre Os Temas Biotecnologia E Engenharia Genética No Ensino Médio. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 5, n. 03, p. 86–112, 2019.
- GAGLIARDI, R. F. et al. Produção e conservação in vitro de plantas medicinais: introdução da biotecnologia vegetal no ensino médio. **Interagir: pensando a extensão**, n. 24, p. 1–11, 2018.
- KAPP, A. et al. **Biotecnologia e produção de alimentos : uma análise a partir da perspectiva CTS nos livros didáticos de biologia**. X Congresso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, p. 4781–4786, 2017.
- KAPP, A. M.; MIRANDA, E. M.; FREITAS, D. DE. **Análise da Biotecnologia nos livros didáticos à luz da perspectiva CTS Biotechnology textbooks Analysis guided by CTS**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 1–8, 2015.
- LOPES et al. **O conhecimento da biotecnologia apresentada por professores da rede de ensino pública do município de João Pessoa - PB**. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, vol. 4, 2016.
- MARMITT, D. J. et al. Oficinas de Biotecnologia para o Ensino Médio: Antioxidantes, a Fonte da juventude? **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 14, n. 3, p. 46, 2016.
- MARQUES, N. N. C. F.; RIBEIRO, R. P. Uma análise dos conteúdos de Biotecnologia nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). **Pesquisa em foco**, v. 21, n. 2, p. 104–117, 2016.
- MELO, José Romário de; CARMO, Edinaldo Medeiros. Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência & Educação**, Vitória da Conquista, v. 15, n. 3, p.593-611, nov. 2009.
- NUNES, B. A **Percepção dos professores sobre biotecnologia ambiental em escolas públicas no cariri paraibano**. Paraíba., 2018.
- PEDRANCINI, V. D. et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de LasCiencias**, Paraná, v. 6, n. 2, p.299-309, nov. 2007.
- PEIXE, P. D. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 1, p. 177–191, 2017.
- RODRIGUES, C. C.; MELLO, M. L. A prática no ensino de genética e biologia molecular: desenvolvimento de

- recursos didáticos para o Ensino Médio, 2005.
- SANTOS. Práticas educativas em biotecnologia: integrando a biologia e a química em um estudo de bioplástico de amido. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, 2017.
- SEVALHO, E. D. S. Biotecnologiano cotidiano escolar : abordagem prática através de uma atividade extensionista. **Interfaces**, v.7, n. 2 p. 163–171, 2017.
- SILVA XAVIER, C. a Frequência De Questões Relacionadas Biotecnologia E Tecnologias Do Dna No Exame Nacional Do Ensino Médio (Enem) E Sua Importância No Ensino Básico. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 6, n. 04, p. 94–110, 2019.
- SODRÉ-NETO, L.; SOARES DA COSTA, A.; VALNICE MEDEIROS COSTA, M. Biotecnologia E Microbiologia No Ensino Médio: De Que Maneira Estudantes Associam Estes Temas Numa Abordagem Cts? **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI**, v. 14, p. 86–96, 2018.
- TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil, **Investigações em ciência**, v. 11, n. 2, 2006.
- YAMAZAKI, Sérgio Choiti; YAMAZAKI, Regiani Magalhães de Oliveira. A falsa percepção de um fato no ensino aprendizagem: analogias para uma didática da ciência. **Revista Metáfora**, n. 17, p. 54-71, 2015.
-

Submissão: 24/06/2020

Aprovado para publicação: 13/07/2020