

JAIRO RIBEIRO DE LIMA

**A BIOTECNOLOGIA NO COTIDIANO ESCOLAR:
percepção e difusão de conceitos**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

JOÃO PESSOA

2019

JAIRO RIBEIRO DE LIMA

A BIOTECNOLOGIA NO COTIDIANO ESCOLAR:

Percepção e difusão de conceitos

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Luis Fernando Marques dos Santos

JOÃO PESSOA

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L732b Lima, Jairo Ribeiro de.

A biotecnologia no cotidiano escolar : percepção e difusão de conceitos / Jairo Ribeiro de Lima. - João Pessoa, 2019.

105 f.

Orientação: Luis Fernando Marques-Santos.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Biotecnologia. 2. Ensino de Biologia. 3. Divulgação científica. I. Marques-Santos, Luis Fernando. II. Título.

UFPB/BC

JAIRO RIBEIRO DE LIMA

A BIOTECNOLOGIA NO COTIDIANO ESCOLAR:

Percepção e difusão de conceitos

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Data: 16/07/2019

Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Luis Fernando Marques dos Santos DBM/CCEN/UFPB
Orientador



Profa. Dra. Darlene Camati Persuhn DBM/CCEN/UFPB
Avaliadora



Prof. Dr. Antonio Fernandes Filho UACV/CFP/UFCG
Avaliador

Prof. Dr. Rivete Silva de Lima DSE/CCEN/UFPB
Membro Suplente

Prof. Dr. Francisco Jaime Bezerra Mendonça Júnior CCBSA/UEPB
Membro Suplente

Dedico este trabalho, a minha mãe,
Iraci, e a minha avó, Luzia (*In memoriam*).

Luz da minha vida.

RELATO DO MESTRANDO

Entrei no PROFBIO com a intenção de aperfeiçoar a minha prática docente e ter ascensão na carreira profissional. Hoje, na condição de egresso, posso afirmar, sem sombra de dúvidas, que meus objetivos foram alcançados.

O curso, apesar de necessitar, na minha opinião, de algumas reformulações no que concerne à obrigatoriedade de manter o mestrando em uma carga horária extenuante de sala de aula e academia, fornece subsídios que corroboram para a construção de estratégias de ensino-aprendizagem que evidenciam a Biologia como uma ciência experimental.

Nesta trajetória, alguns momentos valerosos merecem ser destacados, como por exemplo, as aplicações das sequências didáticas “Energia para vida”, relativa ao projeto de Tema 2 e “O incrível mundo dos microrganismos” referente ao projeto de Tema 3. As duas propostas impactaram positivamente o aprendizado dos meus alunos.

Nas atividades referentes a sequência didática “Energia para vida”, os alunos, utilizando o método investigativo, compreenderam o conceito de energia química e identificaram as fontes de energia usadas pelos organismos vivos. Os estudantes também construíram o modelo da molécula de ATP, o que facilitou o entendimento deles quanto a natureza química e importância biológica desta molécula.

A sequência didática “O incrível mundo dos microrganismos” objetivava, entre outros aspectos, facilitar a compreensão dos estudantes quanto a importância dos microrganismos para a saúde humana e para a manutenção do equilíbrio ecológico. Foram realizadas atividades investigativas abordando a diversidade e relevância dos microrganismos, observação de protozoários e construção do modelo comestível do *Paramecium* a partir das visualizações microscópicas. Para a produção dos modelos, utilizou-se os mesmos ingredientes e modo de preparo de pizzas, porém no formato do microrganismo.

Portanto, considero que o esforço de todos que fazem o PROFBIO está sendo validado pelos inúmeros resultados bem-sucedidos que se apresentam. Particularmente, estou deveras satisfeito com o produto do meu TCM e espero que o mesmo contribua com os processos de ensino e aprendizagem de Biologia na Educação Básica e com a divulgação científica no campo da Biotecnologia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos e me proteger durante toda esta jornada.

A toda minha família, sobretudo a minha mãe, Iraci e ao meu pai Jairton (*In memoriam*) pelo amor, cuidado e dedicação incondicional. Ao meu irmão Joadson, por tudo que representa em minha vida. Ao meu padrasto Antonio, por sempre está disposto a me ajudar.

Ao meu estimado orientador, Professor Dr. Luis Fernando pela parceria, incentivo e amizade. Obrigado por aceitar conduzir o meu trabalho e me direcionar acertadamente. Tenho muita admiração pelo ser humano e profissional de excelência que representa e a todos inspira.

Agradecimentos especiais aos meus amigos Alysson, Ivo, Carlos e Caio César pela hospitalidade e acolhimento em cada um dos momentos que necessitei.

Ao meu grande amigo Myller, pelo apoio e incentivo constantes.

A todos os meus amigos e amigas, com destaque a Eudes, Tiago e Eduardo, pela motivação nos momentos difíceis e pelas risadas nos momentos bons.

Aos meus amigos e amigas da turma pioneira do PROFBIO/UFPB, especialmente a Nataly, Nadja, Charllys e Alena que me apoiaram em todos os momentos deste curso. Vocês são sensacionais. Obrigado também a Arkilson e a Paulo Junior que, mesmo sem fazerem parte oficialmente da turma, tornaram os encontros semanais mais leves e agradáveis.

A todos os professores e professoras que fizeram parte da minha vida, em especial aos do PROFBIO/UFPB, pelos ensinamentos partilhados e contribuições valiosas para a minha qualificação profissional.

Aos membros da banca, por aceitarem participar deste importante momento da minha vida.

A todos os estudantes, professores e professoras, Gerência Executiva do Ensino Médio, da Secretaria de Educação do Estado da Paraíba que, de alguma forma, fizeram parte da pesquisa. Obrigado pela disponibilidade, gentileza e por proporcionarem a realização deste trabalho.

À Universidade Federal da Paraíba, pelo apoio institucional, assim como ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em rede nacional (PROFBIO).

À Capes, pelo apoio financeiro através da concessão de bolsa.

"A Biologia agora é uma ciência exata.
A vida não é um mistério, é só um processo
complexo, que está começando
a ser totalmente definido."

Andrew Simpson

RESUMO

A Biotecnologia é uma ciência multidisciplinar, de grande potencial agregado, que impacta todos os setores da sociedade. Não obstante, mesmo estando inseridos amplamente em nosso cotidiano, os conceitos e produtos biotecnológicos ainda tem o desafio de se tornarem acessíveis à maioria da população. Nesta questão, o papel da escola é fundamental quanto a inserção de discussões que contemplem as temáticas biotecnológicas para o esclarecimento dos alunos. Assim, no intuito de contribuir com o ensino de Biologia e a divulgação científica no campo biotecnológico, o objetivo deste trabalho foi investigar as percepções dos estudantes do Ensino Médio, pertencentes a quatorze escolas da rede pública do estado da Paraíba, frente às temáticas biotecnológicas e desenvolver um produto tecnológico para o ensino e a divulgação da Biotecnologia. Para isso realizamos: a) uma análise crítica das percepções dos estudantes acerca da Biotecnologia e de suas aplicações; b) a construção do aplicativo educacional BIOTEC, compatível com as plataformas Android e iOS, também disponível no formato *Web App*, contendo conceitos e aplicações da Biotecnologia; e c) a aplicação de uma sequência didática com a utilização do aplicativo BIOTCEC para estudantes de uma das escolas participantes da pesquisa. Buscou-se realizar uma avaliação inicial do aplicativo produzido quanto a aceitabilidade e competência em esclarecer os conceitos biotecnológicos. Os resultados obtidos demonstraram que a Biotecnologia, ainda que compondo o currículo da Educação Básica, tem passado de maneira imperceptível no cotidiano dos estudantes e a avaliação primária do aplicativo BIOTEC indicou que o mesmo é uma ferramenta tecnológica adequada para a abordagem das temáticas biotecnológicas em sala de aula, além de ser um veículo de divulgação científica. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Palavras-chave:

Biotecnologia; Ensino de Biologia; Divulgação científica.

ABSTRACT

Biotechnology is a multidisciplinary science of great aggregate potential that impacts all the sectors of society. Nevertheless, even though they are widely inserted in our daily lives, the biotechnology concepts and products still have the challenge of becoming accessible to a great part of the population. In this subject, the role of the school is fundamental in the insertion of discussions that contemplate the biotechnological topics for students' understand. Therefore, to contribute to the teaching of biology and the scientific dissemination in the biotechnology field, the objective of this paper aimed to investigate the perceptions of high school students from fourteen schools in the state of Paraíba, about biotechnological topics and to develop a technological product for the teaching and dissemination of Biotechnology. In order to do this, was performed the following: a) a critical analysis of students' perceptions about Biotechnology, its applications and all thematic about it b) creation of the BIOTEC an educational application, compatible with Android and iOS platforms, also available in Web App format (containing concepts and applications of Biotechnology) and c) the application of a didactic sequence with the use of the BIOTEC application to students from one of the participating school in the research. The intention was to carry out an initial evaluation of the application and its capacity and competence to clarify the biotechnological concepts. The results obtained demonstrated that biotechnology, although composing the curriculum of Basic Education, imperceptibly passed in the students' daily life and the primary evaluation of the BIOTEC application indicated that it is a suitable technological tool to approach biotechnology in the classroom, in addition to being a vehicle of scientific dissemination. This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

Key words:

Biotechnology; Biology teaching; Scientific divulgation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização dos municípios participantes da pesquisa	29
Figura 02 – Dependências da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro, Santa Helena - PB	30
Figura 03 – Ícone principal do aplicativo BIOTEC	41
Figura 04 – Informações de acesso ao aplicativo BIOTEC	43
Figura 05 – Apresentação do aplicativo BIOTEC para os estudantes.....	45
Figura 06 – Momentos da sequência didática Desvendando a Biotecnologia	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Temáticas que foram abordadas na sequência didática, associadas ao uso do aplicativo educacional, no contexto de sala de aula, em turmas da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro, Santa Helena - PB	27
Quadro 02 – Relação de temas da biotecnologia do interesse dos estudantes do Ensino Médio.....	34
Quadro 03 – Relação de exemplos de melhorias às condições de vida humana proporcionadas pelas aplicações da Biotecnologia citadas pelos estudantes do Ensino Médio	36
Quadro 04 – Descrição do aplicativo educacional BIOTEC nas plataformas de download.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio, que participaram da pesquisa, sobre o conceito de Biotecnologia.....	31
Gráfico 02 – Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio, que participaram da pesquisa, referente a eles terem estudado, ou não, Biotecnologia na escola.....	32
Gráfico 03 – Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio sobre o nível de interesse deles por temáticas biotecnológicas numa escala de 1 a 5 onde 1 representa “sem interesse” e 5 representa “muito interesse.....	33
Gráfico 04 – Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio sobre a indicação de temáticas biotecnológicas do interesse deles	34
Gráfico 05 – Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas quanto a ter conhecimento, ou não, das aplicações da Biotecnologia	35
Gráfico 06 – Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio quanto a eles considerarem se a Biotecnologia tem proporcionado melhorias as condições de vida humana.....	36
Gráfico 07 – Gráfico apresentando percentuais relacionados ao conhecimento dos estudantes do Ensino Médio, que participaram da pesquisa, sobre as relações da Biotecnologia e a conservação da Biodiversidade	37
Gráfico 08 – Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio, que participaram da pesquisa, quanto a eles terem ciência, ou não, da Lei de Biossegurança.....	38
Gráfico 09 – Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio indicando se os mesmos sabem, ou não, as diferenças entre pesquisa básica e pesquisa aplicada.....	39

Gráfico 10 – Gráfico apresentando percentuais relativos a avaliação dos estudantes do Ensino Médio revelando se a participação deles na pesquisa foi importante para despertar o interesse por Biotecnologia	39
Gráfico 11 – Gráfico apresentando percentuais relativos a avaliação do conhecimento dos estudantes do Ensino Médio da ECI Estadual Elaine Sores Brasileiro, em Biotecnologia, antes e após a utilização do aplicativo BIOTEC.	46
Gráfico 12 – Gráfico apresentando percentuais relacionados ao nível de interesse dos estudantes do Ensino Médio da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro, Santa Helena – PB, por temáticas biotecnológicas, antes e após a utilização do aplicativo BIOTEC. A escala está demarcada de 1 a 5 onde 1 representa “sem interesse” e 5 “muito interesse”	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Acessos dos serviços móveis pessoais no estado da Paraíba	20
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
APP	Aplicativo
BR	Brasil
CCEN	Centro de Ciências Exatas e da Natureza
CIB	Conselho de Informações sobre Biotecnologia
DNA	Ácido desoxirribonucléico
DBM	Departamento de Biologia Molecular
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
GSMA	Global System for Mobile Communications
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	International Electrotechnical Commission
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
NBR	Norma brasileira
OGM	Organismo Geneticamente Modificado
ONU	Organizações das Nações Unidas
PB	Paraíba
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PROFBIO	Programa de Pós-graduação em Ensino de Biologia em rede nacional
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	23
2.1	Objetivo geral	23
2.2	Objetivos específicos	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Abordagem da Pesquisa e os Métodos	24
3.2	Análise dos dados	25
3.3	Delimitação e caracterização da área de estudo	27
3.4	Universo pesquisado	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	A percepção dos estudantes sobre Biotecnologia	31
4.2	O Aplicativo educacional	40
4.3	Avaliação inicial do aplicativo educacional BIOTEC	43
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICES	58
	APÊNDICE A – Manual do aplicativo BIOTEC	59
	APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido	85
	APÊNDICE C – Termo de assentimento	88
	APÊNDICE D – Questionário aplicado aos estudantes	90
	APÊNDICE E – Sequencia didática Desvendando a Biotecnologia	93
	ANEXOS	99
	ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP/CCS/UFPB	100
	ANEXO B – Termo de anuência	104

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).

Todavia, 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 1980, 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 Desoxirribo nucleico (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, tratando-se 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, agrônomo, médico, industrial, energético, químico e ambiental (MALAJOVIC, 2009).

O Brasil entrou, oficialmente, na era da Biotecnologia quando criou os mecanismos legais para a regulamentação das atividades ligadas a este campo: a Lei de Biossegurança (Lei 11.105/2005) e o Decreto nº 6.041, de 08 de fevereiro de 2007, que instituíram a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia e a criação do Comitê Nacional de Biotecnologia. Este decreto objetiva:

“[...] o estabelecimento de um ambiente favorável ao desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, o estímulo à maior

eficiência da estrutura produtiva nacional, o aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras, a absorção de tecnologias, a geração de negócios e a expansão das exportações”. (BRASIL, 2007, p.1)

No cenário internacional há uma polarização da percepção pública frente a vários temas que orbitam a Biotecnologia. Intensos debates têm se formado acerca dos potenciais riscos à saúde humana e ao meio ambiente, como a produção de alimentos transgênicos, por exemplo (GUIVANT, 2006).

No Brasil, pesquisas divulgadas pelo Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB), apontam que o brasileiro está cada vez mais aberto ao consumo de alimentos transgênicos, o que, para alguns analistas, tal aceitação está conectada a real expressão dos benefícios dessas tecnologias para a sociedade (ODDA; SOARES, 2010).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), 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). 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. Também é importante frisar que as propostas incluídas no livro didático devem desempenhar a função determinante de estimular o senso crítico do aluno e a sua capacidade de investigação e interpretação acerca do conhecimento científico.

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 mecanismos integralmente (LABARCE, 2009).

De acordo com Fagundes *et al.* (2012) as metodologias de ensino de Biologia relacionadas às temáticas biotecnológicas tendem a fragmentar os conceitos, dificultando a aprendizagem. Ademais, conforme Zuanon e Diniz (2004, p. 111), “[...]”

o predomínio das aulas expositivas como modalidade didática tende a não motivar e valorizar a participação efetiva dos alunos nas atividades”.

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).

Deste modo, é imperativo que haja uma abordagem adequada e esclarecedora da Biotecnologia na escola, possibilitando aos alunos uma melhor compreensão de toda a temática biotecnológica e uma maior aproximação às pesquisas científicas básicas e aplicadas. Fonseca e Bobrowski (2015) apontam que:

Muitos assuntos da biotecnologia afetam ou irão afetar, direta ou, indiretamente, a vida da população e 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. (p. 507).

Uma alternativa válida para a divulgação da biotecnologia, no ambiente escolar formal (ou além dele), é a utilização de aplicativos educacionais para dispositivos móveis, levando em consideração os seus potenciais para os processos educativos. No entanto, para Silveira e Cogo (2017, p. 12), “[...] deve-se considerar que apenas a utilização da tecnologia não é a garantia de uma melhor aprendizagem, havendo a necessidade de serem desenvolvidas ações pedagógicas que possibilitem um fazer crítico [...]” e este deve ser contextualizado à realidade dos estudantes, despertando neles autonomia e cooperação na construção do conhecimento.

A utilização de dispositivos móveis por grande parte da população brasileira e mundial é uma realidade incontestável. De acordo com a GSMA (*Global System for Mobile Communications*), instituição global de telefonia móvel, há em torno de 5 bilhões de aparelhos móveis conectados à rede de internet (GSMA, 2017). Apenas no

estado da Paraíba, a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) informa que no mês de fevereiro de 2019, houve quase 4 milhões de acessos à rede (ANATEL, 2019).

Tabela 01. Acessos dos serviços móveis pessoais no estado da Paraíba.

Brasil	Acessos em fevereiro de 2019	Acessos (Variação) referente a janeiro de 2019	Acessos (Variação) referente a fevereiro de 2018
Região Nordeste	52.416.742	52.525.990	55.202.150
Paraíba	3.958.746	3.946.437	4.070.063

Fonte: Agência Nacional de Telecomunicações (2019)

A chegada das TIC's (Tecnologia da Informação e Comunicação) às escolas, sobretudo dos *Smartphones*, se constitui em possibilidades e oportunidades, além de desafios que devem ser enfrentados. As ferramentas tecnológicas possuem potenciais pedagógicos que podem favorecer a dinâmica de ensino e aprendizagem, visto que, segundo Lemos (2013, p. 112) “[...] a tecnologia digital possibilita ao usuário interagir, não mais apenas com o objeto (a máquina ou ferramenta), mas com a informação, isto é, com o conteúdo”. Sibim e Oliveira (2014, p.18) assinalam que:

[...] a literatura tem apontado que o uso pedagógico das tecnologias pode favorecer o processo de construção do conhecimento dos alunos. Para isso, também é preciso que se priorizem investimentos na capacitação de professores e que estes estejam abertos a se aventurar e descobrir as funcionalidades que as mesmas podem proporcionar, acompanhando assim as mudanças de paradigma que vem ocorrendo na sociedade em virtude da tecnologia.

De acordo com Coll e Monereo (2010, p. 80), “As TIC's estão cada vez mais presentes no contexto escolar para modificar o ensino-aprendizagem, no entanto, pode promover mudanças no trabalho pedagógico do professor”. Assim, é necessário que haja empenho do professor e formação continuada adequada para a construção de metodologias pedagógicas que incluam o universo digital, possibilitando o

desenvolvimento da personalização das relações de ensino-aprendizagem e das interações que perpassam os limites físicos da escola.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), no ano de 2013, durante o evento *Mobile Learning Week*, realizado em Paris/França, recomenda a utilização de *Smartphones* para a construção da aprendizagem no ambiente escolar. Para tanto, a UNESCO lança um guia com 13 ótimos motivos para o emprego de tecnologias móveis na escola (UNESCO, 2014). A saber:

- 1 - Amplia o alcance e a equidade da educação.
- 2 - Melhora a educação em áreas de conflitos ou que sofreram desastres naturais.
- 3 - Assiste alunos com deficiência.
- 4 - Otimiza o tempo na sala de aula.
- 5 - Permite que se aprenda a qualquer hora e a qualquer lugar.
- 6 - Constrói novas comunidades de aprendizagem.
- 7 - Dá suporte à aprendizagem *in loco*.
- 8 - Aproxima o aprendizado formal e informal.
- 9 - Prever avaliação e *feedback* imediato.
- 10 - Facilita o aprendizado personalizado.
- 11 - Melhora a aprendizagem contínua.
- 12 - Melhora a comunicação.
- 13 - Melhora a relação custo-benefício da educação.

