

A BIOTECNOLOGIA NO COTIDIANO ESCOLAR DO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES

BIOTECHNOLOGY IN HIGH SCHOOL DAILY LIFE: ANALYSIS OF STUDENT PERCEPTION

BIOTECNOLOGÍA EN LA RUTINA DE LA ESCUELA SECUNDARIA: UN ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DEL ESTUDIANTE

Jairo Ribeiro de Lima¹; Luis Fernando Marques Santos²

Resumo

A Biotecnologia é uma ciência multidisciplinar, de grande potencial agregado, que impacta todos os setores da sociedade. Assim, no intuito de contribuir com o Ensino de Biologia, o objetivo deste trabalho foi investigar as percepções de 420 estudantes do Ensino Médio, pertencentes a 14 escolas da rede pública, em 11 municípios do estado da Paraíba, frente à temática em questão. A pesquisa refere-se a um estudo qualitativo exploratório, utilizando-se de um questionário impresso, com questões abertas e uma questão semiestruturada. Os resultados obtidos demonstraram que as temáticas biotecnológicas, ainda que compoendo o currículo da Educação Básica, tem passado de maneira imperceptível no cotidiano escolar, uma vez que a maioria dos alunos não forneceu, corretamente, os conceitos e as aplicações dessa promissora área da ciência. Apontamos a necessidade da utilização de estratégias metodológicas que abordem a Biotecnologia de maneira apropriada e significativa, despertando nos estudantes o reconhecimento de seu elevado potencial na produção de bens e serviços e de sua presença constante no cotidiano.

Palavras-chave: Alfabetização científica; Conceitos biotecnológicos; Educação científica.

Abstract

Biotechnology is a multidisciplinary science, with great added potential, which impacts all sectors of society. Thus, in order to contribute to the Teaching of Biology, the objective of this work was to investigate the perceptions of 420 high school students, belonging to 14 public schools in 11 municipalities of the state of Paraíba, in relation to the theme in question. The research is an exploratory qualitative study, using a printed questionnaire with open questions and a semi-structured question. The results obtained showed that the biotechnological themes, even though they are part of the Basic Education curriculum, have passed unnoticed in the school routine, since most students did not provide, correctly, the concepts and applications of this promising area of science. We point out the need to use methodological strategies that approach Biotechnology in an appropriate and meaningful way, awakening in students the recognition of its high potential in the production of goods and services and its constant presence in everyday life.

Keywords: Scientific literacy; Biotechnological concepts; Science education.

¹ Mestre em Ensino de Biologia - Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - João Pessoa, PB - Brasil. Doutorando em Ensino - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Federal do Ceará (UFC) - Fortaleza, CE - Brasil. Professor Educação Básica III - Secretaria da Educação e da Ciência e da Tecnologia (PB) - Santa Helena, PB - Brasil. **E-mail:** jairo.rdl@gmail.com

² Doutor em Química Biológica - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Rio de Janeiro, RJ - Brasil. Professor Associado IV - Departamento de Biologia Molecular - Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - João Pessoa, PB - Brasil. **E-mail:** marques@ltf.ufpb.br



Resumen

La biotecnología es una ciencia multidisciplinar, con un gran potencial añadido, que repercute en todos los sectores de la sociedad. Así, con el fin de contribuir a la Enseñanza de la Biología, el objetivo de este trabajo fue investigar las percepciones de 420 estudiantes de secundaria, pertenecientes a 14 escuelas públicas, en 11 municipios del estado de Paraíba, frente al tema en cuestión. La investigación se refiere a un estudio cualitativo exploratorio, utilizando un cuestionario impreso con preguntas abiertas y una pregunta semiestructurada. Los resultados mostraron que los temas biotecnológicos, a pesar de formar parte del currículo de la Educación Básica, han pasado desapercibidos en la rutina escolar, ya que la mayoría de los estudiantes no proporcionaron, correctamente, los conceptos y aplicaciones de esta prometedora área de la ciencia. Señalamos la necesidad de utilizar estrategias metodológicas que aborden la Biotecnología de manera adecuada y significativa, despertando en los estudiantes el reconocimiento de su alto potencial en la producción de bienes y servicios y su constante presencia en la vida cotidiana.

Palabras clave: Alfabetización científica; Conceptos biotecnológicos; Enseñanza de las ciencias.

1 Introdução

A Convenção da Biodiversidade, realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) no ano de 1992, define a Biotecnologia como “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (BRASIL, 2000, p. 9).

A origem da Biotecnologia se confunde com a própria história da humanidade. Seu início foi marcado pela utilização de processos fermentativos que remontam a 10.000 anos atrás. Os sumérios e babilônicos antes do ano 6.000 a.C e, posteriormente, os egípcios, cerca de 2.000 a.C, já faziam uso da Biotecnologia ao desenvolverem técnicas de fermentação para a fabricação de pão, vinho e cerveja (BRUNO, 2014).

Todavía, os agentes que realizavam a fermentação eram desconhecidos pelos povos antigos, e, centenas de anos depois, Louis Pasteur, já no século XIX, mostrou que a fermentação ocorria graças a ação de microrganismos (GEISON, 1995). Pasteur também contribuiu para a criação das primeiras vacinas, um produto biotecnológico de extrema importância para a saúde humana, assim como o soro, que na década de 1880, através dos trabalhos de Emil von Behring e Shibasaburo, no instituto de Robert Koch, teve o seu desenvolvimento iniciado por meio das descobertas de imunização de animais expostos a exotoxina do bacilo da difteria (ROITT, 2013).

Já no século XX, uma outra grande descoberta revolucionou a medicina humana. O médico e bacteriologista britânico Alexander Fleming, graças aos seus estudos com o fungo *Penicillium notatum* e a bactéria *Staphylococcus aureus*, descobriu a Penicilina, antibiótico utilizado em larga escala durante a Segunda Guerra Mundial (BENNET; CHUNG, 2001).