Conforme Martins *et al* (2018, p. 3) “*Mobile learning* ou *m-learning* ou, ainda, aprendizagem móvel é a aprendizagem por meio de dispositivos móveis, tais como celulares, *tablets* e *smartphones*”. Utilizam-se destes termos para caracterizar o conjunto de práticas e atividades educacionais produzidas por meio de dispositivos tecnológicos. Pesquisas confirmam que o uso de aparelhos móveis na escola fornece possibilidades pedagógicas importantes, pautadas na construção de saberes de forma colaborativa e aberta as experiências, conhecimentos, e sobretudo, interesses dos alunos (NEGUMO, TELES, 2016).

O emprego didático de ferramentas tecnológicas nos processos educativos, como, por exemplo, um aplicativo educacional para dispositivos móveis, pode contribuir, significativamente, para a divulgação da biotecnologia no ambiente escolar

(ou fora dele), uma vez que, nesse sentido, há, de acordo com Cavalcanti e Persechini (2011), uma necessidade de tornar o conhecimento científico acessível, de forma simplificada e que atenda aos anseios e preocupações do mundo moderno.

Nesta perspectiva, entende-se que o uso de aplicativos educacionais como ferramentas de ensino “não se limita ao aprendizado em ambientes apenas formais (por exemplo, escolas), mas inclui todos os aspectos de ensino-aprendizagem para todos os tipos de estudantes, crianças, jovens e adultos” (UNESCO, 2014, p. 19). Como afirma Porto (2006, p. 49):

E, se a escola quiser acompanhar a velocidade das transformações que as novas gerações estão vivendo, tem que se voltar para a leitura das linguagens tecnológicas, aproveitando a participação do aprendiz na (re)construção crítica da imagem-mensagem, sem perder de vista o envolvimento emocional proporcionado, a sensibilidade, intuição e desejos dos alunos.

Diante disso, a importância desse trabalho reside no fato de abordar uma temática pouco explorada no Ensino Médio, a Biotecnologia, área da ciência de grande potencial agregado e pela qual, por intermédio de suas aplicações, a sociedade atual tem obtido diversos avanços em vários setores. Além disso, essa pesquisa resultou na construção de uma ferramenta tecnológica de ensino e divulgação da Biotecnologia. Foi construído e avaliado, primariamente, um aplicativo educacional para dispositivos móveis, obedecendo os critérios de qualidade propostos pelo grupo NBR ISO/IEC 9126 (funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade) contendo os principais conceitos biotecnológicos e criando-se, assim, diversas formas de interação e aprendizagem (ANDRADE; ARAÚJO; SILVEIRA, 2015).

Destaca-se que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar as percepções dos estudantes do Ensino Médio, pertencentes a quatorze escolas da rede pública do estado da Paraíba, frente às temáticas biotecnológicas, e desenvolver um produto tecnológico para o ensino e a divulgação da Biotecnologia.

2.2 Objetivos específicos

- **Analisar** as percepções dos estudantes quanto a Biotecnologia e suas aplicações;
- **Verificar** o nível de conhecimento dos estudantes a respeito da pesquisa básica/aplicada;
- **Desenvolver** um aplicativo educacional para o ensino e a divulgação da Biotecnologia;
- **Avaliar** a aceitação do aplicativo educacional pelos estudantes e sua competência em esclarecer os conceitos biotecnológicos;
- **Contribuir** para formação científica, educacional, tecnológica e cidadã dos estudantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Abordagem da Pesquisa e os Métodos

Este trabalho caracterizou-se como uma pesquisa qualitativa e quantitativa, classificada, do ponto de vista de seus objetivos, como exploratória e fundamentada nos pressupostos teóricos-metodológicos da Etnografia Escolar e da Pesquisa Participante.

De acordo com Tashakkori e Teddle (*apud* FLICK, 2009, p. 40) uma “verdadeira abordagem metodológica mista (qualitativa e quantitativa) incorpora abordagens múltiplas em todas as etapas do estudo (ou seja, na identificação do problema, na coleta e na análise dos dados e nas inferências finais)”.

Para Moreira (2004), a pesquisa qualitativa se caracteriza por evidenciar a interpretação; enfatizar a subjetividade, ao invés da objetividade; 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”.

De acordo com Richardson (2008, p. 79) “O aspecto qualitativo de uma investigação pode estar presente até mesmo nas informações colhidas por estudos essencialmente quantitativos, não obstante perdem seu caráter qualitativo [...]”. Segundo Gatti (2007, p.29)

É preciso considerar que os conceitos de quantidade e qualidade não são totalmente dissociados, na medida em que de um lado a quantidade é uma interpretação, uma tradução, um significado que é atribuído à grandeza com que um fenômeno se manifesta (portanto é uma qualificação dessa grandeza), e de outro ela precisa ser interpretada qualitativamente, pois, sem relação a algum referencial não tem significação em si.

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).

Etnografia consiste, literalmente, na descrição de um povo (AGROSINO, 2009). A denominada etnografia escolar por Andre (2011, p. 34) fundamenta-se primariamente no contato entre pesquisador e o objeto de pesquisa, “permitindo reconstruir os processos e as relações que configuram a experiência escolar diária”.

A Pesquisa Participante, de acordo com Severino (2007), é aquela em que o pesquisador, para observar e compreender os fenômenos, compartilha vivências e participa sistematicamente das atividades de pesquisa, assumindo uma postura de identificação com os pesquisados.

3.2 Análise dos dados

A pesquisa contém o parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), conforme CAAE 88998418.0.0000.5188 (**Anexo A**), seguindo a orientação da resolução 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS) que trata sobre as questões éticas na pesquisa com seres humanos.

A percepção dos estudantes em relação a Biotecnologia foi investigada por meio de uma entrevista, através da aplicação de questionário impresso, logo após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (**Apêndice B**) e do termo de Assentimento (**Apêndice C**) pelo estudante ou pelo responsável.

Dentre as atividades desenvolvidas na pesquisa, destacam-se:

- 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 420 estudantes das 14 escolas participantes (**Apêndice D**) entre os meses de julho e agosto de 2018 e fevereiro de 2019. O questionário serviu de pré-teste para posterior avaliação do aplicativo educacional.
- Análise crítica dos questionários, verificando o grau de conhecimento dos estudantes do Ensino Médio, participantes da pesquisa, acerca da Biotecnologia, de suas aplicações e de toda temática circunscrita a ela. Os dados foram tabulados e transformados em gráficos. Entraram no cálculo apenas as respostas daqueles que responderam todas as perguntas.

- Desenvolvimento do aplicativo educacional BIOTEC, compatível com as plataformas Android e iOS, também disponível no formato *Web App* (podendo ser acessado nos principais navegadores de internet através de um link), contendo conceitos e aplicações da Biotecnologia. O aplicativo foi produzido entre os meses de dezembro de 2018 e maio de 2019.
- Aplicação de uma sequência didática com a utilização do aplicativo educacional BIOTEC (**Apêndice E**) para 30 estudantes de uma das escolas participantes da pesquisa. Buscou-se fazer uma avaliação prévia do aplicativo produzido quanto a aceitabilidade e competência em esclarecer os conceitos biotecnológicos. As atividades foram realizadas no mês de maio de 2019.
- Aplicação do questionário de pós-teste aos estudantes que participaram da sequência didática.
- Análise crítica dos questionários de pós-teste. Estabeleceu-se um paralelo com as respostas iniciais dos estudantes que participaram da etapa de aplicação da sequência didática (com o uso do aplicativo educacional BIOTEC), para avaliação do nível de conhecimento que eles apresentaram em Biotecnologia e aceitabilidade do aplicativo educacional.

No **Quadro 01** são apresentadas as temáticas que foram desenvolvidas para cada atividade. Todas as abordagens metodológicas foram ancoradas ao uso do aplicativo educacional.

Quadro 01. Temáticas que foram abordadas na sequência didática, associadas ao uso do aplicativo educacional, no contexto da sala de aula, em turmas da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro, Santa Helena - PB.

Temáticas	Atividade
Clarificação de conceitos: Biotecnologia e aplicações biotecnológicas.	Leitura e Resolução de Quiz no aplicativo BIOTEC.
Histórico da Biotecnologia: Biotecnologia Clássica e Biotecnologia Moderna.	Construção de uma linha do tempo utilizando o aplicativo BIOTEC.
Biotecnologia: conceitos, produtos e serviços.	Explorando termos e conceitos da Biotecnologia, utilizando QR Codes, no aplicativo BIOTEC.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 Delimitação e caracterização da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em 11 cidades paraibanas que representam boa parte das mesorregiões do estado. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE¹), as cidades apresentam as seguintes características:

- Santa Helena, localizada na Região Geográfica Imediata de Cajazeiras no sertão paraibano. No ano de 2010 sua população era estimada em 5.369 habitantes.
- Uiraúna, localizada na Região Geográfica Imediata de Sousa. População estimada em 2010 em 14.584 habitantes;
- Poço de José de Moura, localizada no alto sertão paraibano. No último censo sua população era estimada em 3.978 habitantes;

¹ Fonte: Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb>. Acesso em: 30 abr. 2019.

- Triunfo, localizada na Região Geográfica Imediata de Cajazeiras. População estimada em 2010 em 9.220 habitantes;
- Bonito de Santa Fé, localizada no alto sertão paraibano. No último censo sua população foi estimada em 10.804 habitantes;
- Patos, localizada no sertão paraibano. População estimada em 232.331 habitantes, conforme o último censo;
- Itaporanga, localizada na mesorregião do Vale do Piancó. No último censo, sua população era estimada em 23.192 habitantes;
- Mogeiro, localizada na Região Geográfica Imediata de Itabaiana. Conforme o último censo, sua população é estimada em 12.491 habitantes;
- Pilar, localizada na Região Geográfica Imediata a João Pessoa. Dados do último censo estimam sua população em 11.191 habitantes;
- Belém, localizada na Região Geográfica Intermediária de João Pessoa. População estimada em 17.093 habitantes;
- João Pessoa, capital e principal centro financeiro paraibano. No último censo sua população era estimada em 723.515 habitantes.

As cidades foram escolhidas porque, além da localização estratégica – distribuídas praticamente em todas as regiões do estado – facilitaríamos os aspectos logísticos da pesquisa, já que que possuíam mestrandos do Programa de Pós-graduação em Ensino de Biologia em rede nacional (PROFBIO), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), residentes. Pretendeu - se com isso, obter um panorama geral e representativo das percepções dos estudantes do Ensino Médio de escolas públicas do estado da Paraíba sobre a Biotecnologia.

Figura 01. Localização dos municípios participantes da pesquisa.



Fonte: Google Imagens²

3.4 Universo pesquisado

Os alunos entrevistados pertenciam ao Ensino Médio, da 1^a, 2^a e 3^a Série, matriculados em 14 escolas³ da rede pública de ensino do estado da Paraíba, das cidades as quais estavam lotados mestrandos do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em rede nacional (PROFBIO), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Foram entrevistados 420 estudantes, em média de 30 por escola.

Participaram da sequência didática com a utilização do aplicativo educacional BIOTEC, 30 estudantes, das três séries do Ensino Médio, da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro da cidade de Santa Helena – PB. Os demais educandos que

² Disponível em: <https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2Fwikipedia%2FcommoO> (modificado). Acesso em: 02 mai. 2019.

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 Moraes – Bonito de Santa Fé/PB; EEEFM Dr. José Duarte Filho – Uiraúna; EEEFM Professora Francisca Fonseca Matias – Poço de José de Moura/PB.

participaram da pesquisa terão acesso ao aplicativo educacional desenvolvido posteriormente, por intermédio dos mestrandos pertencentes ao PROFBIO.

Figura 02. Dependências da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro, Santa Helena PB.



Fonte: Perfil da Escola no Instagram⁴

⁴ Disponível em: https://www.instagram.com/p/Bu_15HNAfYe/?igshid=ef0prclm11jx. Acesso em 03 jun. 2019.

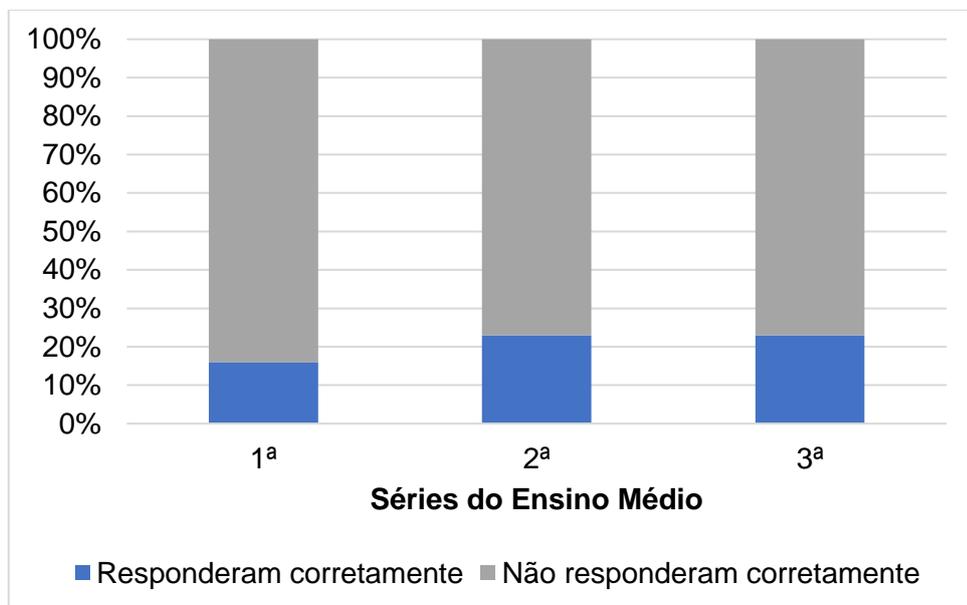
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A percepção dos estudantes sobre Biotecnologia

Os resultados em evidência referem-se a análise das respostas de 420 estudantes do Ensino Médio da rede pública de ensino do estado da Paraíba, 140 de cada série, entrevistados através de questionário impresso, dos quais, 56% eram do sexo feminino e 44% do sexo masculino, com idades entre 14 e 22 anos.

Inicialmente os estudantes foram questionados em relação ao conceito de Biotecnologia. De acordo com o **Gráfico 01**, apenas a minoria dos estudantes entrevistados souberam 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 esmagadora maioria demonstrou desconhecer o termo Biotecnologia, mesmo sua temática sendo fortemente inserida no cotidiano. (FIRMINO, 2007).

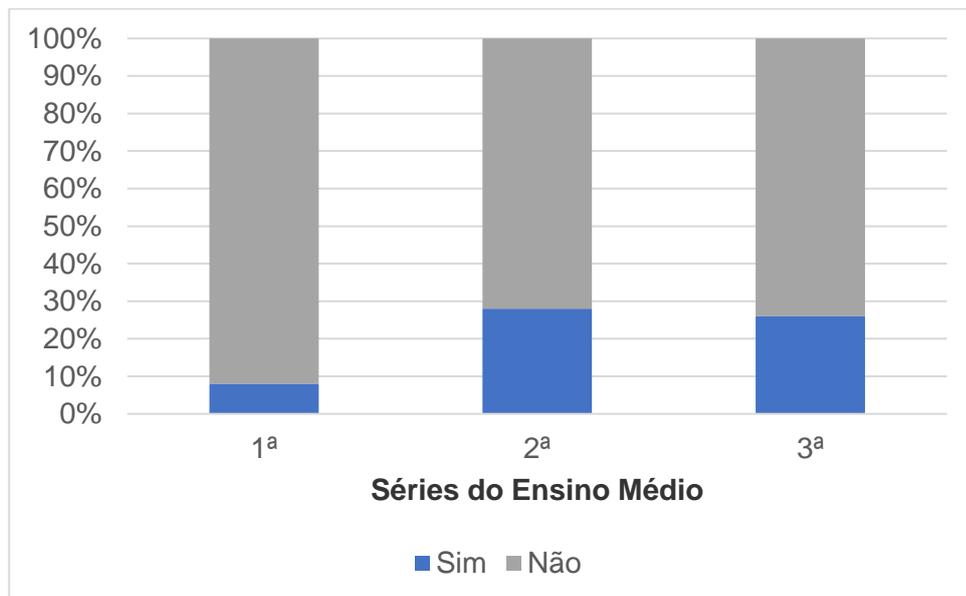
Gráfico 01. Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio, que participaram da pesquisa, sobre o conceito de Biotecnologia.



Fonte: Dados da pesquisa.

Quando indagados se, na escola, já estudaram sobre Biotecnologia, a maioria dos estudantes, de todas séries do Ensino Médio, respondeu que não (**Gráfico 02**), 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). 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 cotidiano de toda a população em geral (FONSECA, BOBROWSKI, 2015).

Gráfico 02. Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio, que participaram da pesquisa, referente a eles terem estudado, ou não, Biotecnologia na escola.

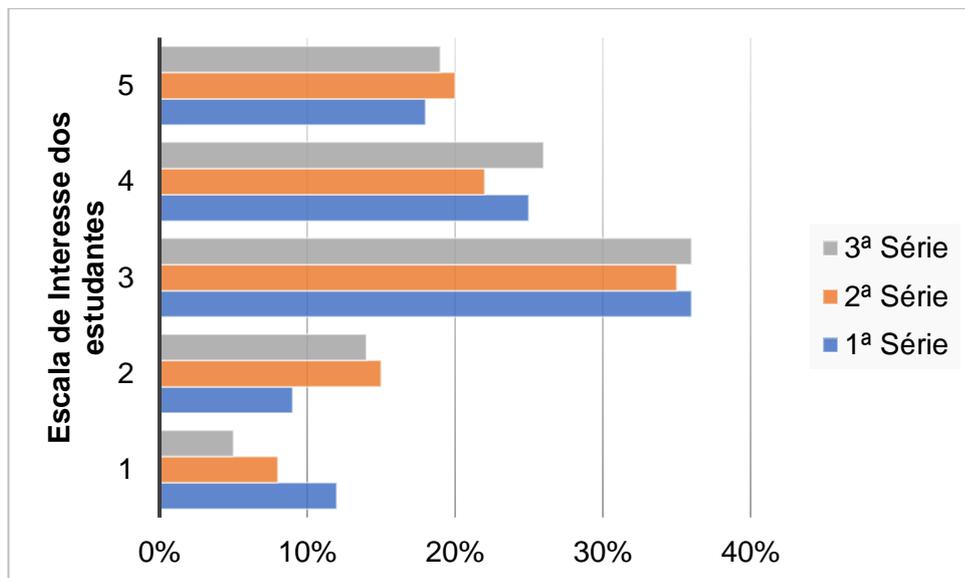


Fonte: Dados da pesquisa.

Solicitados a indicarem 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 (**Gráfico 03**), 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”.

Gráfico 03. Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio sobre o nível de interesse deles por temáticas biotecnológicas numa escala de 1 a 5 onde 1 representa “sem interesse” e 5 representa “muito interesse”.



Fonte: Dados da pesquisa.

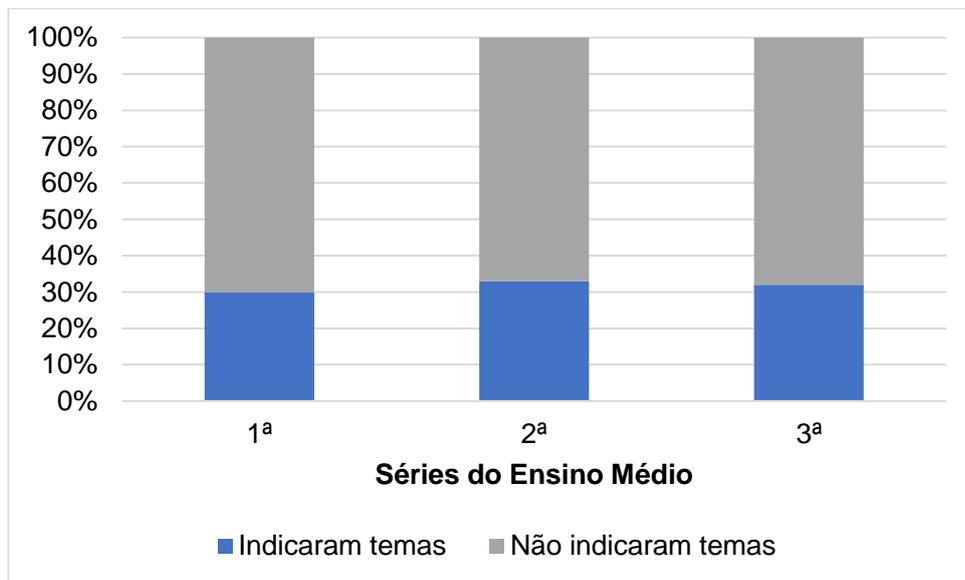
Os estudantes ainda foram convidados a indicar temas relacionados a Biotecnologia que fossem do interesse deles. Alguns alunos (das três séries) listaram temas que eles avaliaram pertencer ao campo da Biotecnologia (**Quadro 02**), porém, a maioria afirmou, em suas respostas, não ter conhecimento suficiente para fazê-lo, admitindo desconhecer qualquer temática biotecnológica (**Gráfico 04**). Dentre os temas citados percebeu-se que a maioria eram voltados as aplicações à 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 02. 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.

Gráfico 04. Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio sobre a indicação de temáticas biotecnológicas do interesse deles.

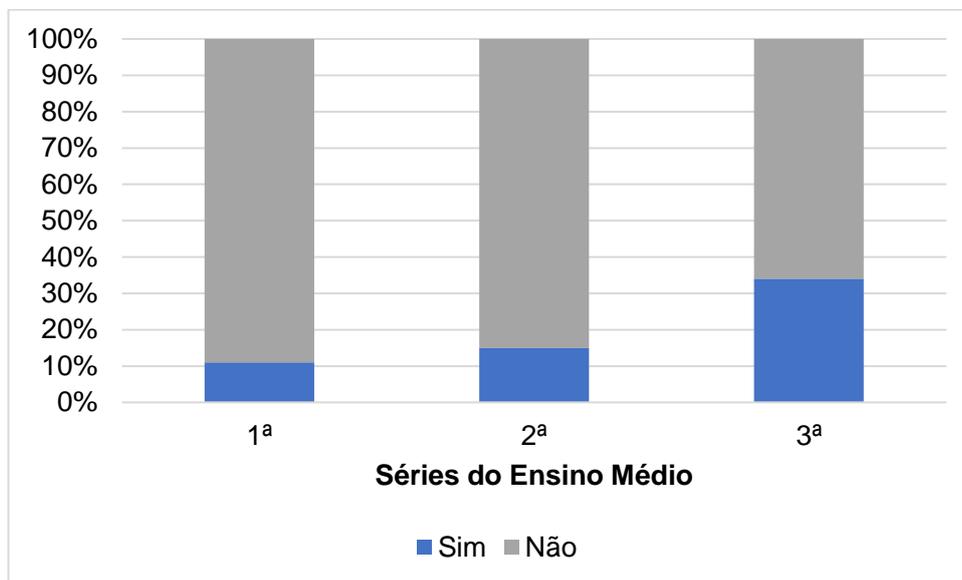


Fonte: Dados da pesquisa.

No que concerne as aplicações da Biotecnologia, a maioria dos estudantes, das três séries do Ensino Médio, afirmou não conhecer qualquer aplicação (**Gráfico 5**), os demais atestaram que sim e citaram algumas aplicações que eles julgaram ser 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 conhecimento sobre as aplicações biotecnológicas relativamente superior em relação aos alunos das demais série, entretanto ainda insuficiente. 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 (MALAJOVICH, 2016).

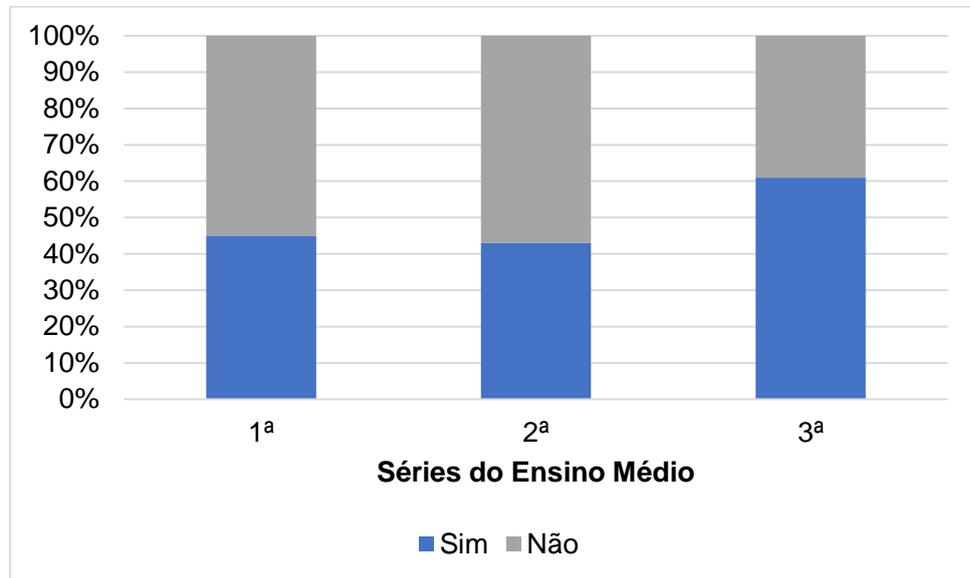
Gráfico 05. Gráfico apresentando percentuais relacionados a respostas dos estudantes do Ensino Médio quanto a ter conhecimento, ou não, das aplicações da Biotecnologia.



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 o **Gráfico 06**, confirmaram não ter conhecimento suficiente para opinar, os demais, que responderam sim, 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 possuem 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).

Gráfico 06. Gráfico apresentando percentuais relacionados as 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.

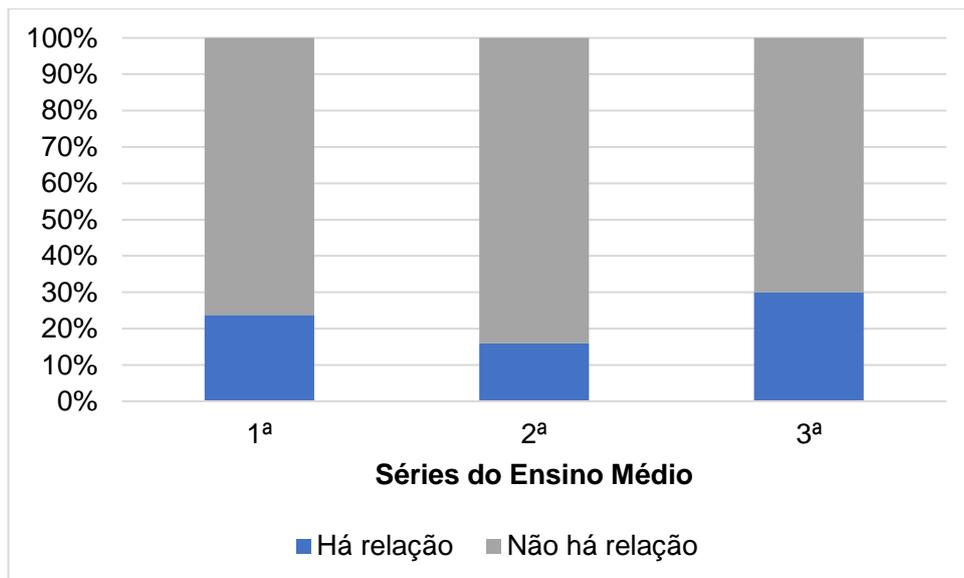
Quadro 03. Relação de exemplos de melhorias às condições de vida humana proporcionadas pelas aplicações da biotecnologia citados pelos estudantes do Ensino Médio.

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

Fonte: Dados da pesquisa.

Interrogados acerca da relação existente entre a Biotecnologia e a conservação da Biodiversidade, os estudantes, em sua maioria, atestaram desconhecer tal relação (**Gráfico 07**). 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, p. 75) adverte que é de responsabilidade nacional o uso sustentável dos produtos naturais, principalmente para evitar a erosão genética ou a extinção de espécies.

Gráfico 07. Gráfico apresentando percentuais relacionados ao conhecimento dos estudantes do Ensino Médio que participaram da pesquisa sobre as relações da Biotecnologia e a conservação da Biodiversidade.

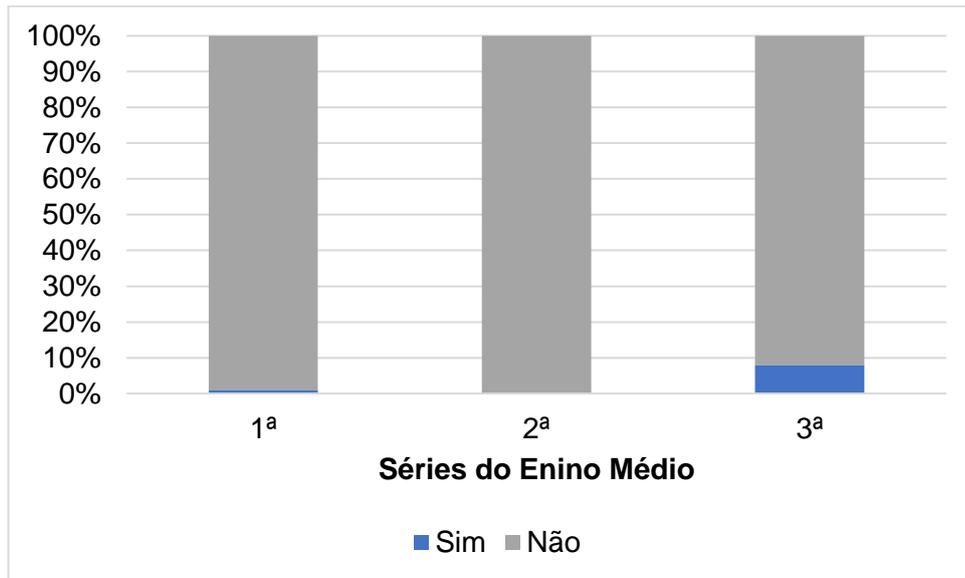


Fonte: Dados da pesquisa.

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 da lei (**Gráfico 8**), apenas uma pequena minoria dos alunos da 3ª Série 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).

Gráfico 08. Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio, participantes da pesquisa, quanto a eles terem ciência, ou não, da Lei de Biossegurança.

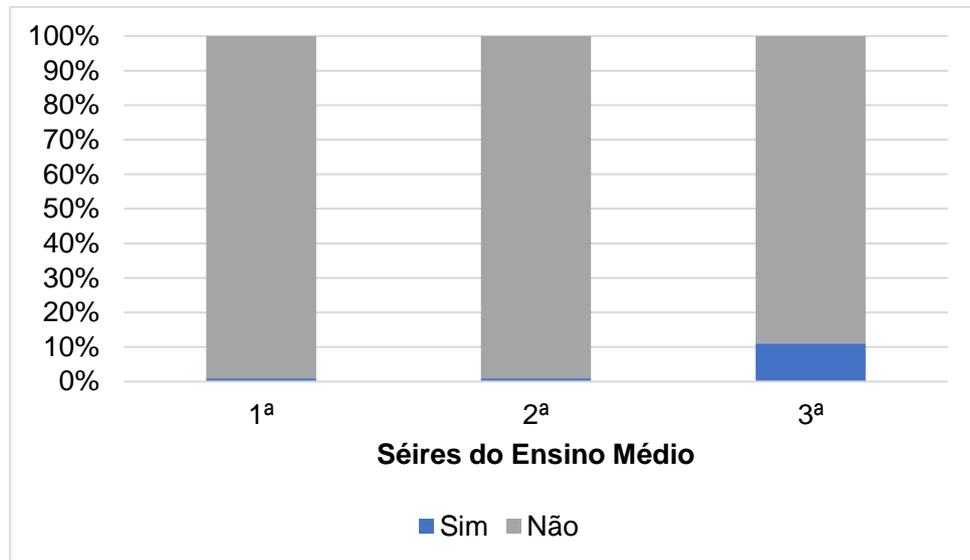


Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto as diferenças entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, os estudantes, em sua maioria, demonstraram não ter minimamente conhecimento a respeito (**Gráfico 09**). Na 1ª Série e na 2ª série do Ensino Médio, os resultados foram muito similares, apenas na 3ª que alguns estudantes demonstram 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”.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio (PCNEM) assinalam, 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, 2002).

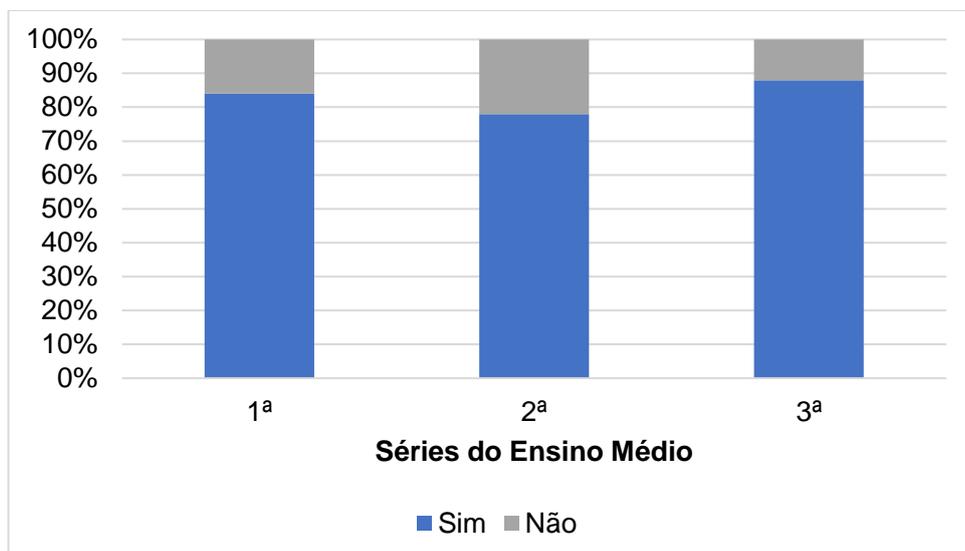
Gráfico 09. Gráfico apresentando percentuais relacionados as respostas dos estudantes do Ensino Médio indicando se os mesmos sabem, ou não, as diferenças entre pesquisa básica e pesquisa aplicada.



Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim, os estudantes avaliaram a participação deles na pesquisa, indicando se a mesma foi importante para despertar o interesse por Biotecnologia. A maioria dos estudantes, das três séries do Ensino Médio, sinalizaram positivamente (**Gráfico 10**). Estes resultados mostram a urgência da necessidade de se abordar, adequadamente, a Biotecnologia nas escolas.

Gráfico 10. Gráfico apresentando percentuais relativos a avaliação dos estudantes do Ensino Médio, participantes da pesquisa, sobre a importância da participação na pesquisa para despertar o interesse por Biotecnologia.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2 O Aplicativo educacional

O aplicativo educacional desenvolvido foi denominado “BIOTEC” fazendo alusão ao seu propósito maior: divulgar a Biotecnologia no ambiente formal de aprendizagem (ou fora dele) e ser uma ferramenta de ensino.

A produção do Aplicativo se deu através de uma plataforma de construção de aplicativos a partir de *templates* disponíveis. No processo de construção não foi necessária a utilização de programação de *softwares* e, por isso, nenhuma parceria colaborativa foi firmada.

O aplicativo é gratuito, compatível com as plataformas Android, iOS e pode ser utilizado no formato *Web App*, podendo ser acessado, a partir dos principais navegadores de *internet*, através de um *link*.

Figura 03. Ícone principal do aplicativo BIOTEC.



Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 02. Descrição do aplicativo educacional BIOTEC a ser inserida nas plataformas de *download*.

Descrição do Aplicativo BIOTEC
<p>O app BIOTEC apresenta os principais conceitos da Biotecnologia e dos diversos temas que orbitam essa promissora área da Ciência.</p> <p>Todo este material integra uma pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO, da Universidade Federal da Paraíba e foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.</p> <p>Para conhecer o PROFBIO, visite o site http://plone.ufpb.br/profbio.</p>

Fonte: Dados da pesquisa.

A estrutura do aplicativo foi idealizada afim de tornar os conceitos biotecnológicos mais acessíveis e interativos aos usuários. Seu desígnio é ser uma ferramenta de ensino, estabelecendo uma ponte entre o estudante e a Biotecnologia, além de constituir-se em um instrumento de divulgação científica. As percepções dos estudantes, coletadas na pesquisa, deram um direcionamento no que tange a composição da temática biotecnológica contemplada no conteúdo do aplicativo educacional.

O menu principal do aplicativo BIOTEC é composto por 11 abas que versam sobre vários temas da Biotecnologia, quais sejam:

- “O que é Biotecnologia?”: Nela encontramos o conceito de Biotecnologia, os produtos e serviços fornecidos pelos processos biotecnológicos e a Lei de Biossegurança;
- “Linha do Tempo”: Apresentamos um histórico da Biotecnologia, destacando os principais eventos que ocorreram na Biotecnologia Clássica e na Biotecnologia Moderna;
- “Biotecnologia e Saúde”: Divulgamos informações quanto as aplicações da Biotecnologia na área da saúde;
- “Biotecnologia e Ambiente”: Destacamos informações que relacionem as temáticas biotecnológicas e ambientais;

- “Biotecnologia e Indústria”: Evidenciamos as informações que pertencem a Biotecnologia Industrial;
- “Biotecnologia e Agricultura”: Enfatizamos as informações quanto a aplicabilidade da Biotecnologia no setor agrícola, dando destaque a utilização dos transgênicos;
- “Explore os conceitos”: Essa aba possui um glossário dos principais termos que orbitam a Biotecnologia;
- “Vídeos”: Indicamos vídeos de temática biotecnológica através de um canal na plataforma *YouTube*, também denominado BIOTEC.
- “Quiz”: Possibilitamos ao usuário um teste rápido sobre os seus conhecimentos sobre Biotecnologia. Ao final do teste ele pode verificar o seu resultado, onde acertou e onde errou;
- “Saiba mais”: Nessa aba redirecionamos o usuário ao site do Conselho Nacional de Informações sobre Biotecnologia – CIB;
- “Fale conosco”: Esse espaço é um canal de comunicação onde o usuário poderá enviar dúvidas, sugestões, reclamações ou tratar de qualquer assunto de seu interesse.
- Uma aba com uma ferramenta de leitura online de *QR Code*, necessária em uma das atividades da sequência didática, foi adicionada ao aplicativo

O aplicativo será atualizado em períodos relativamente frequentes. A intenção é divulgar informações importantes da Biotecnologia, proporcionando o acesso dos estudantes do Ensino Médio, e de qualquer outro usuário, as pesquisas científicas no campo biotecnológico. No **Apêndice A** se encontra o manual de uso do aplicativo educacional BIOTEC.