Ainda no século XIX Gregor Johann Mendel, um monge e cientista austríaco, descreveu, no seu trabalho *Versuche über Pflanzenhybriden* (1865) (Experimentos com plantas híbridas), os mecanismos da hereditariedade. Porém, somente em 1944, o Ácido



Desoxirriobunléico (DNA), como material genético, foi identificado por Oswald Avry, Colin McLeod e Maclyn McCarty (BATISTETI et al., 2008). Entretanto, foi em 1953, que o americano James Watson e o inglês Francis Crick publicaram, na revista *Nature*, o artigo *A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid* (Uma estrutura para o Ácido Desoxirribonucléico) elucidando, assim, a estrutura tridimensional da dupla hélice do DNA, um marco para a história e para o desenvolvimento da Biotecnologia (WATSON, 2013).

Hoje, décadas após a publicação dos estudos de Watson e Crick, e após o desenvolvimento da tecnologia do DNA recombinante, que marcou o início da Engenharia Genética, há, de fato, uma ampla aplicabilidade do conhecimento genético através da Biotecnologia (ODA; SOARES, 2010).

Os produtos e serviços possibilitados pela Biotecnologia perpassam diversas áreas. Seja na medicina preditiva, no que concerne a terapia gênica, prevenindo-se o surgimento de doenças antes mesmo que elas se manifestem; ou até mesmo nos medicamentos “sob medida”; uma vez que se conheça o código genético do indivíduo, é possível criar medicamentos na medida exata a qual necessita o organismo, impedindo, por exemplo, o desenvolvimento de reações adversas ou efeitos colaterais (BARTH, 2005).

O uso do conhecimento biotecnológico pode ser destacado também na terapia celular somática ou genética, no melhoramento genético de espécies de plantas importantes para a agricultura, nos exames de paternidade e criminais e até mesmo no planejamento privado e público, favorecendo a prevenção e o combate de doenças genéticas (BARTH, 2005).

Na prática, a Biotecnologia é uma ciência multidisciplinar, entrelaçada à diversas áreas do conhecimento, tais como: genética clássica, bioquímica, imunologia, microbiologia, biologia molecular, química, direito e filosofia, sendo os produtos resultantes da Biotecnologia utilizados nos campos científico, agrônômico, médico, industrial, energético, químico e ambiental (MALAJOVIC, 2009).

O estudo da Biotecnologia é uma ferramenta poderosa para o empoderamento dos estudantes do Ensino Médio quanto a uma área da ciência de grande potencial reunido, destinada a favorecer diversos setores da sociedade, tais como, agricultura, pecuária, indústria, saúde e meio ambiente (MALAJOVICH, 2017).

Divulgar a Biotecnologia no âmbito escolar, fornecendo informações corretas em relação a ela, corrobora para que se forme, no aluno, uma cultura científica e tecnológica que é imprescindível para o seu desenvolvimento humano integral. De tal modo, fica evidente a necessidade de estreitar a relação entre os conceitos básicos e os termos emergentes em Biotecnologia e os estudantes do Ensino Médio (SANTOS, et al., 2015).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), assim como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), assinalam que uma das finalidades do estudo das ciências na escola é proporcionar ao aluno conhecimento biológico suficiente para que haja compreensão e participação nos debates contemporâneos (BRASIL, 2002, 2018). Neste sentido, Wiemam (2007, p. 9) reforça que “[...] necessitamos de uma população alfabetizada em ciência que se preocupe com os desafios globais que a humanidade enfrenta [...]”. Assim, a Biologia tem um papel fundamental no processo de alfabetização científica dos estudantes (KRASILCHIK, 2008).

Neste sentido, Fonseca e Bobrowsky (2015, p. 499) advertem que “Devido ao grande desenvolvimento da Biotecnologia e ao notável reflexo na sociedade e no meio ambiente, é indispensável a sua inserção no currículo escolar, principalmente na disciplina de Biologia.” No entanto, o ensino de Biologia, tradicionalmente, tem se limitado a descrição de fenômenos, enunciados e conceitos a decorar. Os fenômenos não são discutidos adequadamente, explicitando-se as suas causas, para que os educandos compreendam os processos e os mecanismos integralmente (LABARCE, 2009).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi investigar as percepções dos estudantes do Ensino Médio, pertencentes a quatorze escolas da rede pública do estado da Paraíba, frente às temáticas e conceitos da Biotecnologia.

2 Procedimentos Metodológicos

Este trabalho caracterizou-se como uma pesquisa qualitativa, classificada, do ponto de vista de seus objetivos, como exploratória. Para Moreira (2004), a pesquisa qualitativa se caracteriza por evidenciar a interpretação; focar no processo e não no resultado; dar ênfase ao contexto e reconhecer impactos que possam influenciar a pesquisa e o pesquisador. Segundo Stake (2011, p. 41) “Não existe uma única forma de pensamento qualitativo, mas uma enorme coleção de formas: ele é interpretativo, baseado em experiências, situacional e humanístico”. As pesquisas exploratórias objetivam proporcionar uma aproximação com o problema, explicitando-o e constituindo hipóteses. Quase sempre essas pesquisas envolvem entrevistas com pessoas que pertencem ao contexto estudado e análises de exemplos que induzam a compreensão (SELLTIZ et al., 1967, p. 63 *apud* GIL, 2002, p. 41).