Figura 04. Informações de acesso ao aplicativo BIOTEC.



Fonte: Galeria da Fábrica de Aplicativos⁵

4.3 Avaliação inicial do aplicativo educacional BIOTEC

A avaliação prévia do aplicativo se deu através do desenvolvimento da Sequência Didática Desvendando a Biotecnologia para 30 estudantes do Ensino Médio, da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro localizada na cidade de Santa Helena – PB. No total dos alunos, 65% eram do sexo feminino e 35% do sexo masculino.

Todas as atividades realizadas estavam atreladas ao uso do aplicativo BIOTEC. Foi avaliada a aceitação e competência do mesmo em esclarecer os conceitos da Biotecnologia. O aplicativo foi apresentado aos estudantes antes da execução da sequência didática. Todos os alunos demonstraram bastante interesse pela ferramenta.

Para Silveira (2007) a educação tem absorvido as Tecnologias da Informação e Comunicação com a finalidade de facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Nonato (2006, p. 84) destaca que “[...] as Novas Tecnologias são, na Educação Contemporânea, um instrumento importantíssimo, dir-se-ia mesmo imprescindível, na consecução de práticas e procedimentos didático-pedagógicos”.

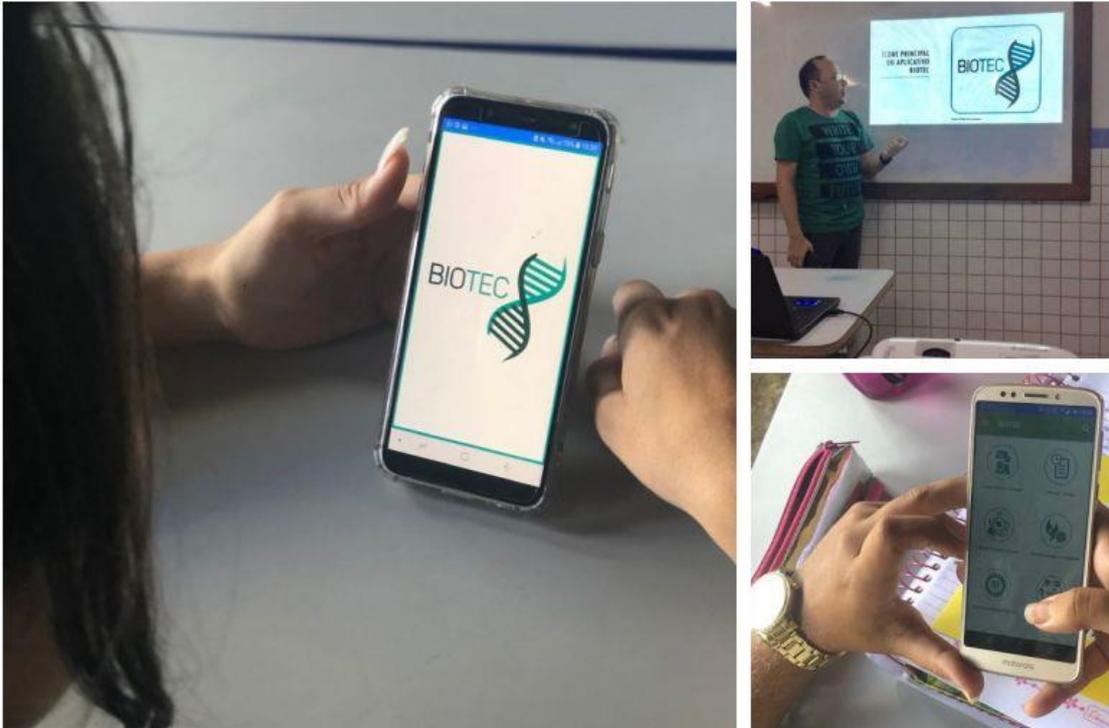
⁵ Disponível em: <https://galeria.fabricadeaplicativos.com.br/biotecnologia1>, Acesso em: 02 mai. 2019.

No primeiro momento da Sequência Didática, os alunos foram convidados a utilizar o aplicativo BIOTEC na aba “O que é Biotecnologia?”. A mesma trata da definição e dos produtos e serviços oriundos da Biotecnologia. Em seguida, estabeleceram-se as discussões da temática e realização do “QUIZ” no aplicativo. Houve uma participação integral da turma na atividade. O aplicativo despertou a atenção dos educandos para a temática em tela. A utilização de *Quiz* como recurso pedagógico, segundo alguns estudos, tem gerado motivação aos estudantes e auxiliado os processos de ensino-aprendizagem (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Posteriormente, em um segundo momento, os estudantes, divididos em grupos e utilizando o aplicativo BIOTEC, mais especificamente a aba “Linha do Tempo”, construíram uma linha do tempo contendo o histórico da Biotecnologia. Na sequência, cada grupo fez a socialização do trabalho produzido. Todos participaram ativamente da atividade.

Durante essa última etapa os estudantes foram divididos em grupos e receberam fichas com QR Codes de termos ou conceitos de temáticas biotecnológicas. Cada grupo teve que identificar o termo ou conceito inserido no QR Code utilizando o aplicativo BIOTEC, sobretudo as abas “Explore os conceitos” e “QR Code”, e fazer a associação dos mesmos. Ao término da atividade, a discussão foi apontada de acordo com os termos/conceitos dos QR Codes de cada grupo. Este momento gerou uma maior integração e motivação entre os estudantes.

Figura 05. Apresentação do aplicativo BIOTEC para os estudantes.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 06. Momentos da sequência didática Desvendando a Biotecnologia.



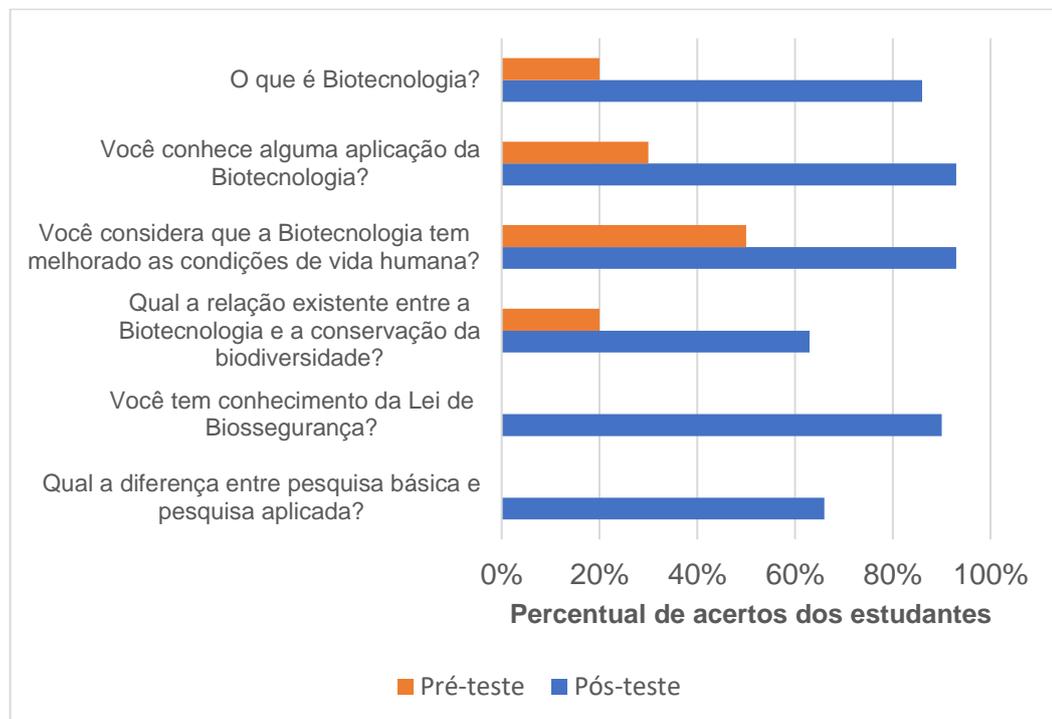
Fonte: Dados da pesquisa

Após a sequência didática, os estudantes responderam ao questionário pós-teste. Buscou-se verificar se o uso do aplicativo BIOTEC favoreceu a compreensão dos educandos acerca das temáticas biotecnológicas.

Quando questionados sobre a Biotecnologia no que concerne ao conceito, aplicações, relação com a conservação da biodiversidade e lei de biossegurança, o **Gráfico 11**, indica um aumento considerável no número de acertos dos estudantes em comparação ao pré-teste. Franco e Lopes (2004) afirmam que o uso didático-pedagógico das tecnologias pode favorecer o processo de construção do conhecimento dos alunos.

Apontam para a mesma questão Santos e Santos (2014, p.3) ao relatarem que “no mundo atual, as possibilidades de difusão do conhecimento dadas pelas tecnologias, abriram novas possibilidades de ação para ampliar a acessibilidade”. Os mesmos autores ainda acrescentam que, tal fato tem possibilitado a criação de novos métodos pedagógicos e disciplinares para a socialização do conhecimento.

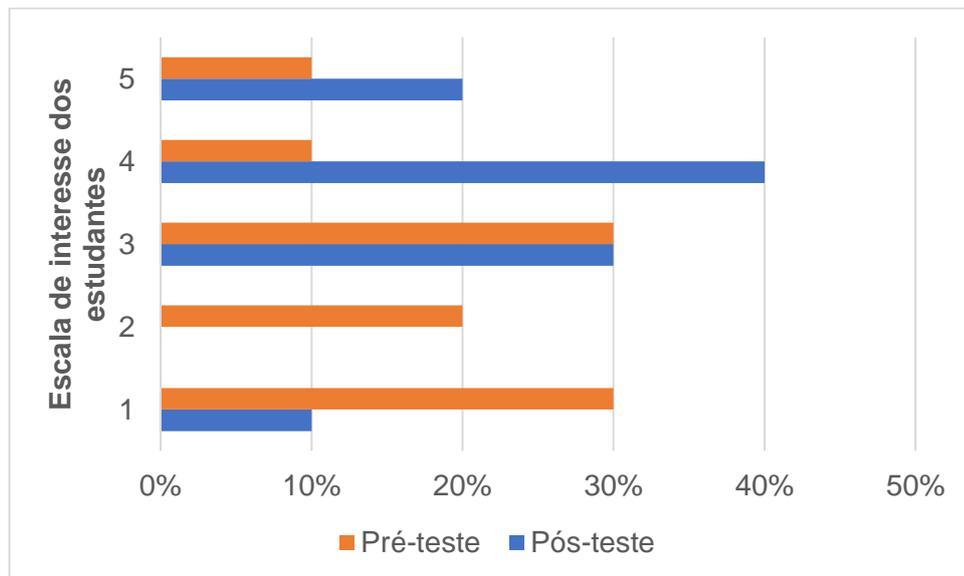
Gráfico 11. Gráfico apresentando percentuais relativos ao conhecimento dos estudantes do Ensino Médio da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro, Santa Helena – PB, em Biotecnologia, antes e após a utilização do aplicativo BIOTEC.



Fonte: Dados da pesquisa

Foi avaliado também se o aplicativo BIOTEC aumentou o nível de interesse dos estudantes por temáticas biotecnológicas. Os resultados, de acordo com o **Gráfico 12**, mostram que a maioria dos estudantes assinalaram os itens 3, 4 e 5, indicando um aumento considerável no nível de interesse por Biotecnologia em detrimento ao pré-teste. Para Moran (2012) a utilização didática das TIC's auxilia a promoção social da cultura, das normas e tradições de grupos, entretanto, desenvolve um processo pessoal que produz também a motivação.

Gráfico 12. Gráfico apresentando percentuais relacionados ao nível de interesse dos estudantes do Ensino Médio da ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro, Santa Helena – PB, por temáticas biotecnológicas, antes e após a utilização do aplicativo BIOTEC. A escala está demarcada de 1 a 5 onde 1 representa “sem interesse” e 5 “muito interesse”.



Fonte: Dados da pesquisa

Os alunos foram convidados a opinar se o uso do aplicativo educacional BIOTEC foi importante para ampliar o seu conhecimento acerca da Biotecnologia e fazer um comentário elencando críticas e/ou sugestões. Do total de estudantes entrevistados, 100% afirmaram que sim, o aplicativo contribuiu para o entendimento deles sobre as temáticas biotecnológicas.

A seguir, seguem alguns comentários levantados pelos estudantes: “O app tem como objetivo ampliar o conhecimento assim como ampliou o meu e despertou desejo sobre o tema”; “Adorei o aplicativo, traz muita praticidade”; “Ele (o app) ajuda a

entender melhor a Biotecnologia abrangendo tudo que há nela”; “O app é bem completo e nos traz muitas informações”; “Ele (o app) traz definições e tem tudo sobre Biotecnologia e facilita a vida do estudante”; “Aprendi mais a fundo sobre a Biotecnologia, seus conceitos e intuitos”.

Estudos revelam que o ensino de temáticas biotecnológicas na Educação Básica possibilita aos alunos o desenvolvimento de um conhecimento que lhes permitem apreender notícias relacionadas a ciência e opinar sobre elas face as questões éticas de algumas aplicações científico-tecnológicas (FIRMINO, 2007). Ademais, cabe ressaltar que, além da inclusão das questões biotecnológicas de forma ampla na Educação Básica, destaca-se a importância da capacitação de professores em Biotecnologia (SILVEIRA; COGO, 2017).

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, investigamos as percepções de 420 estudantes do Ensino Médio, de quatorze escolas públicas do estado da Paraíba, acerca das temáticas biotecnológicas e desenvolvemos um aplicativo educacional, gratuito, para contribuir com o ensino e a divulgação da Biotecnologia.

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 maioria dos alunos do Ensino Médio (de todas as séries) e a Biotecnologia. A esmagadora maioria dos entrevistados desconhece a importância das pesquisas científicas básicas/aplicadas. Estar informado corretamente acerca dos avanços da ciência e de temas relacionados a ela, como por exemplo no campo biotecnológico, é um direito do aluno e uma das atribuições da escola.

Apesar de fazer parte do currículo escolar, as temáticas biotecnológicas têm passado de maneira imperceptível no cotidiano dos estudantes. Faz-se necessário a utilização de estratégias metodológicas que abordem a Biotecnologia de maneira apropriada, significativa, despertando nos estudantes o reconhecimento de seu elevado potencial na produção de bens e serviços, sua presença constante no dia a dia, além de qualificá-los para a tomada consciente de decisões face as questões éticas que lhes são intrínsecas.

Neste cenário, o aplicativo educacional para dispositivos móveis BIOTEC, veio colaborar com o ensino de Biologia e a divulgação da Biotecnologia e proporcionar aos seus usuários, sobretudo os estudantes do Ensino Médio, uma aproximação necessária a essa relevante área da ciência e aos diversos temas que a orbitam. Seu uso pode ser associado as abordagens metodológicas em sala de aula, como foi realizado nesta pesquisa, através do desenvolvimento exitoso de uma sequência didática com a utilização do aplicativo, contribuindo, assim, para a formação científica, educacional, tecnológica e cidadã dos estudantes.

A avaliação primária do aplicativo BIOTEC demonstrou que ele é uma ferramenta adequada para a abordagem da Biotecnologia em sala de aula. O mesmo teve uma grande aceitação pelos estudantes. A análise dos dados do questionário de pós-teste revelou um aumento expressivo no número de acertos em relação ao pré-teste, evidenciando que as tecnologias, aliadas as metodologias de ensino, podem

tornar os processos de aprendizagem mais significativos. Pretende-se, posteriormente, fazer uma avaliação mais consistente do aplicativo, especialmente quanto a sua usabilidade e funcionalidade.

Finalmente, o desenvolvimento do aplicativo educacional BIOTEC, com atualmente 11 abas que versam sobre grande parte das temáticas biotecnológicas, nos permite concluir que esta ferramenta pode não só servir para fins educacionais, em ambientes formais de aprendizagem, como também pode ser uma fonte de divulgação científica para qualquer usuário que busque compreender a fascinante ciência multidisciplinar que é a Biotecnologia.

REFERÊNCIAS

- ANATEL. **Dados do serviço de telefonia móvel**. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/dados/acessos-telefonia-movel>. Acesso em: 03 mai. 2019.
- ANDRADE, M.; ARAÚJO, C.; SILVEIRA, I.; Critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (m-learning). *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA*, 20., 2015, Chile. **Anais [...]**. Chile: FCFM, 2015. p. 544-449. Disponível em: www.tise.cl/volumen11/TISE2015/544-549.pdf. Acesso em: 20 fev. 2019.
- ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. Campinas, SP: Papirus, 2011.
- ANGROSINO, M. **Etnografia e Observação Participante**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- ARAÚJO, G. H. M., *et al.* O quiz como recurso didático no processo ensino-aprendizagem em genética. *In: REUNIAL ANUAL DA SBPC*, 63., 2011, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: SPBC, 2011. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/5166.htm>. Acesso em: 25 mai. 2019.
- 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. Conselho Nacional de Saúde. Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2013.

BRASIL. **Decreto Nº 6041, de 8 de fevereiro de 2007**. Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6041.htm. Acesso em: 02 maio. 2019.

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/l11105.htm. Acesso em 20 set, 2017.

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

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

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

CAVALCANTI, C. C. B; PERSECHINE, P. M. **Museus de Ciência e a popularização do conhecimento no Brasil**. Disponível em: <https://journals.openedition.org/factsreports/1085>. Acesso em: 16 fev. 2018.

COOL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=diTy6YQYks4C&oi=fnd&pg=PA7&ots=3JNO-spons&sig=BtJeg6NHqBzwb-JODkL2icNIXd4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em 02 mai. 2019.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 68, p. 169-186, jan./mar. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782017000100169. Acesso em: 03 mai. 2019.

FAGUNDES, W. A.; SALOMÓN, G., R.; PEREIRA, C. M.; CRISOSTIMO, A. L. Metodologia de ensino de Biologia relacionada à temática Biotecnologia. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, 3., 2012, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: UTFPR, 2012. p. 1-8. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/2018/index.php?id=260>. Acesso em: 03 dez. 2018.

FIRMINO, M. D. N. P. **Biotecnologia: Estudo Exploratório das Percepções e Atitudes de Professores e Alunos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Biologia para o Ensino) – Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Porto, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1516-7313201400020027900009&lng=en. Acesso em: 10 nov. 2018.

FLICK, U. **Introdução a pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

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.

FRANCO, J. F.; LOPES, R. D. Novas tecnologias em ambientes de aprendizagem: estimulando o aprender a aprender, transformando o currículo e ações. **Revista Novas Tecnologias da Educação**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, mar. 2004. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13754>. Acesso em: 20 jan. 2019.

GATTI, B.A. **A construção da Pesquisa em Educação no Brasil**. Brasília DF: Liber Livro Editora, 2007.

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.

GSMA. **Number of Mobile Subscribers Worldwide Hits 5 Billion**. Disponível em: <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/number-mobile-subscribers-worldwide-hits-5-billion/>. Acesso em: 10 mar. 2019.

GUIVANT, J. S. Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 82-103, jan./jun. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2006000100005. Acesso em: 5 fev, 2018.

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

ISMAIL, I.; BOKHARE, S. F.; AZIZAN; S. N.; AZMAN, N. Teaching via mobile phone: a case study on Malaysian teachers' technology acceptance and readiness. **Journal of Educators Online**, Dothan, v. 10, n. 1, p. 1-38, jan. 2013. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1004895>. Acesso em: 15 mar. 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.

LE MOS, A. **Anjos interativos e a retribalização do mundo: sobre interatividade e interfaces digitais**. Disponível em: <http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/le mos/interativo.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2019.

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**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2017.