Assim, a percepção dos estudantes em relação a Biotecnologia foi investigada por meio da aplicação de um questionário impresso, contendo 09 questões abertas e 01 questão fechada, conforme apresentadas no quadro abaixo:

P1. O que é Biotecnologia?
P2. Você já estudou sobre Biotecnologia na escola?
P3. Em uma escala de 1 a 5, onde 1 representa “sem interesse” e 5 representa “muito interesse”, como você avalia o seu interesse por temas relacionados a Biotecnologia?
P4. Quais os temas relacionados à Biotecnologia são de seu interesse?
P5. Você conhece alguma aplicação da Biotecnologia? Se sim, qual(is)?
P6. Você considera que a Biotecnologia tem melhorado as condições de vida humana? Caso sua resposta seja positiva, dê exemplos.
P7. Qual a relação existente entre a Biotecnologia e a conservação da Biodiversidade?
P8. Você tem conhecimento da Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005 (Lei de Biossegurança)?
P9. Você sabe a diferença entre pesquisa básica e pesquisa aplicada? Se sim, explique.
P10. Na sua opinião, este questionário foi importante para despertar o seu interesse por Biotecnologia?

Fonte: Dados da pesquisa.

As 14 escolas³ foram selecionadas no intuito de se obter uma mínima representatividade dos estudantes do Ensino Médio, 420 no total, de diferentes regiões do estado da Paraíba, e que já havia se estabelecido um contato prévio com os docentes de cada localidade.

³ ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro – Santa Helena/PB; EEEFM Bernardino José Batista – Triunfo/PB; EEEFM Padre Roma, EEEFM Padre Ibiapina, EEEFM Luzia Simões Bartollini e EEEFM Professor José Baptista de Mello – João Pessoa/PB; EEEFM Rio Branco – Patos/PB; EEEM Adalgisa Teodulo da Fonseca – Itaporanga/PB; EEEFM José Lins do Rego – Pilar/PB; EEFM Otávia Silveira – Mogeiro/PB; EEEFM Engenheira Márcia G. A. de Carvalho – Belém/PB; EEEFM Monsenhor Morais – Bonito de Santa Fé/PB; EEEFM Dr. José Duarte Filho – Uiraúna; EEEFM Professora Francisca Fonseca Matias – Poço de José de Moura/PB.

² Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Para%C3%ADba_Mapa_Rodovi%C3%A1rio.jpg (modificado). Acesso em: 02 mai. 2019.

Figura 1. Localização dos municípios participantes da pesquisa.Fonte: Wikipédia²

Dentre as atividades desenvolvidas na pesquisa, destacam-se, em etapas:

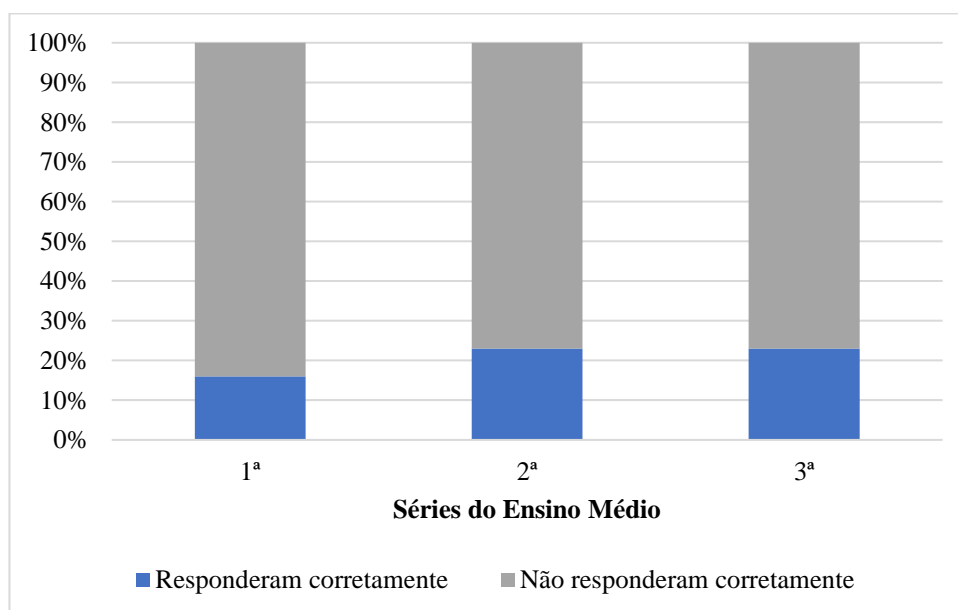
- Aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Assentimento para os estudantes maiores de 18 anos e para os pais/responsáveis dos estudantes menores de idade;
- Aplicação do questionário impresso para os estudantes das 14 escolas participantes, entre os meses de julho e agosto de 2018 e fevereiro de 2019;
- Tabulação dos dados e construção dos gráficos;
- Elaboração de quadros ilustrativos da temática do estudo a partir de palavras-chaves elegidas por parâmetro quantitativo;
- Análise crítica dos questionários, a partir do referencial teórico de Bruno (2014), verificando o grau de conhecimento dos estudantes do Ensino Médio, de forma seriada, acerca da Biotecnologia, de suas aplicações e de toda temática circunscrita a ela. O referencial teórico supracitado foi escolhido por fornecer uma visão geral sobre as aplicações e tecnologias da Biotecnologia, voltado aos docentes da Educação Básica, construído com base em linguagem pedagógica e alinhado aos conteúdos biotecnológicos do Ensino Médio.

3 Resultados e Discussão

Os alunos que responderam o questionário pertenciam ao Ensino Médio, da 1^a, 2^a e 3^a séries, matriculados em 14 escolas da rede pública de ensino do estado da Paraíba. Foram obtidas respostas de 420 estudantes, com uma média de 30 estudantes por escola, 140 de cada série, dos quais, 56% eram do sexo feminino e 44% do sexo masculino, com idades entre 14 e 22 anos.

Todas as respostas foram analisadas tendo como base referencial, Bruno (2014). Inicialmente, os estudantes foram questionados em relação ao conceito de Biotecnologia. De acordo com a **Figura 02**, a minoria dos estudantes soube definir o termo Biotecnologia satisfatoriamente, apresentando como ideias centrais das definições “[...] desenvolver produtos e processos biológicos com a ajuda da ciência e da tecnologia” ou “[...] uso de organismos vivos para a produção de bens e serviços”. A maioria dos alunos demonstrou desconhecer o termo Biotecnologia, ainda que suas temáticas componham o currículo da Educação Básica (BRASIL 2002, 2018).

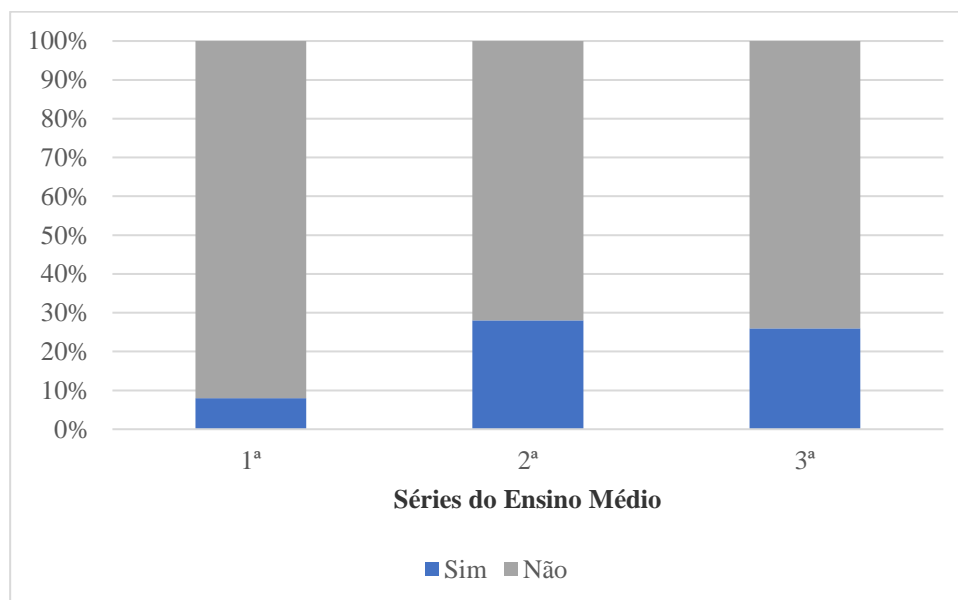
Figura 2. Respostas dos estudantes do Ensino Médio sobre o conceito de Biotecnologia.



Fonte: Dados da pesquisa.

Quando indagados se, na escola, já estudaram sobre Biotecnologia, afim de verificar se os estudantes reconhecem as práticas biotecnológicas em seus diferentes contextos, a maioria dos estudantes respondeu que não (74% na 3ª série, 72% na 2ª série e 92% na 1ª série; **Figura 03**), o que é bastante inquietante, tendo em vista que o tema é contemplado tanto no currículo do Ensino Fundamental, como no currículo do Ensino Médio. No Ensino Fundamental, geralmente, os temas da Biotecnologia são retratados no 8º ano, na disciplina de Ciências, dentro do estudo da Genética. No Ensino Médio, ela é abordada na disciplina de Biologia, constituindo a temática “Aplicações da Genética”, comumente abordada na 3ª série (BRASIL, 2002, 2018). Estes resultados mostram a necessidade de uma reformulação nos materiais didáticos e na abordagem metodológica do tema, visto que os bens e serviços oriundos da Biotecnologia fazem parte do dia-a-dia de toda a população em geral (FONSECA, BOBROWSKI, 2015).

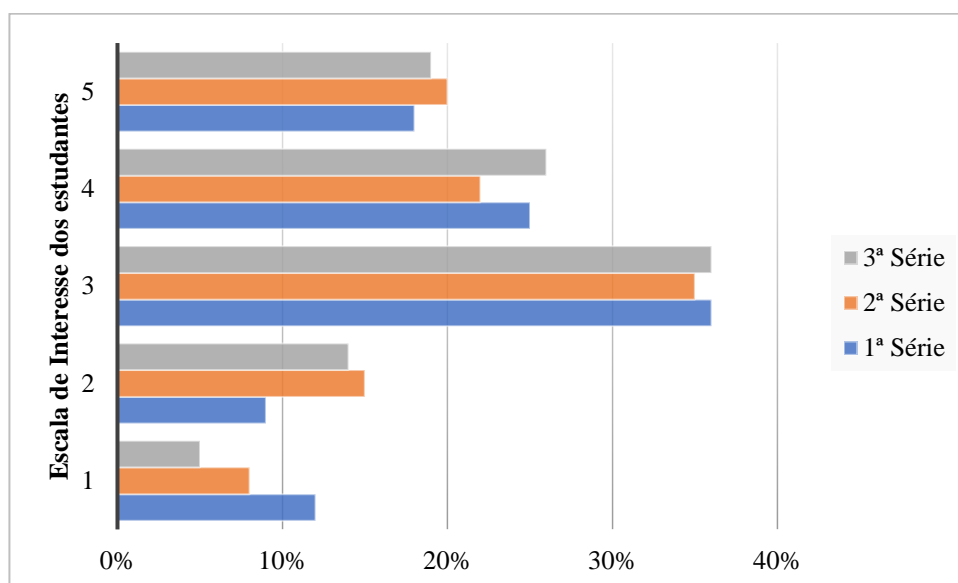
Figura 3. Respostas dos estudantes do Ensino Médio referentes a eles terem estudado, ou não, Biotecnologia na escola.



Fonte: Dados da pesquisa.