MARTINS, W. S. *et al.* M-learning como modalidade de ensino: a utilização do aplicativo estatística fácil no ensino médio. **Ensino da Matemática em Debate**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2018. Disponível em <https://revistas.pucsp.br/index.php/emd/article/view/32882/0>. Acesso em 02 mai. 2019.

MORAN, J. M.; MASSETTO, M T.; BEHRENS M. A. **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. Campinas: Papirus, 2012.

MOREIRA, D.A. **O Método Fenomenológico na Pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2004.

NAGUMO, E.; TELES, L. F. O uso do celular por estudantes na escola: motivos e desdobramentos. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 97, n. 246, p. 356-371, mai./ago. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2176-66812016000200356&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 02 mai. 2019.

NONATO, E. R. S. Novas tecnologias, educação e contemporaneidade. **Práxis Educativa**. Ponta Grossa, PR, v. 1, n. 1, p. 77-86, jan.-jun 2006. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/264>. Acesso em: 20 fev. 2018.

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.

PARANHOS, R. *et al.* Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 18, n. 42, p. 384-411, mai./ago. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-45222016000200384&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 02 mai. 2019.

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.

PORTO, T.M.E. As tecnologias de comunicação e informação na escola; relações possíveis...relações construídas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 43-57, jan./abr. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782006000100005&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 10 mar. 2019.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2008.

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

SANTOS, F.A. **A malha técnico-científica**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

SANTOS, J. O; SANTOS, R. M. S. O uso do celular como ferramenta de aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, Pombal, v. 4, n. 4, p. 1 – 6, out./dez. 2014. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBES/article/view/3108>. Acesso em: nov. 2018.

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.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

SIBIM, M. I.; OLIVEIRA, F. P. M. Introdução ao uso das tecnologias móveis no processo ensino-aprendizagem da matemática. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE: Produção Didático-pedagógica**, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.2. (Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=20>. Acesso em: mai. 2019.

SILVEIRA, M. S.; COGO, A. L. P. Contribuições das tecnologias educacionais digitais no ensino de habilidades de enfermagem: revisão integrativa. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, v. 38, n.2, p. 1-9, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-14472017000200501&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 2 mai. 2019.

SILVEIRA, N. C. Tecnologia em educação aplicada à representação descritiva. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 88-109, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/2023>. Acesso em: 13 jan. 2019.

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

UNESCO. **O Futuro da aprendizagem móvel: implicações para planejadores e gestores de políticas**. Brasília: UNESCO, 2014. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002280/228074POR.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2018.

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.

ZUANON, A. C. A.; DINIZ, R. E. S. O ensino de Biologia e a participação dos alunos em “atividade de docência”. *In*: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R. E. S. **Pesquisa em Ensino de Ciências**: contribuições para a formação de professores. 5. ed. São Paulo: Escrituras, 2004, p. 111-131.

APÊNDICES

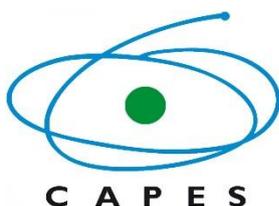
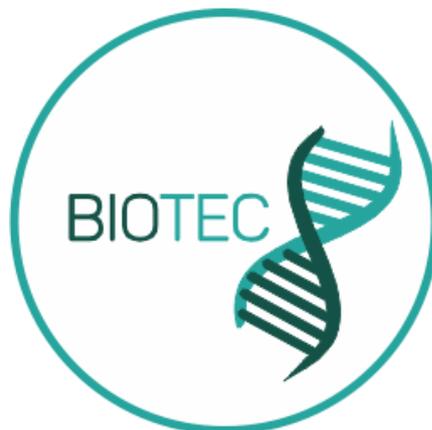
APÊNDICE A – Manual do aplicativo BIOTEC



JAIRO RIBEIRO DE LIMA

LUÍS FERNANDO MARQUES DOS SANTOS

Manual do Aplicativo Educacional



O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



APRESENTAÇÃO

O aplicativo educacional **BIOTEC** contém os principais conceitos da Biotecnologia e dos diversos temas que orbitam essa promissora área da ciência. É uma ferramenta tecnológica que pode ser utilizada para fins educacionais, em ambientes formais de aprendizagem, como também se constitui em uma fonte de divulgação científica para qualquer usuário que busque compreender a fascinante ciência multidisciplinar que é a Biotecnologia.

Este material integra uma pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), da Universidade Federal da Paraíba e foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Para conhecer o PROFBIO, visite o site <http://plone.ufpb.br/profbio>



CONTEÚDO

1. Informações gerais

1.1 Iconografia

1.1.1 Ícone do aplicativo

1.1.2 Ícones da Interface

1.2 Acesso

1.3 Login

2. Menu Principal

2.1 O que é Biotecnologia?

2.2 Linha do Tempo

2.3 Áreas de atuação da Biotecnologia

2.3.1 Biotecnologia e Saúde

2.3.2 Biotecnologia e Meio Ambiente

2.3.3 Biotecnologia e Indústria

2.3.4 Biotecnologia e Agricultura

2.4 Explore os conceitos

2.5 Vídeos

2.6 Quiz

2.7 Saiba mais

2.8 QR Code

2.9 Fale conosco

3. Informações de Pesquisa



1 INFORMAÇÕES GERAIS

Nome do APP: BIOTEC

Categoria: Educação

Área de Atuação: Projetos Educacionais

Compatibilidade: Android, iOS e Web App

1.1 Iconografia

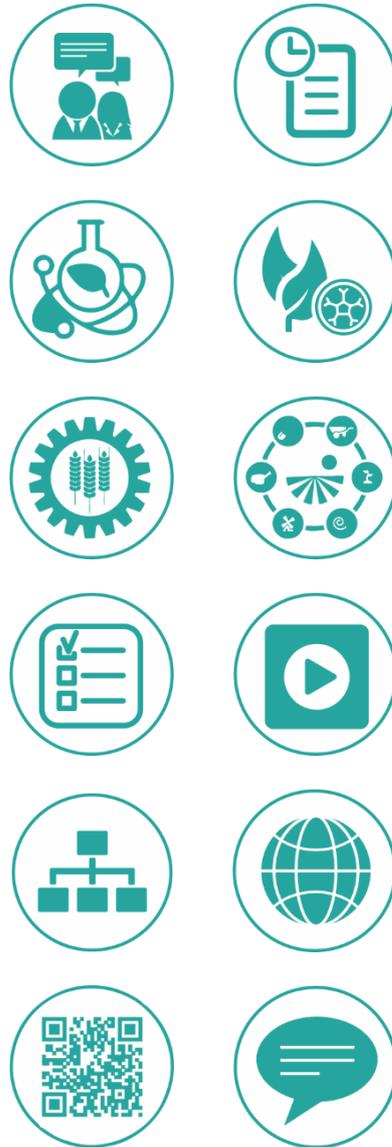
O ícone do aplicativo evidencia a molécula do Ácido Desoxirribonucleico (DNA), para ressaltar a importância desta molécula nas aplicações biotecnológicas, sobretudo nas técnicas que envolvem a Engenharia Genética. Os demais ícones da interface estão em contexto com a temática abordada nas abas do menu principal.

1.1.1 Ícone do aplicativo



Ícone principal do aplicativo BIOTEC.

1.1.2 Ícones da Interface



Ícones da interface do Menu Principal do app BIOTEC.

1.2 Acesso

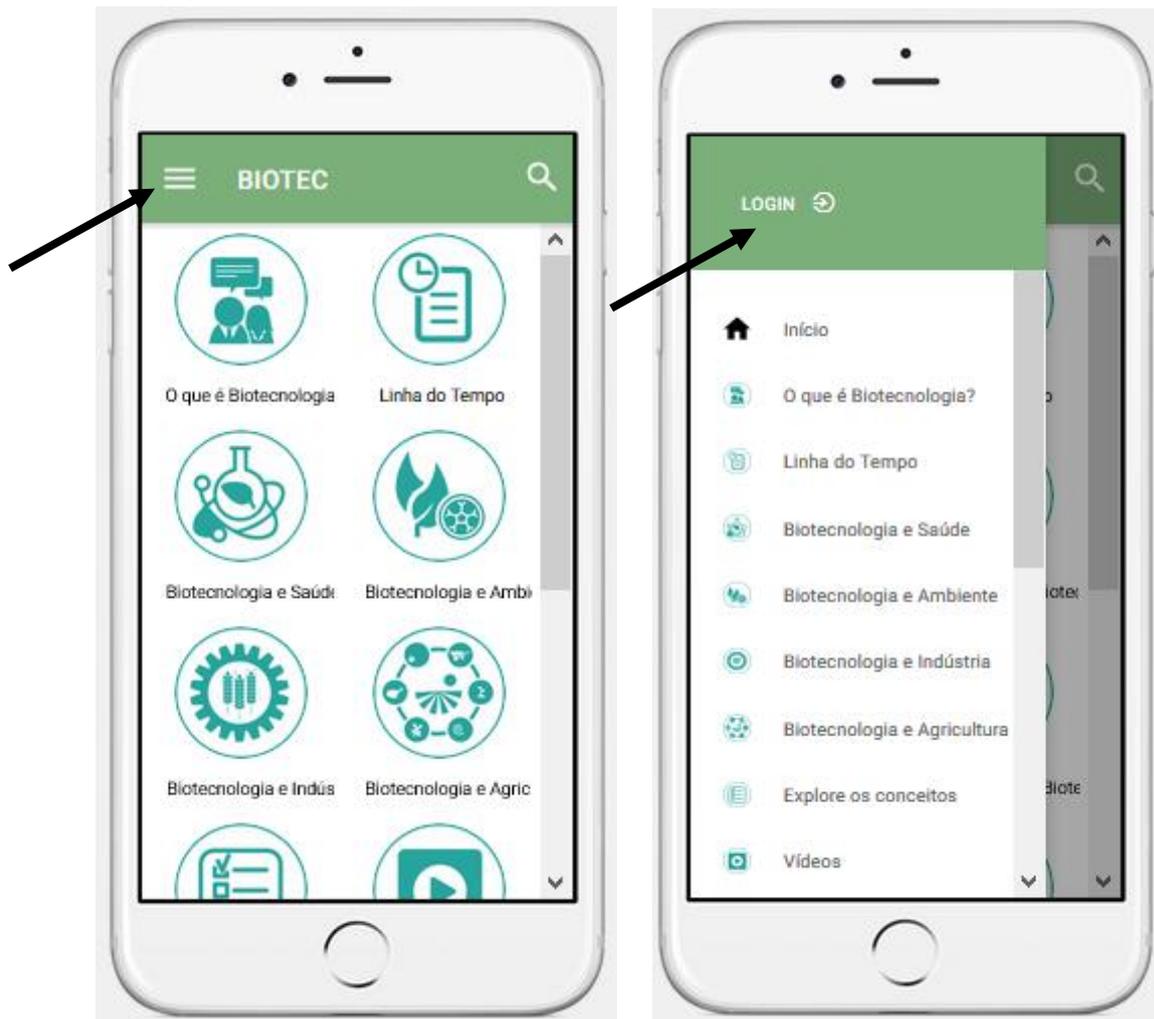
O app BIOTEC pode ser baixado nas lojas de aplicativos ou acessado através das informações abaixo:



Informações de acesso ao app BIOTEC.

1.3 Login

O Login no aplicativo é opcional. O usuário pode entrar como visitante. Contudo, para envio de dúvidas, críticas ou sugestões o usuário deverá fazer o registro de uma conta, inserindo as seguintes informações: e-mail, senha, nome e escolaridade. Após isso basta apenas ativar a caixa que confirma a aceitação dos termos de uso, que a conta será validada.



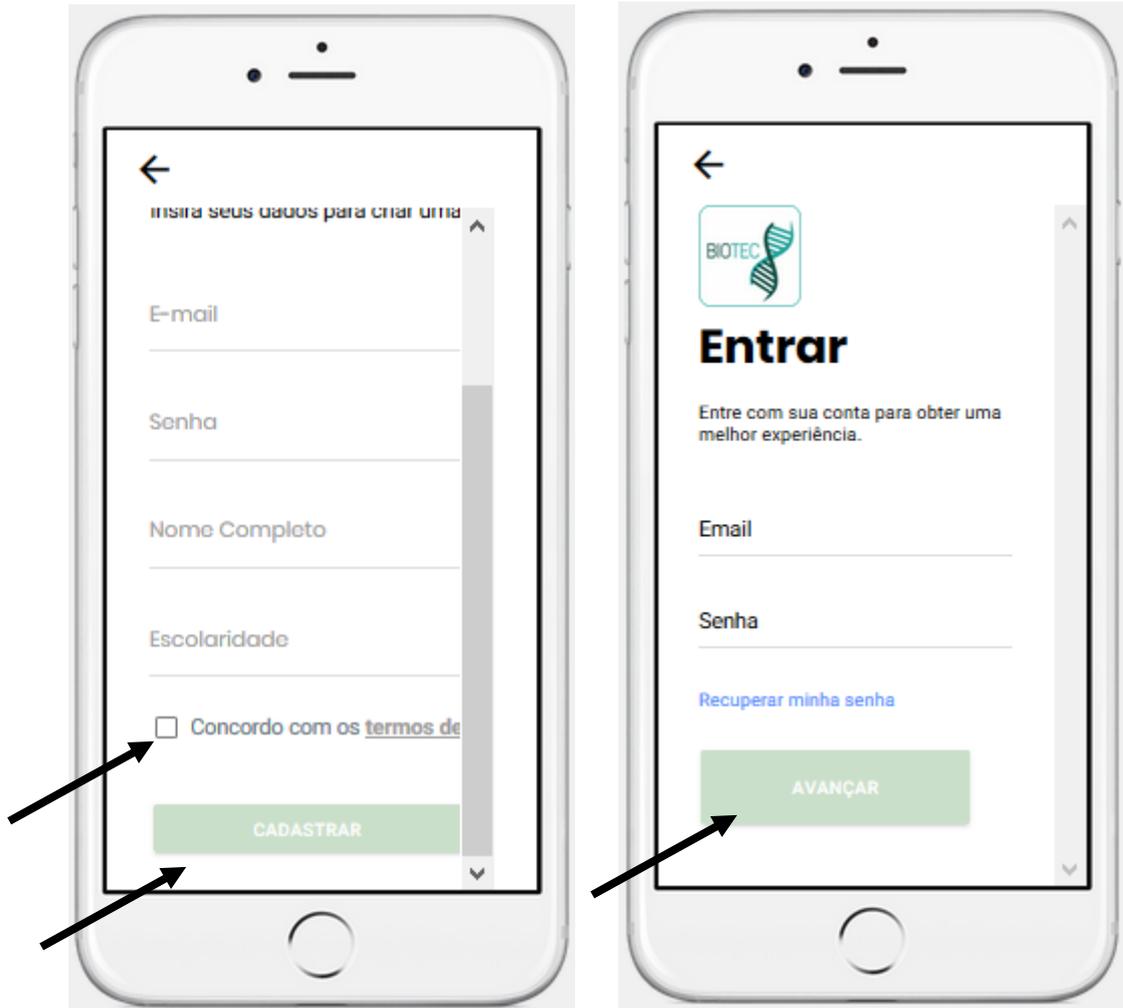
Inicialmente deve-se clicar no botão destacado. Ele encontra-se no lado superior esquerdo da tela do menu principal.

Em seguida clica-se no botão **Login**.



Na tela de login e cadastro, clica-se no botão **Criar conta**.

Em seguida deve-se inserir todos os dados solicitados.



O próximo passo é ler os termos de uso e em seguida ativar a caixa, caso o usuário concorde. Para concluir o registro, basta clicar em **Cadastrar**.

Para fazer o login deve-se informar o e-mail e a senha do cadastro e clicar em **Avançar**.



2 MENU PRINCIPAL

A estrutura do aplicativo foi idealizada afim de tornar os conceitos biotecnológicos mais acessíveis e interativos aos usuários. Seu objetivo é ser um facilitador dos processos de aprendizagem, estabelecendo uma ponte entre o utente e a Biotecnologia.

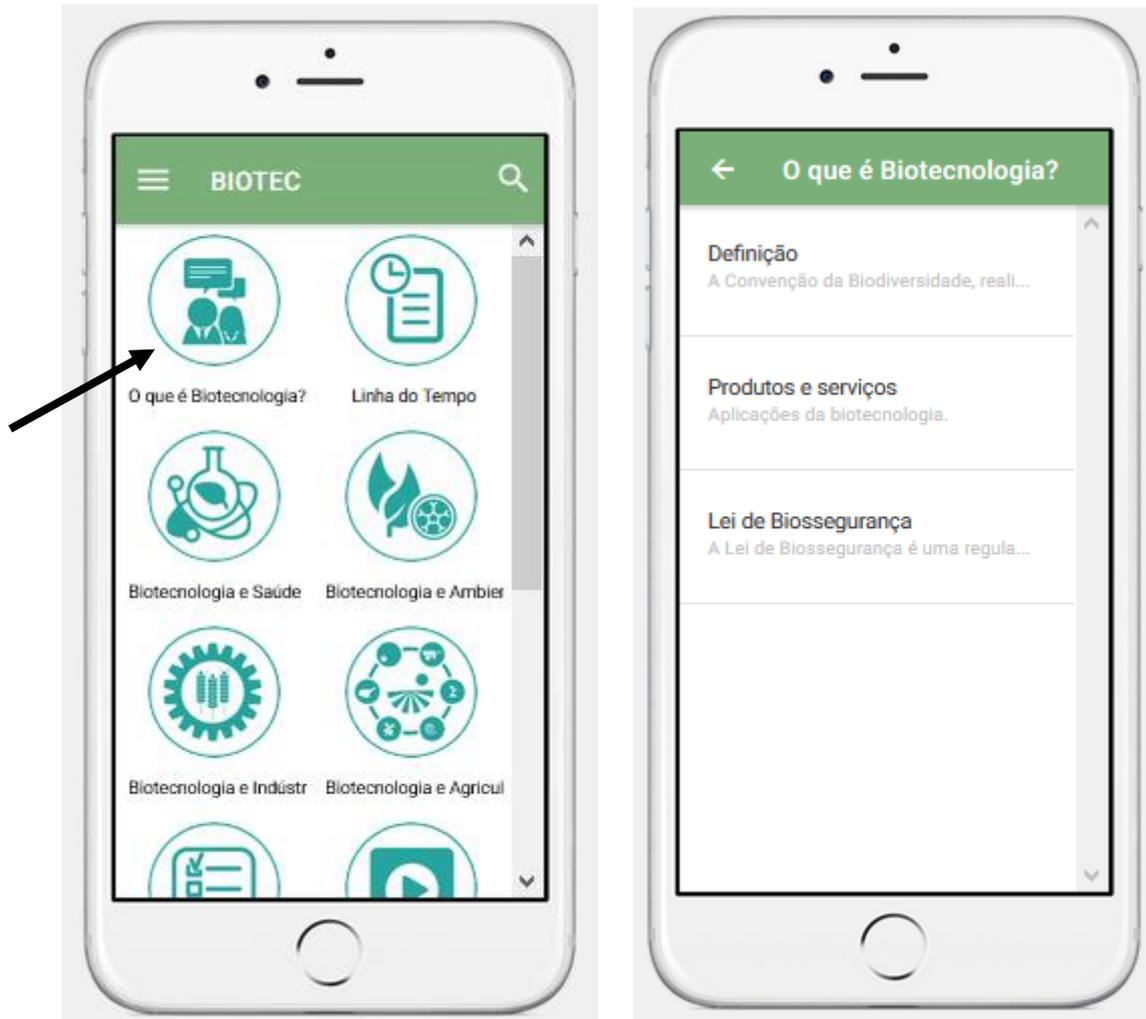
O menu principal do aplicativo educacional BIOTEC é composto por 12 abas que versam sobre vários temas da Biotecnologia.