Solicitados a indicar o nível de interesse por temas relacionados a Biotecnologia em uma escala de 1 a 5, onde 1 representava “sem interesse” e 5 representava “muito interesse”, a maioria dos educandos, das três séries do Ensino Médio, assinalou o item 3 (**Figura 04**), demonstrando que há, nestes estudantes, interesse por temáticas biotecnológicas, haja vista a importância do tema no cenário global. É imprescindível que exista um trabalho de Alfabetização Científica para os estudantes da Educação Básica, pois conforme Santos et al. (2015, p. 4) “[...] a Alfabetização Científica é fundamental na inserção do indivíduo em uma sociedade que está avançando rapidamente no campo científico e tecnológico como um sujeito pensante e atuante”.

Figura 4. Respostas dos estudantes do Ensino Médio sobre o nível de interesse deles por temáticas biotecnológicas



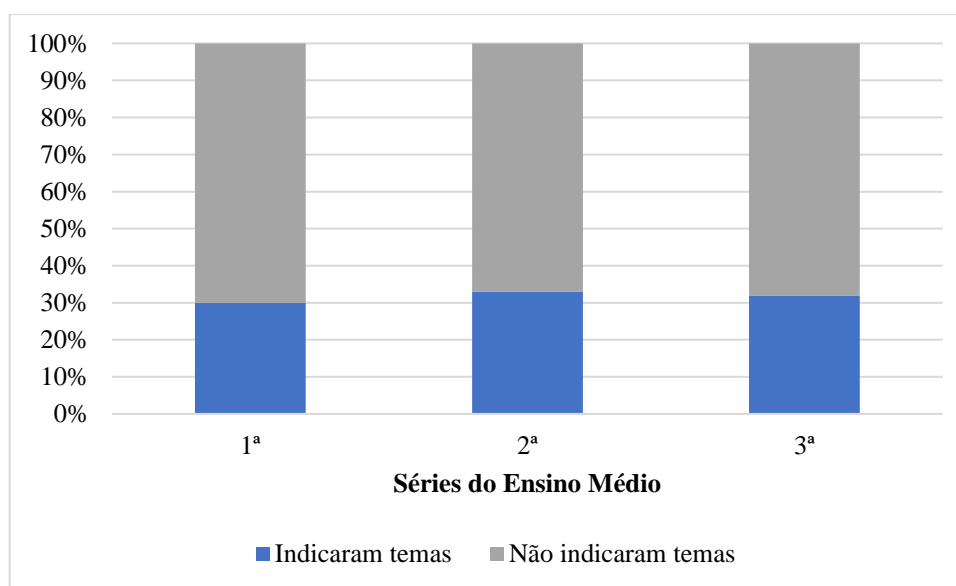
Fonte: Dados da pesquisa.

Os estudantes ainda foram convidados a indicar temas relacionados a Biotecnologia que fossem do interesse deles. Alguns alunos listaram temas que avaliaram pertencer ao campo da Biotecnologia (**Quadro 02**), porém, a maioria afirmou, em suas respostas, não ter conhecimento suficiente para fazê-lo, admitindo desconhecer qualquer temática biotecnológica (**Figura 05**). Dentre os temas citados, percebeu-se que a maioria era voltada para aplicações em Saúde. Alguns temas se sobrepuseram em relação a outros, como, por exemplo, a clonagem. Temas relacionados a agricultura e ao melhoramento genético também foram citados algumas vezes, como por exemplo os “Transgênicos” e os “Organismos Geneticamente Modificados - OGM’s”.

Quadro 2. Relação de temas da biotecnologia do interesse dos estudantes do Ensino Médio.

Temas da Biotecnologia do interesse dos estudantes				
Genes	Tecnologia	Plantas	Transgênicos	Carboidratos
Foguetes	Animais	Indústria farmacêutica	Clonagem terapêutica	Clonagem reprodutiva
Clonagem	Tecnologia	Vírus	Vida	Células-tronco
OGM	Proteínas	DNA	Terapia Gênica	Enzimas
Genética	Lipídios	Meio Ambiente	Indústria	Moléculas
Natureza	Anticorpos	Biodiversidade	Agricultura	Seres vivos

Fonte: Dados da pesquisa.

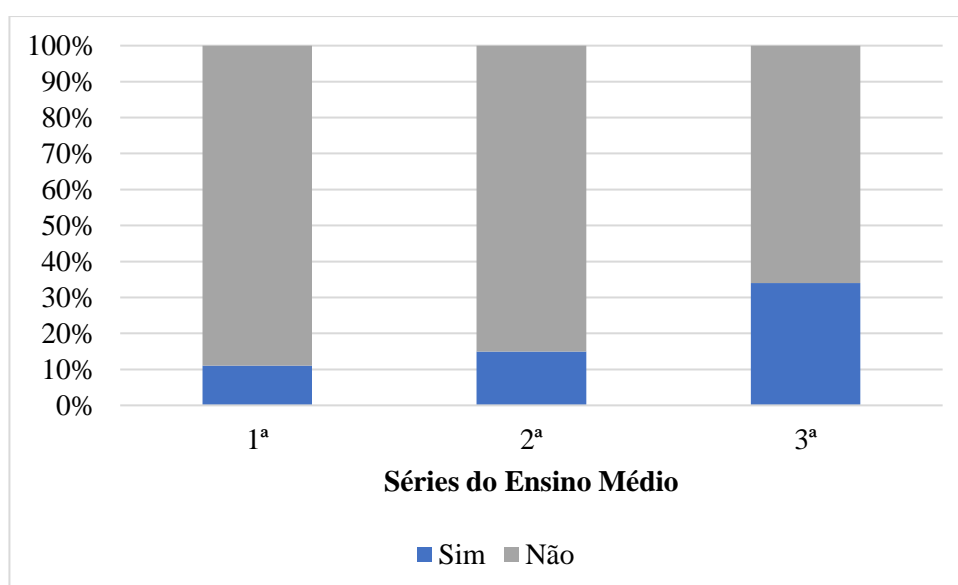
Figura 5. Respostas dos estudantes do Ensino Médio sobre a indicação de temáticas biotecnológicas do interesse deles.