2.1 O que é Biotecnologia?

Nesta aba encontra-se o conceito de Biotecnologia, os produtos e serviços fornecidos pelos processos biotecnológicos e a Lei de Biossegurança.



Ícone da aba “O que é Biotecnologia?”



Ao clicar no ícone destacado o usuário será direcionado para o conteúdo da aba.

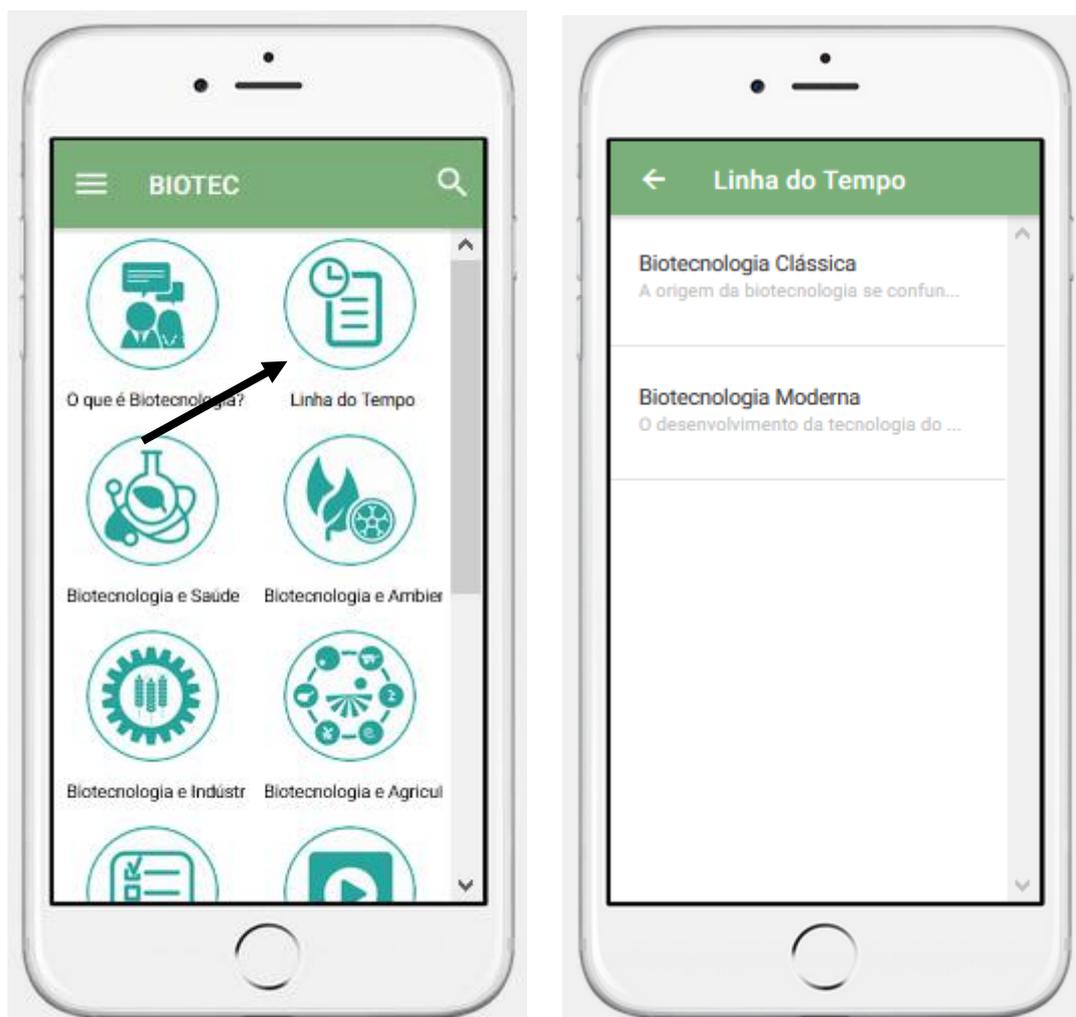
O conteúdo da aba trata do conceito de Biotecnologia, de suas aplicações e da Lei brasileira que regulamenta as pesquisas científicas na área.

2.2 Linha do Tempo

Um breve histórico da Biotecnologia é apresentado nesta aba, destacando os principais eventos que ocorreram na Biotecnologia Clássica e na Biotecnologia Moderna.



Ícone da aba “Linha do Tempo”.



2.3 Áreas de atuação da Biotecnologia

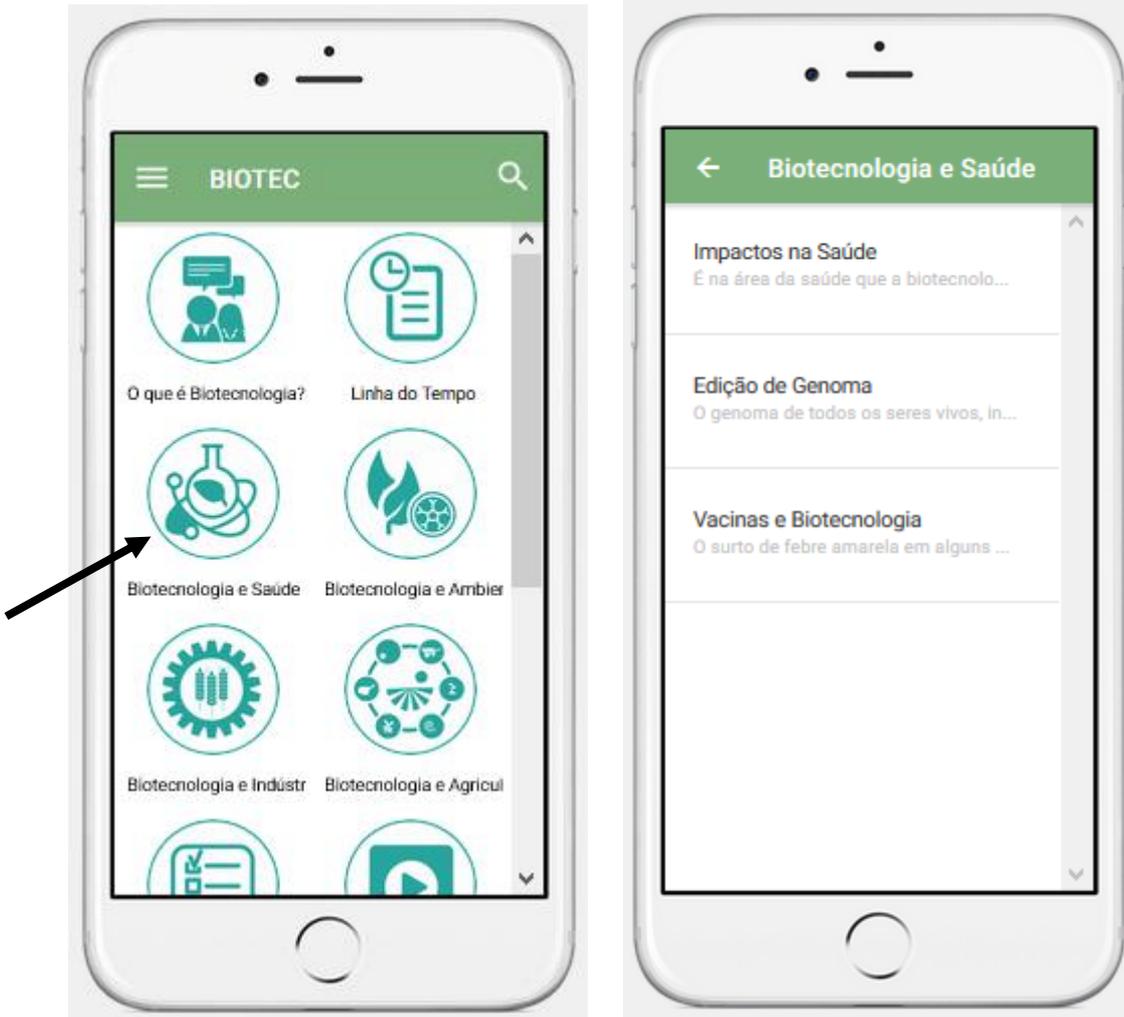
Os produtos e serviços resultantes da Biotecnologia são utilizados no campo científico, agrônômico, médico, industrial, ambiental, entre outros.

2.3.1 Biotecnologia e Saúde

Nesta aba divulga-se informações quanto as aplicações da Biotecnologia na área da saúde.



Ícone da aba “Biotecnologia e Saúde”.



Para acessar a aba "Biotecnologia e Saúde" deve-se selecionar o ícone destacado acima.

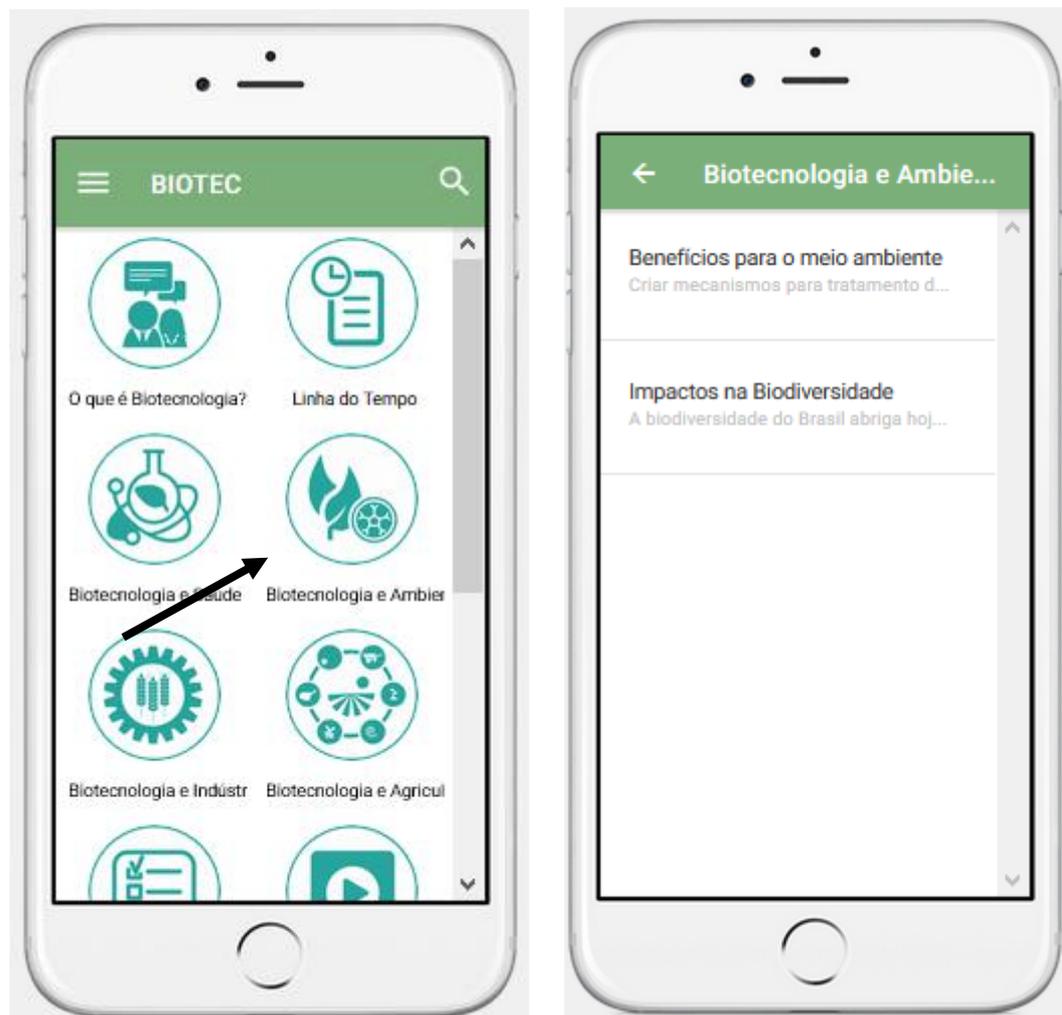
Nesta aba, importantes temáticas biotecnológicas relativas a saúde humana são abordadas.

2.3.2 Biotecnologia e Meio ambiente

Destaca-se nesta aba informações que relacionem as temáticas biotecnológicas e ambientais.



Ícone da aba “Biotecnologia e Ambiente”

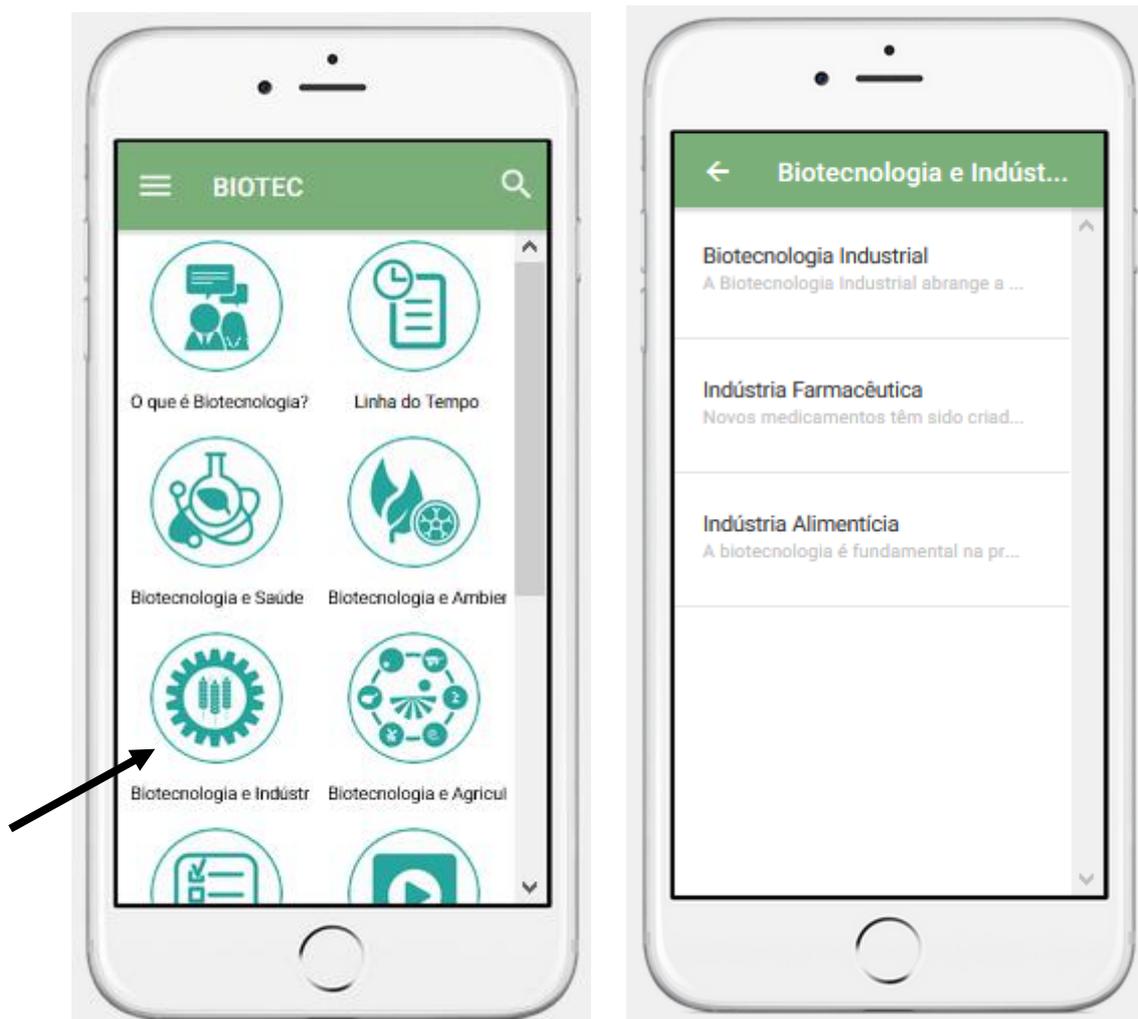


2.3.3 Biotecnologia e Indústria

Nesta aba evidencia-se as informações que pertencem a Biotecnologia Industrial.



Ícone da aba “Biotecnologia e Indústria”.

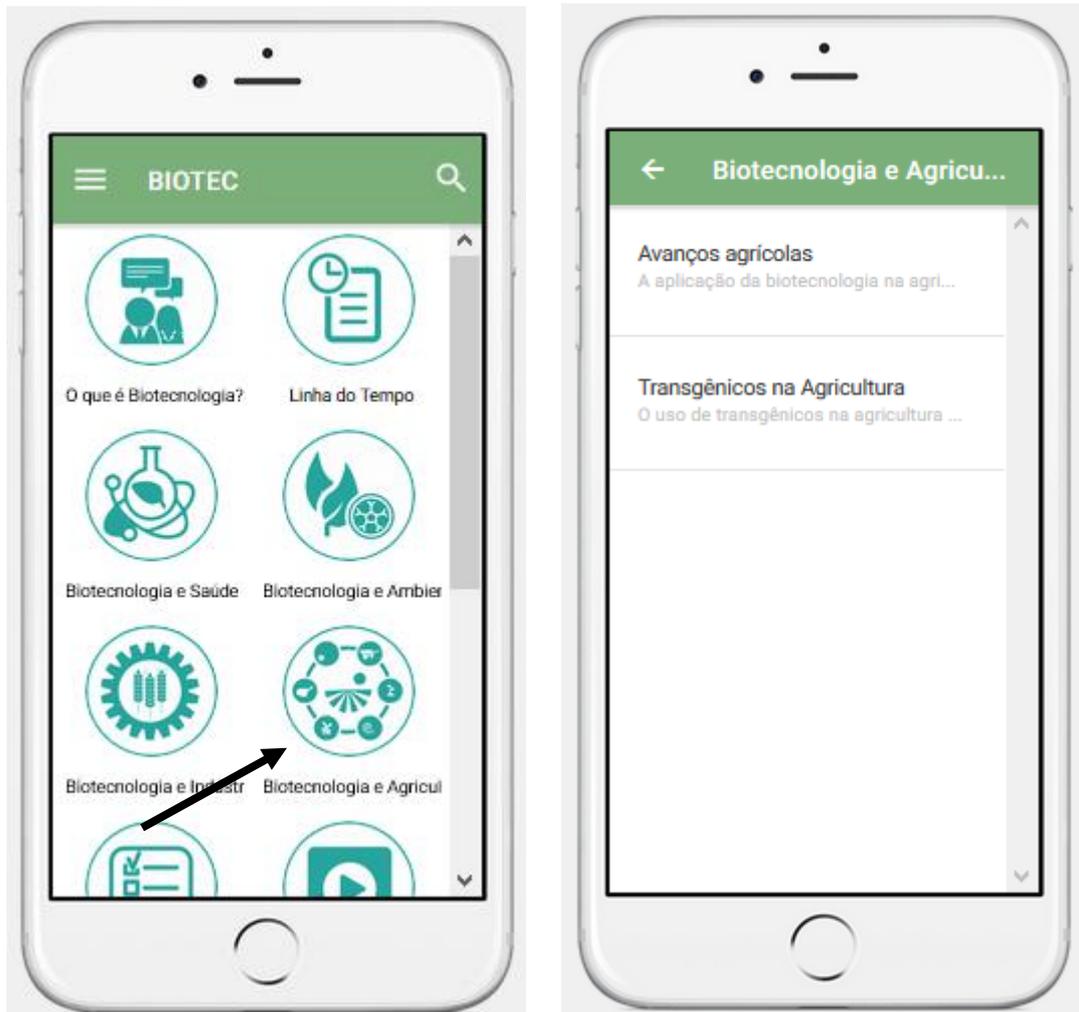


2.3.4 Biotecnologia e Agricultura

Enfatiza-se, nesta aba, as informações quanto a aplicabilidade da Biotecnologia no setor agrícola, com destaque a utilização dos transgênicos.