Fonte: Dados da pesquisa

No que concerne às aplicações da Biotecnologia, a maioria dos estudantes, das três séries do Ensino Médio, afirmou não conhecer qualquer aplicação (**Figura 06**), os demais atestaram que sim e citaram algumas aplicações que eles consideraram serem biotecnológicas, a saber: “Tratamento de doenças”, “Redes de Satélites”, “Indústria”, “Meio Ambiente”, “Clonagem”, “Agricultura”, “Zoologia”, “Botânica”, “Produção de Medicamentos”, “Transplantes de órgãos”, “Produção de OGM” e “Confecção de próteses”. Os estudantes da 3ª Série, possuíam um maior conhecimento sobre as aplicações biotecnológicas em relação aos

alunos das demais séries, 34% da 3ª série, 15% da 2ª série e 11% da 1ª série, entretanto, ainda insuficiente. Tendo em vista que as aplicações da Biotecnologia estão amplamente inseridas no cotidiano da população em geral, fornecendo bens e serviços para diversos setores da sociedade, tais como Energia, Indústria, Meio ambiente, Agricultura, Pecuária, Alimentação, Saúde, dentre outros, o percentual médio de desconhecimento das aplicações sobre Biotecnologia, observado no presente estudo, pode ser considerado muito baixo, mesmo para os estudantes da 3ª série (MALAJOVICH, 2016).

Figura 6. Respostas dos estudantes do Ensino Médio quanto a ter conhecimento, ou não, das aplicações da Biotecnologia.



Fonte: Dados da pesquisa.

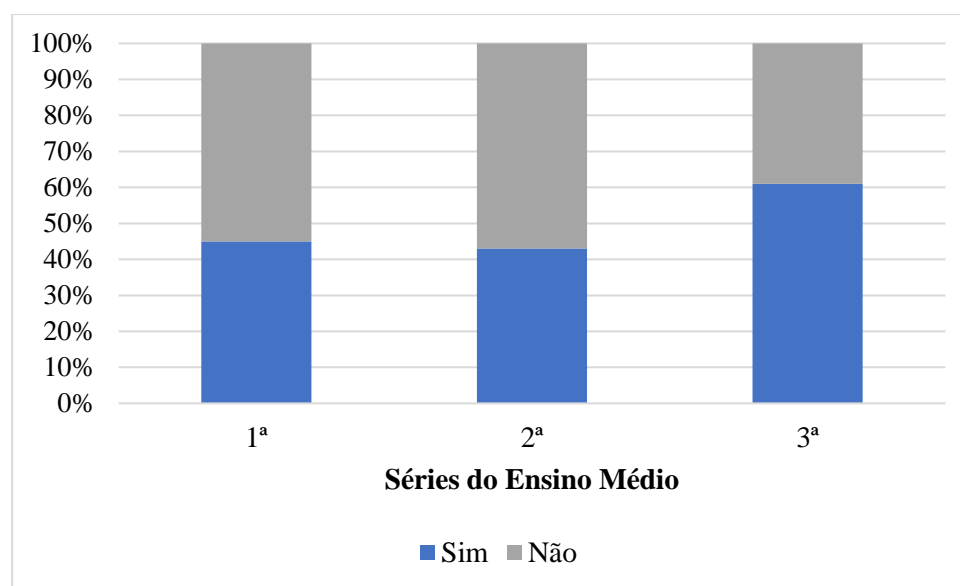
Quando questionados sobre as melhorias às condições de vida humana, proporcionadas pelos usos e aplicações da Biotecnologia, 55% dos estudantes da 1ª Série, 57% da 2ª Série e 39% da 3ª Série, de acordo com a **Figura 07**, afirmaram não ter conhecimento suficiente para opinar, os demais, que responderam sim, e citaram alguns exemplos, conforme o entendimento deles (**Quadro 03**). Pode-se observar que ocorre uma hierarquização do conhecimento entre as diferentes séries do Ensino Médio, contudo, fica evidente que a maioria dos estudantes não possui um conhecimento fundamental dos conceitos biotecnológicos e de suas aplicações para a produção de bens e serviços que, há muito tempo, proporcionam benefícios e melhorias a humanidade (MALAJOVICH, 2017).

Quadro 3. Relação de exemplos de melhorias às condições de vida humana proporcionadas pelas aplicações da biotecnologia citados pelos estudantes do Ensino Médio.

Exemplos de melhorias às condições de vida humana proporcionadas pela Biotecnologia			
Conhecimento	OGM	Indústria	Comunicação
Medicamentos	Clonagem	Terapia Gênica	Transgênicos
Alimentos	Tratamento de águas	Redes Sociais	Conservação do meio ambiente
Melhoramento Genético	Vacinas	Preservação da Natureza	Indústria de alimentos
Agricultura	Clonagem de órgãos	Estudo da evolução	Indústria farmacêutica
Tratamento de doenças	Saúde	Transfusão sanguínea	Indústria agrícola

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 7. Respostas dos estudantes do Ensino Médio quanto a eles considerarem se a Biotecnologia tem proporcionado melhorias as condições de vida humana.