Ícone da aba “Biotecnologia e Agricultura”.

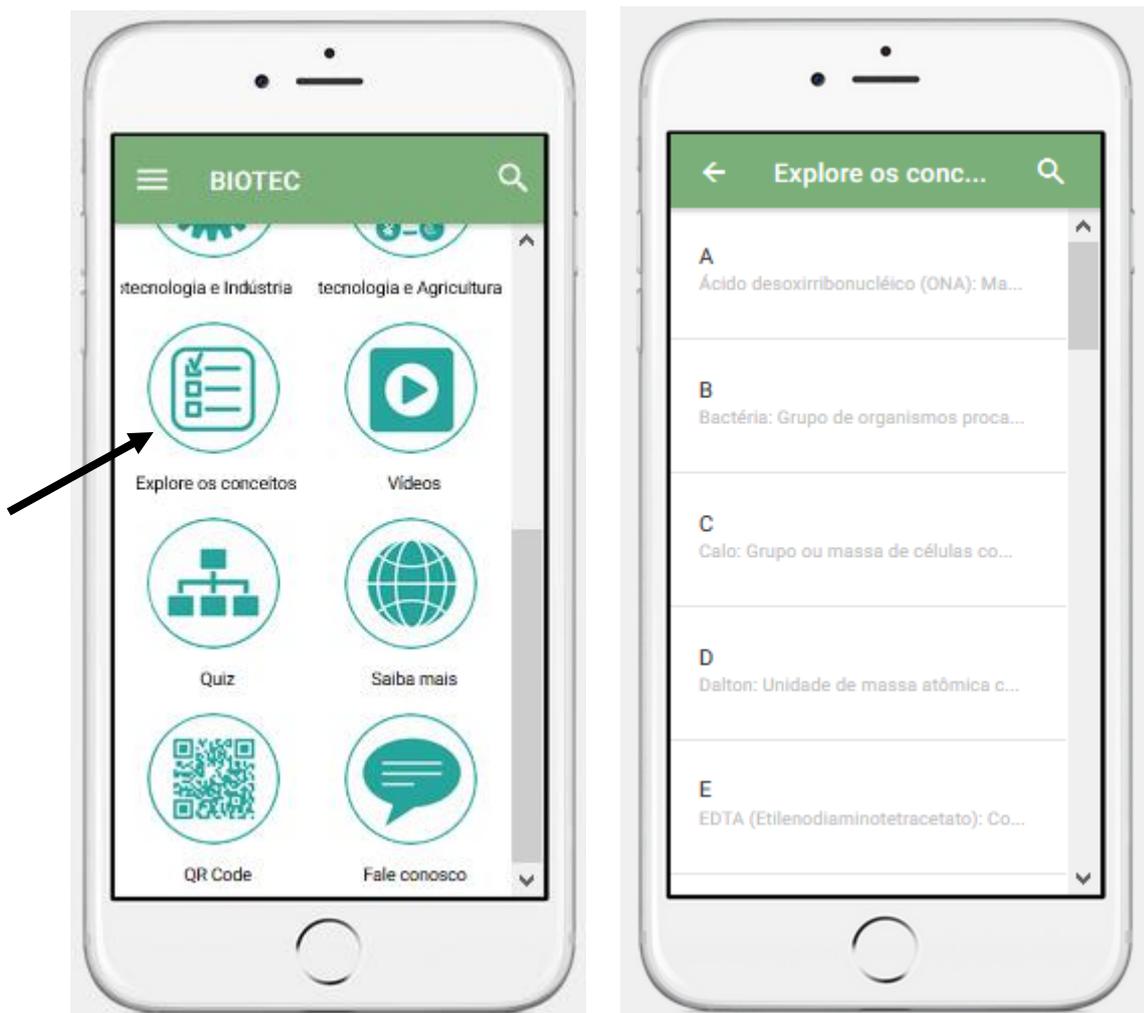


2.4 Explore os conceitos

Esta aba disponibiliza um glossário dos principais termos que orbitam a Biotecnologia.



Ícone da aba "Explore os conceitos".

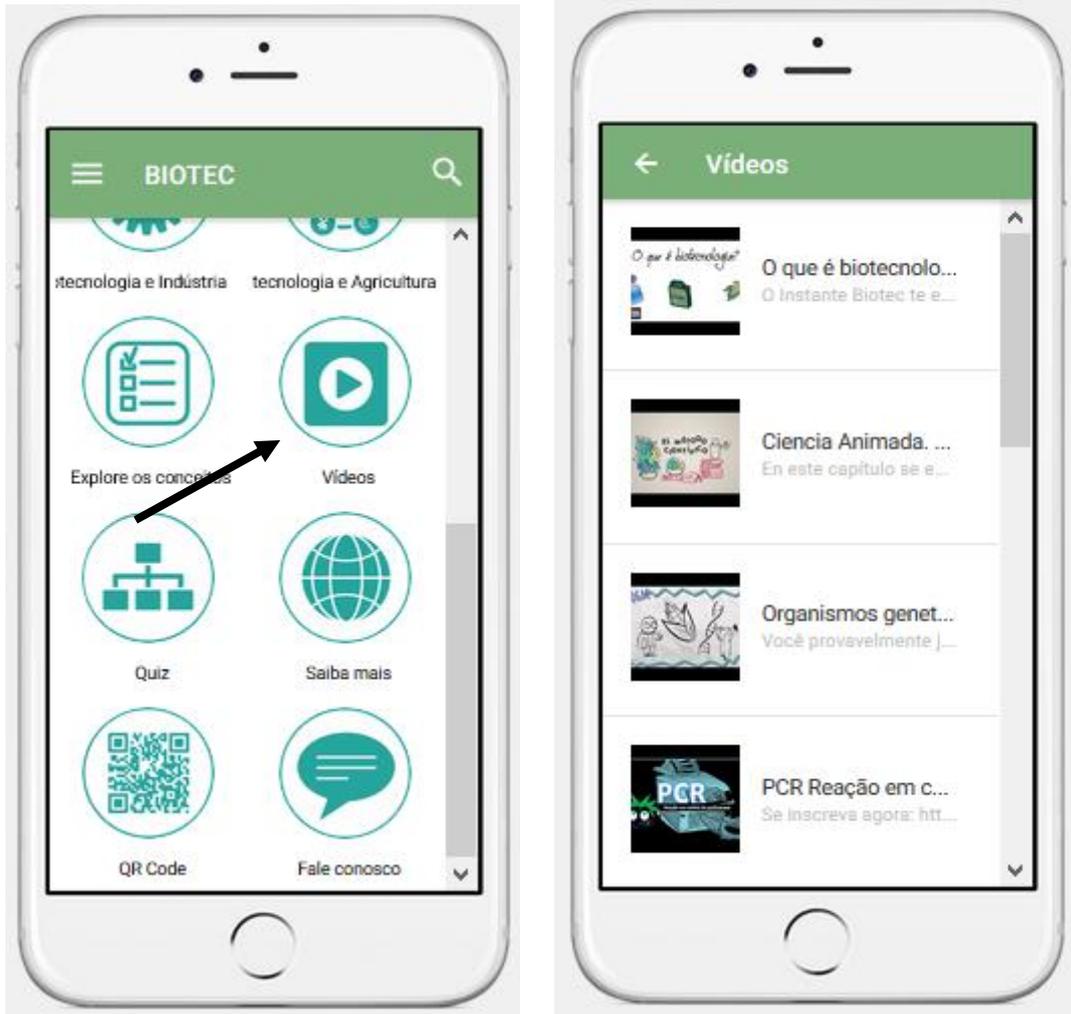


2.5 Vídeos

Nesta aba, indicam-se vídeos de temáticas biotecnológicas através de um canal na plataforma *YouTube*, também denominado BIOTEC. O mesmo pode ser acessado através do link https://www.youtube.com/channel/UCabT2-Jfv2UQ08QRGbynsDw?view_as=subscriber.



Ícone da aba "Vídeos".

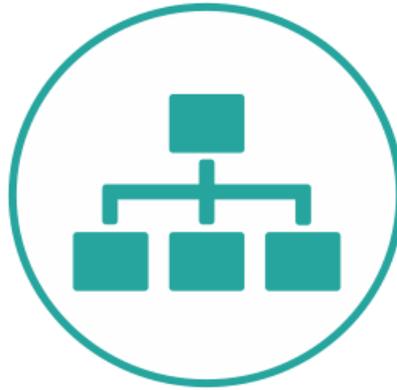


Para acessar a aba “Vídeos” basta clicar no ícone em destaque.

O canal de vídeo BIOTEC, indica diversos vídeos sobre a Biotecnologia e suas aplicações.

2.6 Quiz

Possibilita-se ao usuário um teste rápido de conhecimento sobre Biotecnologia. Ao final do teste pode-se verificar o percentual de acertos e o gabarito.



Ícone da aba "Quiz".

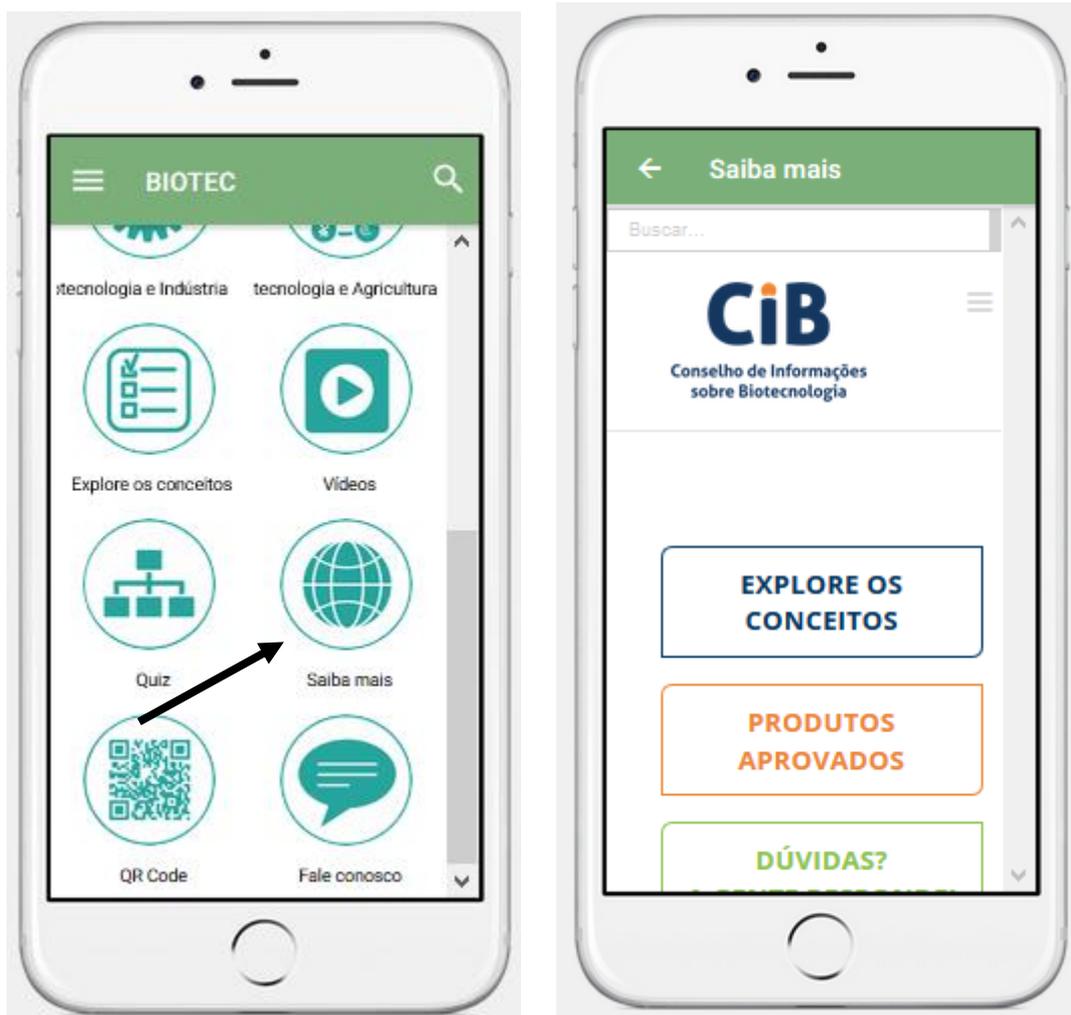


2.7 Saiba mais

Esta aba redireciona o usuário ao site do Conselho Nacional de Informações sobre Biotecnologia – CIB. Link do site <https://cib.org.br/>.



Ícone da aba “Saiba mais”.

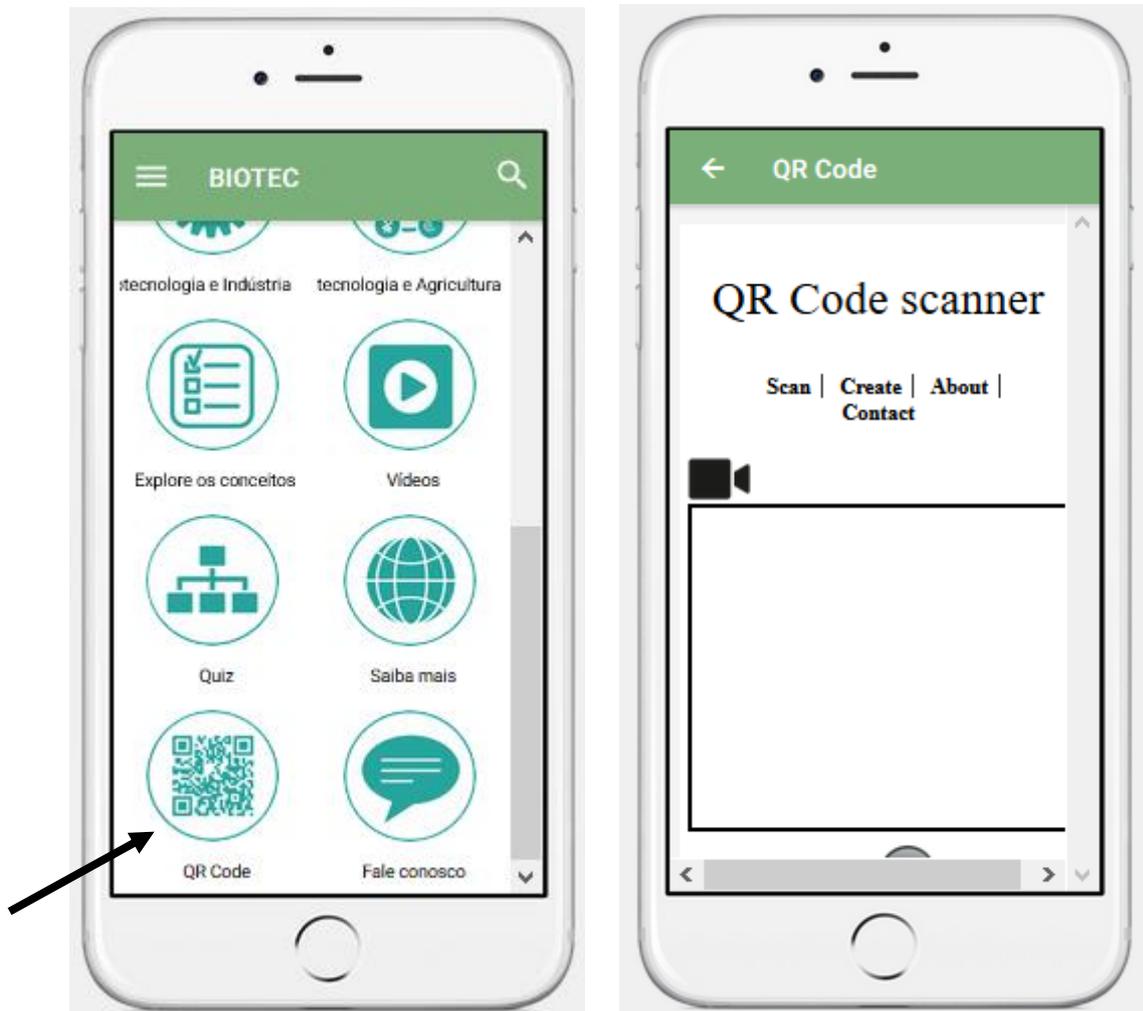


2.8 QR Code

Disponibiliza-se, nesta aba, um leitor de QR Code online (<https://webqr.com/>) que pode auxiliar o usuário em atividades pedagógicas ou em qualquer outro propósito que necessite desta ferramenta.



Ícone da aba “QR Code”.

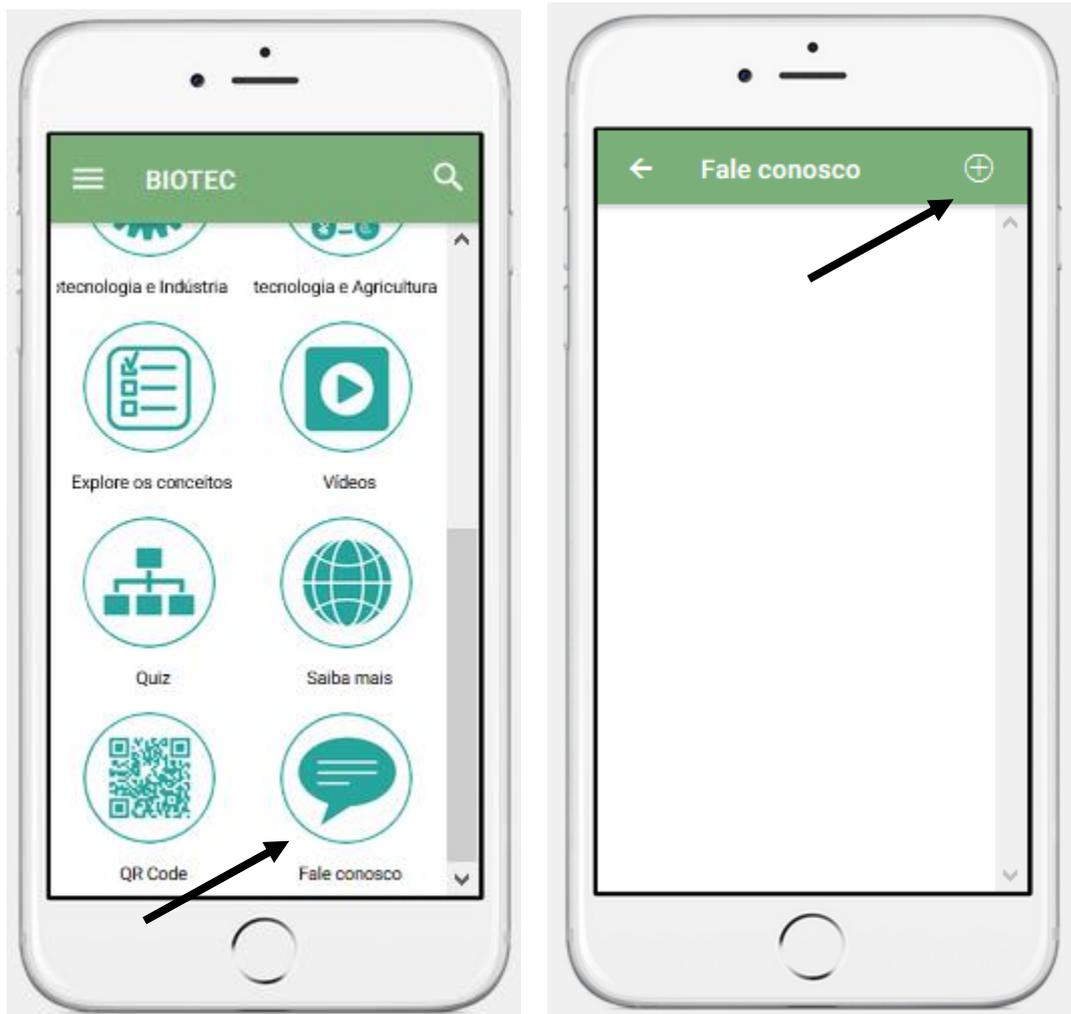


2.9 Fale conosco

Este espaço é um canal de comunicação. O usuário poderá enviar dúvidas, sugestões, críticas, elogios ou tratar de qualquer assunto de seu interesse.