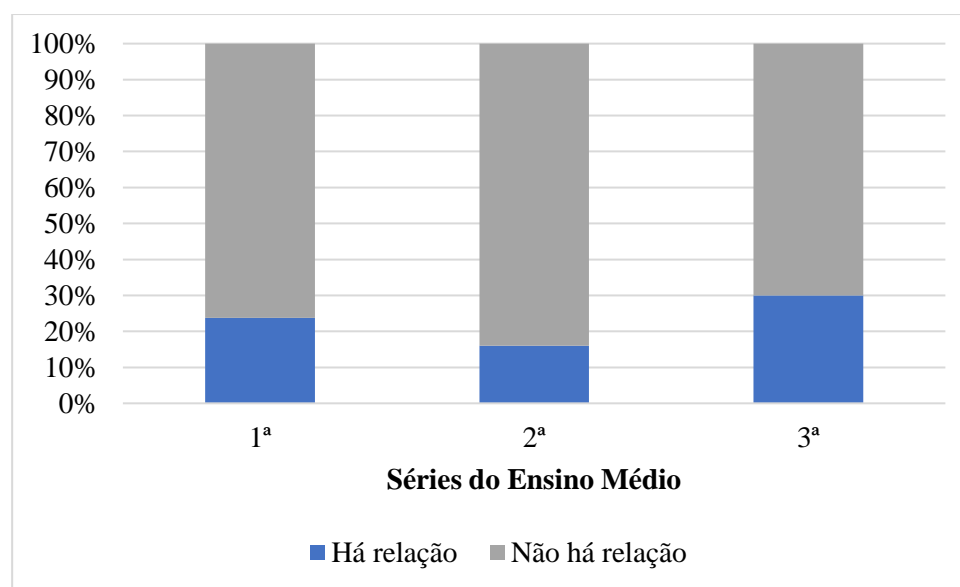
Fonte: Dados da pesquisa.

Outra temática contemplada na pesquisa foi a Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, que estabelece, entre outras demandas, normas e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados e seus derivados (BRASIL, 2005). Ao serem questionados se possuíam conhecimento da Lei de Biossegurança, quase que integralmente, os

estudantes, sobretudo os alunos da 1ª e 2ª Série, afirmaram não ter nenhuma informação, mas alguns alunos da 3ª Série (8%) indicaram ter ciência. É oportuna as discussões de Biossegurança e Bioética em todas as etapas do Ensino Médio, posto que elas são ferramentas teóricas e práticas que avaliam e normatizam as pesquisas científicas aplicadas aos seres vivos (PEZENTE, 2017).

Interrogados acerca da relação existente entre a Biotecnologia e a conservação da Biodiversidade, os estudantes, em sua maioria, atestaram desconhecer tal relação (**Figura 08**). Os demais, minoritariamente, responderam de forma bastante genérica, basicamente utilizando a própria pergunta como resposta, indicando que a relação entre Biotecnologia e a conservação da Biodiversidade estaria voltada, necessariamente, a preservação do meio ambiente. É de extrema relevância relacionar, no Ensino Médio, temas como Biotecnologia e Biodiversidade. Nesta direção, Barbosa (2001) adverte que é de responsabilidade nacional o uso sustentável dos produtos naturais, principalmente para evitar a erosão genética ou a extinção de espécies.

Figura 8. Respostas dos estudantes do Ensino Médio sobre a existência, ou não, de relações da Biotecnologia e a conservação da Biodiversidade.



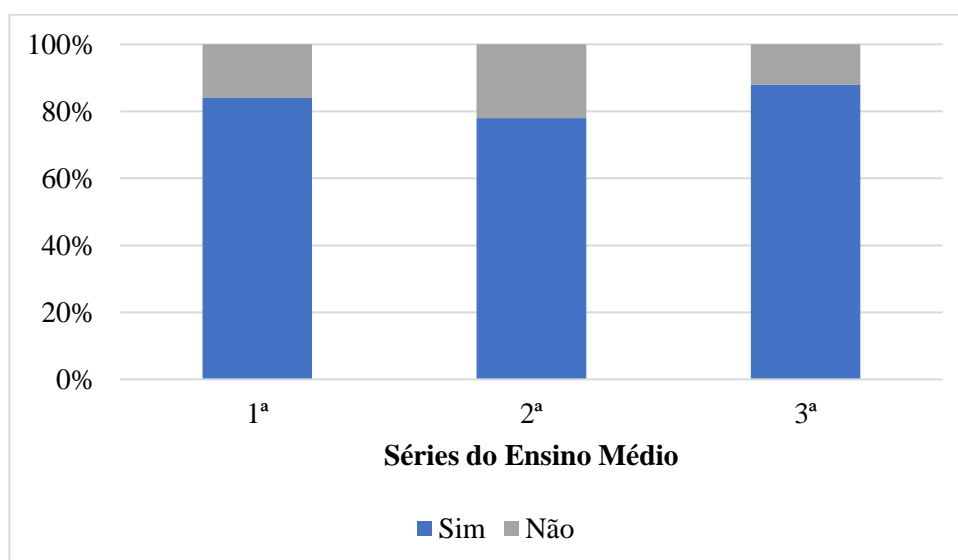
Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto as diferenças entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, os estudantes, em sua maioria, demonstraram não ter conhecimento a respeito. Na 1ª Série e na 2ª série do Ensino Médio, os resultados foram idênticos, apenas 1% dos estudantes conseguiram diferenciar os tipos de pesquisas satisfatoriamente. Apenas na 3ª série, uma pequena parcela dos estudantes (11%) demonstrou conhecer os diferentes tipos de pesquisas científicas e citaram as características fundamentais da pesquisa básica: “envolvem interesses universais”; “sem aplicação prática prevista”; “tem a função de gerar novos conhecimentos”. Quanto a pesquisa aplicada os estudantes mencionaram: “tem a função de gerar conhecimentos para aplicação prática”; “criação de novas tecnologias”; “envolvem interesses específicos”.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta, nas competências e habilidades a serem desenvolvidas no ensino de Biologia, que os estudantes precisam conhecer as metodologias científicas para a construção de um raciocínio lógico e crítico na tomada de decisões sobre a realidade a qual estão inseridos, com base em dados e informações (BRASIL, 2018). O atual momento, onde a vacinação contra o novo coronavírus tem sido questionada por parte da população, e mesmo por governantes e gestores públicos (HALLAL, 2021; LONDOÑO et al., 2020), é um exemplo marcante da importância de um ensino de Biologia baseado em evidências e que promova a construção de um raciocínio científico crítico.

Por fim, os estudantes avaliaram a participação deles na pesquisa, indicando se ela foi importante para despertar o interesse por Biotecnologia. A maioria sinalizou positivamente (**Figura 09**). Todos estes resultados mostram a urgência da necessidade de se abordar, adequadamente, a Biotecnologia nas escolas.

Figura 9. Avaliação dos estudantes do Ensino Médio sobre a importância da participação na pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa.

4 Considerações Finais

No presente trabalho foram investigadas as percepções de 420 estudantes do Ensino Médio, de quatorze escolas públicas do estado da Paraíba, acerca das temáticas biotecnológicas.

A partir dos resultados analisados e considerando o universo dos estudantes demarcado pelas amostras, pode-se inferir que há, de fato, um distanciamento explícito entre a maior parte dos alunos do Ensino Médio e as temáticas biotecnológicas, mesmo notando-se um pequeno incremento na percepção dos estudantes da 3ª Série, ainda aquém do suficiente.

Apesar de fazer parte do currículo escolar, a Biotecnologia tem passado de maneira imperceptível no cotidiano escolar. Faz-se necessário investir na formação continuada de professores para a utilização de estratégias metodológicas ativas, interdisciplinares, contextualizadas, que abordem temas biotecnológicos de maneira apropriada e significativa, despertando nos estudantes o reconhecimento de seu elevado potencial na produção de bens e serviços para a sociedade, sua presença constante no dia a dia, além de qualificá-los para a tomada consciente de decisões face às questões que lhes são intrínsecas.

Referências

- BARBOSA, F. B. C. A biotecnologia e a conservação da biodiversidade amazônica, sua inserção na política ambiental. **Cadernos Ciência & Tecnologia**. Brasília, v. 18, n. 2, p. 69-94, mai./ago. 2001. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8843> . Acesso em: 10 mai. 2019.
- BARTH, W. L. Engenharia genética e bioética. **Revista PUCRS**. Rio Grande do Sul, v. 35, n. 149, p. 361-391, set. 2005. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/teo/article/viewFile/1694/1227> . Acesso em: 15 jan. 2018.
- BATISTETI, C. B. et al. As interpretações dos estudos de Avery, McLeod e Maccarty sobre a natureza química do “fator transformante” em bactérias. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 71-94, 2008. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-03/FHB-v03-05-Caroline-Batisteti-et-al.pdf>. Acesso em: 20 fev 2018.
- BENNET, J. W; CHUNG, K. T. Alexander Fleming and the discovery of penicillin. **Advances in applied microbiology**, Cambridge, v. 49, p. 162-184, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065216401490137> . Acesso em: 20 fev. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005**. Estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados - OGM e seus derivados, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm . Acesso em: 20 set, 2017.



BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares Nacionais (Ensino Médio) – PCN+, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB**. Brasília, DF: MMA, 2000.

BRUNO, A. N. (Org.). **Biotecnologia I: princípios e métodos**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

FONSECA, V. B.; BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Canoas, v. 17, n. 2, p. 496-509, mai./ago. 2015. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1231> . Acesso em: 16 fev, 2018.

GEISON, G. L. **The private science of Louis Pasteur**. New Jersey: Princeton University Press, 1995.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2002.

HALLAL, P. C. SOS Brazil: science under attack. **The Lancet**. Londres, v.397, ISSUE 10272, p. 373-374, jan. 2021. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)00141-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)00141-0/fulltext) . Acesso em: 01 fev. 2021.

IBGE. **Paraíba**. Disponível em: em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama> . Acesso em: 03 mai. 2019.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LABARCE, C. E. **Ensino de biologia e o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio de atividades práticas e contextualizadas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Baurú, 2009.

LONDOÑO, E. *et. al.* ‘Playing With Lives’: Brazil’s Covid Vaccine Plan Is Mired in Chaos. **The New York Times**, New York, dez. 2020. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2020/12/14/world/americas/brazil-coronavirus-vaccine.html> . Acesso em: 01 fev. 2021.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia: fundamentos**. Rio de Janeiro: Biblioteca Max Feffer, 2009.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2016.

MALAJOVICH, M. A. **O ensino de Biotecnologia**. Rio de Janeiro, 2017.



MOREIRA, D.A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2004.

ODDA, L. M.; SOARES, B. E. C. Biotecnologia no Brasil: Aceitabilidade pública e desenvolvimento econômico. **Parcerias e Estratégias**, Brasília, v. 6, n. 10, p. 162-173, mar. 2001. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/150. Acesso em: 15 fev., 2018.

PEZENTE, V. T. Bioética e Biossegurança: Interface necessária no ensino da biotecnologia em programas de pós-graduação no Brasil. **Revista de Ciência da Saúde**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 2, p. 85-95, 2017. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/6687>. Acesso em: 15 jan. 2019.

ROITT, Ivan M. et al. **Fundamentos de imunologia**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2013.

SANTOS, R. A. et al. Alfabetização Científica nos anos iniciais: novas linguagens e possibilidades para o Ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindoia. **Anais [...]**. Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/pt/index.php>. Acesso em: 02 mai. 2019.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

WATSON, J. D. **A dupla hélice, como descobri a estrutura do DNA**. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

WIEMAM, C. Why not try a scientific approach to science education, **Change**, Washington, v. 39, n. 1, p. 9-15, set./out. 2007. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3200/CHNG.39.5.9-15>. Acesso em: 29 jan. 2019.

Recebido em maio de 2021.
Aprovado em março de 2022.

Revisão gramatical realizada por: Luis Fernando Marques dos Santos

E-mail: marques@ltf.ufpb.br ou marques@dbm.ufpb.br