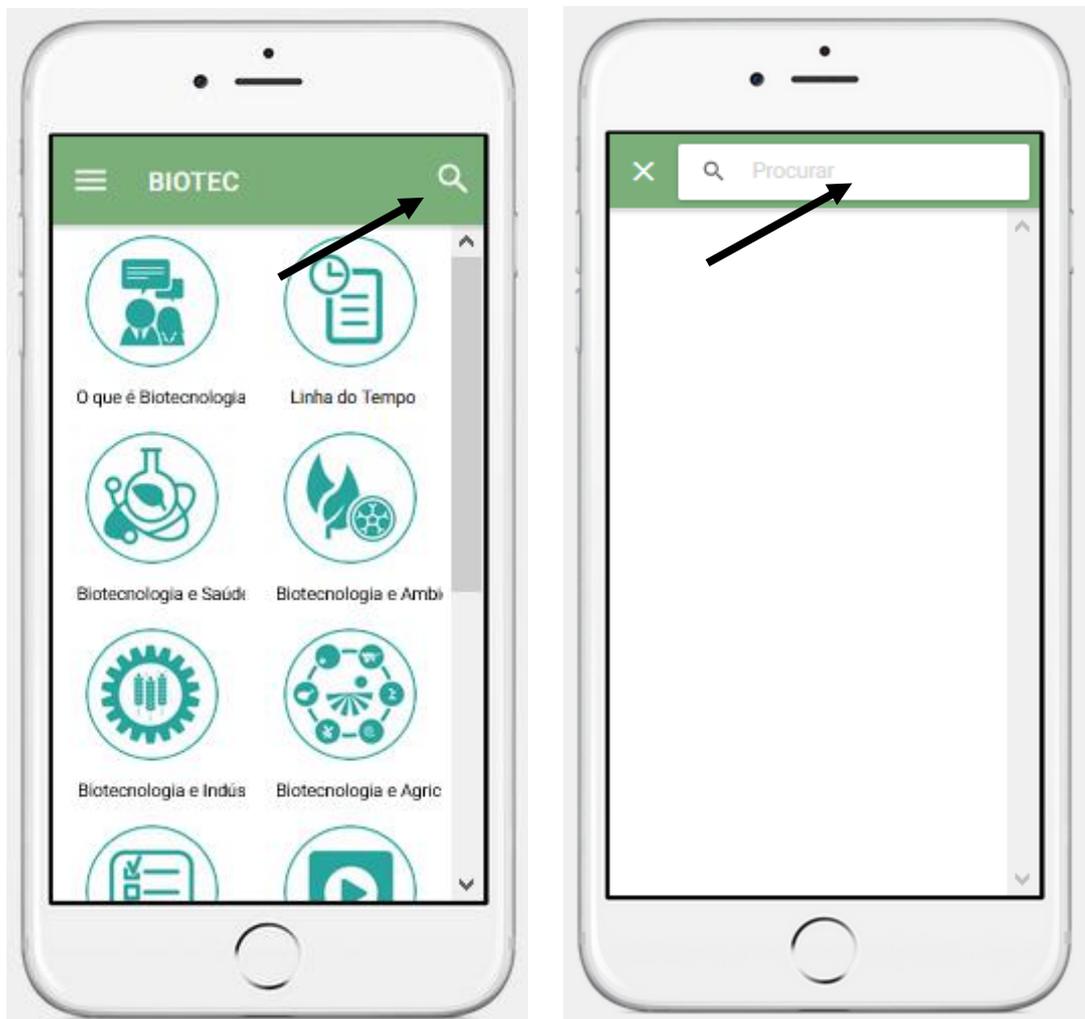
Ícone da aba “Fale Conosco”.





3 INFORMAÇÕES DE PESQUISA

Para fazer alguma pesquisa dentro do aplicativo, basta o usuário clicar no ícone de busca e digitar o termo desejado no campo específico. Da mesma forma, o usuário poderá fazer a busca dentro das abas.



APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA
EM REDE NACIONAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de identificação

Título do Projeto: A biotecnologia no cotidiano escolar: percepção e difusão de conceitos

Pesquisador Responsável: Jairo Ribeiro de Lima

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Marques dos Santos

Nome do participante: _____

Idade: _____

Responsável legal: _____

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, do projeto de pesquisa “A biotecnologia no cotidiano escolar: percepção e difusão de conceitos”, de responsabilidade do pesquisador Jairo Ribeiro de Lima.

Leia cuidadosamente o que segue e após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento.

Declaro ter sido esclarecido sobre os seguintes pontos:

1. O trabalho tem por objetivo investigar as percepções dos estudantes do Ensino Médio, pertencentes a quatorze escolas da rede pública do estado da Paraíba, frente às temáticas biotecnológicas e desenvolver um produto tecnológico para o ensino e a divulgação da Biotecnologia.
2. A minha participação nesta pesquisa consistirá em responder anonimamente um questionário impresso.

3. Ao participar desse trabalho estarei contribuindo para o debate local acerca da biotecnologia.
4. A minha participação neste projeto deverá ter a duração de *10 minutos*.
5. Não terei nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderei deixar de participar ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e não sofrerei qualquer prejuízo.
6. Fui informado e estou ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.
7. Meu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a minha privacidade, e se eu desejar terei livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.
8. Fui informado que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa.
9. Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com Jairo Ribeiro de Lima, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: (83) 99651-0281, e-mail: jairo.rdl@gmail.com.

Declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

_____, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante/responsável legal

JAIRO RIBEIRO DE LIMA

Pesquisador

Jairo Ribeiro de Lima

(83) 996510281 / jairo.rdl@gmail.com

PROFBIO – Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

UFPB, Campus I – Cidade Universitária CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB

CEP – Conselho de Ética em Pesquisa

Centro de Ciências da Saúde – 1º andar

UFPB, Campus I – Cidade Universitária CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB

(83) 3216 7791 / eticaccsufpb@hotmail.com

APENDICE C – Termo de assentimento



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA
EM REDE NACIONAL

TERMO DE ASSENTIMENTO

Prezado (a) Participante,

Esta pesquisa tem como tema A BIOTECNOLOGIA NO COTIDIANO ESCOLAR: PERCEPÇÃO E DIFUSÃO DE CONCEITOS e está sendo desenvolvida pelo pesquisador Jairo Ribeiro de Lima, aluno do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do Prof. Dr. Luis Fernando Marques dos Santos.

O objetivo do estudo é investigar as percepções dos estudantes do Ensino Médio, pertencentes a quatorze escolas da rede pública do estado da Paraíba, frente às temáticas biotecnológicas e desenvolver um produto tecnológico para o ensino e a divulgação da Biotecnologia. Solicitamos a sua colaboração para a resolução de um questionário que terá duração média de 10 minutos, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em **sigilo absoluto**. Informamos que essa é uma pesquisa com o mínimo de risco para os participantes envolvidos no estudo.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, você não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

JAIRO RIBEIRO DE LIMA

Pesquisador

Eu aceito participar da pesquisa, que tem o objetivo investigar as percepções dos estudantes do Ensino Médio, pertencentes a quatorze escolas da rede pública do estado da Paraíba, frente às temáticas biotecnológicas e desenvolver um produto tecnológico para o ensino e a divulgação da Biotecnologia.

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir sem que nada me aconteça.

Os pesquisadores tirarão minhas dúvidas e conversarão com os meus pais e/ou responsáveis. Li e concordo em participar como voluntário da pesquisa descrita acima. Estou ciente que meus pais e/ou responsável receberão uma via deste documento.

_____, ____ de _____ de _____

Assinatura do participante

APÊNDICE D – Questionário aplicado aos estudantes**QUESTIONÁRIO**

Este questionário integra um estudo sobre a percepção dos estudantes do Ensino Médio acerca da Biotecnologia em seu cotidiano.

A confidencialidade dos dados será garantida.

Responda de acordo com os seus conhecimentos.

Obrigado pela colaboração!

IDADE: _____ SEXO (M / F): _____ SÉRIE: _____

ESCOLA: _____

CIDADE: _____

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?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

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?

(QUESTÃO ACRESCIDA AO PÓS-TESTE) Na sua opinião, a utilização do aplicativo educacional BIOTEC foi importante para ampliar o seu conhecimento sobre Biotecnologia?

APÊNDICE E – Sequência didática Desvendando a Biotecnologia

DESVENDANDO A BIOTECNOLOGIA

1. IDENTIFICAÇÃO

Nível de Ensino: 1ª, 2ª e 3ª Série do Ensino Médio

Conteúdo Estruturante: Biotecnologia

Conteúdo básico: Conceitos, Histórico e Aplicações da Biotecnologia

Número de aulas estimado: Seis aulas de quarenta e cinco minutos

2. OBJETIVOS

- Oferecer subsídios conceituais da Biotecnologia;
- Sensibilizar os estudantes sobre a importância da Biotecnologia e de suas aplicações;
- Despertar o interesse dos estudantes por temáticas biotecnológicas.

3. MATERIAS E/OU RECURSOS DIDÁTICOS

- Smartphone
- Folhas de Papel A4
- Lápis e canetas
- Computador
- Impressora
- Folhas de papel cartão

3. METODOLOGIA

Momento 1 – Clarificação de conceitos: Biotecnologia e aplicações biotecnológicas

Os estudantes foram convidados a abrir o aplicativo BIOTEC (link: app.vc/biotecnologia1) e ler o conteúdo da aba “O que é Biotecnologia?”. A mesma trata da definição e dos produtos e serviços oriundos da Biotecnologia. Em seguida, as discussões foram orientadas pelos seguintes questionamentos:

- O que é Biotecnologia?

- Quais os produtos e serviços fornecidos por ela?
- Eles são importantes?
- Você conhece alguma aplicação da Biotecnologia?
- Em quais áreas ela atua?

Após a discussão os estudantes, participaram do “QUIZ” do aplicativo BIOTEC.

Duração da atividade: 2 aulas de 45 minutos.

Momento 2 – Histórico da Biotecnologia: Biotecnologia Clássica e Biotecnologia Moderna.

Nesta etapa, os estudantes, divididos em grupos e utilizando o aplicativo BIOTEC, mais especificamente a aba “Linha do Tempo”, construíram uma linha do tempo da Biotecnologia, da clássica a moderna. Na sequência, cada grupo fez a socialização do trabalho produzido.

Duração prevista: 2 aulas de 45 minutos.

Momento 3 – Biotecnologia: conceitos, produtos e serviços.

Durante essa etapa os estudantes foram divididos em grupos e receberam fichas com QR Codes de termos ou conceitos de temáticas biotecnológicas. Cada grupo teve que identificar o termo ou conceito inserido no QR Code utilizando o aplicativo BIOTEC, sobretudo as abas “Explore os conceitos” e “QR Code”. A dinâmica de associação foi a seguinte: Caso a ficha com o QR Code contivesse um termo biotecnológico, o grupo daria o conceito; se a ficha com QR Code possuísse um conceito biotecnológico, o grupo indicaria o termo ao qual o conceito se referia. Ao término, a discussão foi apontada de acordo com os termos/conceitos dos QR Codes de cada grupo.

Duração da atividade: 2 aulas de 45 minutos.

5. AVALIAÇÃO

Contínua, formativa e orientadora a partir de diálogos, discussões e participações da todas as atividades.

REFERÊNCIAS

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

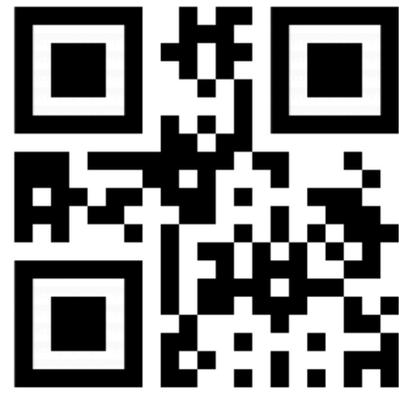
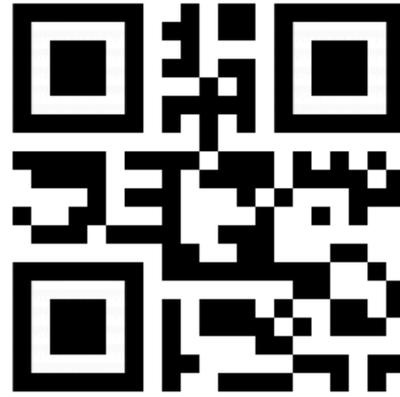
MALAJOVICH, M. A. Biotecnologia. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016.

MALAJOVICH, M. A. O Ensino de Biotecnologia. 1. ed. Rio de Janeiro, 2017.

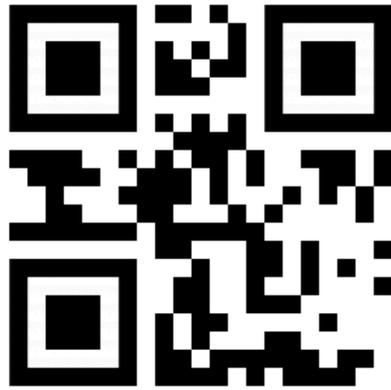
APÊNDICES

QR Codes utilizados no **Momento 3** da Sequência Didática









ANEXOS

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP/CCS/UFPB

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A Biotecnologia no cotidiano escolar: percepção e difusão de conceitos.

Pesquisador: JAIRO RIBEIRO DE LIMA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 88998418.0.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.678.074

Apresentação do Projeto:

Trata-se de analisar o projeto de pesquisa "A Biotecnologia no cotidiano escolar: percepção e difusão de conceitos" do Professor JAIRO RIBEIRO DE LIMA do Programa de Pós Graduação em Ensino de Biologia - PROFBIO/UFPB, Mestrado Profissional em Rede.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Investigar a percepção dos alunos do Ensino Médio a respeito da biotecnologia, estabelecendo seu grau de conhecimento, bem como desenvolver um produto tecnológico para a difusão de conceitos biotecnológicos.

Objetivos Secundários:

- Avaliar o nível de conhecimento dos estudantes do Ensino Médio a respeito da pesquisa básica/aplicada;
- Analisar o nível de conhecimento dos estudantes do Ensino Médio acerca da biotecnologia;
- Verificar o grau de conhecimento que o estudante do Ensino Médio tem sobre a

legislação brasileira que regulamenta as pesquisas científicas;

- Contribuir com o debate local acerca da Biotecnologia alinhada as discussões de bioética;

- Desenvolver um aplicativo educacional para dispositivos móveis para divulgação da biotecnologia e suas aplicações no ambiente escolar.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 2.678.074

•Avaliar a aceitação do aplicativo educacional pelos estudantes e sua competência em esclarecer os conceitos biotecnológicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Toda pesquisa com seres humanos envolve a possibilidade de riscos, porém nesta pesquisa, os riscos serão mínimos, a saber: Invasão de privacidade e Divulgação de dados confidenciais (Registrados no TCLE).

Benefícios:

Os participantes da pesquisa contribuirão significativamente para o desenvolvimento de um aplicativo educacional para dispositivos móveis que terá a função de minimizar o distanciamento existente entre a Biotecnologia e os estudantes do Ensino Médio.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto visa analisar a percepção de alunos do Ensino Médio de escolas do Estado da Paraíba em relação a biotecnologia, e fundamentado nessa compreensão, desenvolver um aplicativo educacional para dispositivos móveis para divulgação da biotecnologia no ambiente escolar. A percepção dos alunos em relação a biotecnologia será investigada por meio de uma entrevista, através da aplicação de um questionário impresso, serão entrevistados no mínimo 100 estudantes do ensino médio da Rede pública estadual.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto em tela se encontra bem instruído de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que rege as pesquisas envolvendo seres humanos.

Recomendações:

Recomenda-se manter a metodologia proposta.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 2.678.074

Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1108068.pdf	03/05/2018 09:41:32		Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	03/05/2018 09:39:22	JAIRO RIBEIRO DE LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_ANUENCIA.pdf	20/04/2018 14:37:59	JAIRO RIBEIRO DE LIMA	Aceito
Brochura Pesquisa	QUESTIONARIO_JAIRO.pdf	08/04/2018 17:07:55	JAIRO RIBEIRO DE LIMA	Aceito
Brochura Pesquisa	DECLARACAO_COLEGIADO.pdf	08/04/2018 17:07:02	JAIRO RIBEIRO DE LIMA	Aceito
Brochura Pesquisa	ORCAMENTO_JAIRO.pdf	08/04/2018 17:02:30	JAIRO RIBEIRO DE LIMA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_JAIRO.pdf	08/04/2018 16:57:15	JAIRO RIBEIRO DE LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_JAIRO.pdf	08/04/2018 16:55:14	JAIRO RIBEIRO DE LIMA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_JAIRO_PB.pdf	08/04/2018 16:51:13	JAIRO RIBEIRO DE LIMA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 2.678.074

JOAO PESSOA, 27 de Maio de 2018

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

ANEXO B – Termo de anuência

GOVERNO
DA PARAÍBAviva
o trabalho.Secretaria de Estado da Educação
Gerencia Executiva de Ensino Médio

TERMO DE ANUÊNCIA

O Gerente Executivo do Ensino Médio da Secretaria Estadual de Educação está ciente e apoia a execução do projeto “**A biotecnologia no cotidiano escolar: percepção e difusão de conceitos**”. O referido projeto será desenvolvido pelo (a) professor(a) pesquisador(a) **JAIRO RIBEIRO DE LIMA** que está vinculado às atividades do Programa de Pós Graduação em Ensino de Biologia – PROFBIO/UFPB, Mestrado Profissional em Rede. Será desenvolvido em conjunto com estudantes das escolas da rede estadual, em anexo, para o qual reafirmamos apoio e colaboração na sua realização.

João Pessoa, 06 de abril de 2018.


Robson Rubenilson dos Santos FerreiraGerente Executivo do Ensino Médio
Mat. 157.449-3



**GOVERNO
DA PARAÍBA**

viva
o trabalho.

Secretaria de Estado da Educação
Gerência Executiva de Ensino Médio

ESCOLAS DO ESTADO DA PARAÍBA QUE PARTICIPARÃO DA PESQUISA

Escola	Município
ECI Estadual Elaine Soares Brasileiro	Santa Helena
EEEFM Bernardino José Batista	Triunfo
EEEFM Monsenhor Morais	Bonito de Santa Fé
EEEFM Dr. José Duarte Filho	Uiraúna
EEEFM Rio Branco	Patos
EEEFM Padre Roma	João Pessoa
EEEFM Padre Ibiapina	João Pessoa
EEEFM Luzia Simões Bartollini	João Pessoa
EEEFM Prof José Baptista de Mello	João Pessoa
EEEFM Otávia Silveira	Mogeirolândia
EEEM Adalgisa Teodulo da Fonseca	Itaporanga
EEEFM José Lins do Rego	Pilar
EEEFM Engenheira Márcia G A de Carvalho	Belém
EEEFM Professora Francisca F Matias	Poço de José de Moura

Robson Rubenilson dos Santos Ferreira

Robson Rubenilson dos Santos Ferreira

Gerente Executivo do Ensino Médio

Mat. 157.449-3