

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO**

**Mariely Vieira Lima Santos**

***EBOOK MULTIMÍDIA-INTERATIVO COMO RECURSO  
PEDAGÓGICO DIGITAL PARA O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA***

Governador Valadares  
2022

**MARIELY VIEIRA LIMA SANTOS**

***EBOOK* MULTIMÍDIA-INTERATIVO COMO RECURSO  
PEDAGÓGICO DIGITAL PARA O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, do Instituto de Ciências da Vida da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia  
Macroprojeto: Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr.

Governador Valadares  
2022

**MARIELY VIEIRA LIMA SANTOS**

***EBOOK* MULTIMÍDIA-INTERATIVO COMO RECURSO  
PEDAGÓGICO DIGITAL PARA O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA**

Dissertação apresentada ao PROGRAMA NACIONAL  
DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE  
BIOLOGIA (PROFBIO) da Universidade Federal de Juiz  
de Fora - Campus avançado de Governador Valadares

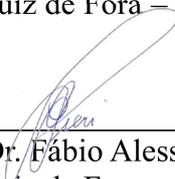
Aprovada em 19 de agosto de 2022

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Marcelo Nagem Valério de Oliveira - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares



---

Prof. Dr. Fábio Alessandro Pieri  
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares



---

Prof. Dr. Paulo Sérgio Balbino Miguel  
Instituto Federal Roraima – Campus Amajari

Dedico este trabalho a Deus, meu guia e fortaleza,  
e minha mãe (*In memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me proporcionar esse presente que foi o PROFBIO, que esteve presente em todos os momentos comigo, que foi meu guia o tempo todo, e sem ele eu não conseguiria chegar a lugar nenhum. A minha mãe (*In memoriam*), que tinha o sonho que eu fizesse mestrado e sempre me protegeu e apoiou em tudo, que sem ela eu não seria quem sou. Ao meu pai e irmão por me apoiarem o tempo todo. Aos meus familiares pela compreensão e torcida nessa jornada. As minhas amigas Adna, Renata, Marcélia, Nelzita, Leide, Maria das Graças da Escola Estadual Adão Marques das Aleluias, e em especial ao Diretor Diego Ventura Félix e Vice diretor Antoniel Gonçalves, pelo incondicional apoio durante esses dois anos. Agradeço a Antônia Verônica da Costa (UESPI) e Luciana Ribeiro (UFRJ), amigas que ganhei quando iniciei o curso, aprendi muito com elas, foram vários conselhos, ensinamentos, troca de experiência, longos desabafos e apoio durante toda a jornada PROFBIO. Ao meu orientador Dr. Marcelo Nagem Valério de Oliveira, pela sabedoria, generosidade, paciência, apoio e inúmeros aprendizados durante esses dois anos, seja, como tutor das AASAs quanto na orientação da dissertação. Aos professores do PROFBIO por toda a sabedoria durante o curso e todos os ensinamentos que levarei para vida. Agradeço imensamente aos meus amigos do PROFBIO, mesmo à distância, todos sempre muito companheiros, dispostos a se ajudarem, a troca de experiência foi maravilhosa, sinto muito orgulhosa de fazer parte dessa turma, que me confiaram ser a representante da turma, mesmo sem merecer. Agradeço em especial a Sheila Vieira Sousa, Poliane Braga, Nathalia e Wesley pelo companheirismo, força, e ajuda que me deram durante a jornada. Enfim agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse sonho.

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

## RELATO DO MESTRANDO

Sou licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de Uberaba – UNIUBE, 2012, e trabalho como professora de Ciências/Biologia há 10 anos. Em 2015 fui nomeada e tomei posse na rede estadual. Em 2016 fui removida para a Escola Estadual Adão Marques da Aleluias na cidade de Água Boa, Minas Gerais, onde leciono atualmente.

Sempre tive o sonho de fazer mestrado, e em 2017 vi uma publicação no *facebook* e fiz minha inscrição, realizei a prova e não passei, tentei novamente em 2018 e novamente não passei, e finalmente em 2019 veio a aprovação.

Em 2020 realizei a matrícula, porém, não sabia como conciliar trabalho e mestrado, devido a longa distância da cidade que resido a Governador Valadares. Mas, em 2020 devido a pandemia do SARS-CoV-2 o curso precisou ser adiado alguns meses para se adaptar a nova realidade imposta, em agosto se iniciaram as aulas de forma remota. As aulas remotas inicialmente foram desafiadoras, mas, graças aos professores e aos colegas a jornada foi superada.

A experiência com o PROFBIO foi extremamente gratificante, foram dois anos de muita aprendizagem, atualização e compartilhamento de experiência, tanto com os professores, quanto com os colegas do mestrado. Todas as aulas foram extremamente importantes durante esses dois anos, sou muito grata a todos os professores do PROFBIO. Acredito que todos os professores deveriam ter a oportunidade de passar pela experiência do Mestrado, agora com a volta das aulas presenciais, percebi a diferença que o mestrado fez em minhas aulas, em relação aos conteúdos, que antes não saberia nem como responder a algumas perguntas e hoje graças ao PROFBIO, consigo responder e aprendi também até como fazer uma pesquisa correta.

Todas as etapas vivencias no PROFBIO foram extremamente importantes, as aulas, as provas de qualificações dos temas, as apresentações das atividades, as apresentações do Pré- Projeto, Resultados Parciais e Pré-Defesa, foram de grandes aprendizagens que levarei para toda a vida. A construção do TCM e produção do Produto foram as etapas que mais impactaram, tive muitas dificuldades, precisei ler muito e me atualizar. Graças a Deus, meu orientador Professor Dr. Marcelo Nagem, que foi sempre muito solícito, paciente, me ajudou em todos os momentos, me encorajando o tempo todo, sou muito grata a ele por esse companheirismo durante essa jornada que foi o PROFBIO.

Finalizo tendo a certeza que o PROFBIO me propiciou práticas pedagógicas mais relevantes dentro da educação, proporcionando uma melhor atuação na sala de aula, tanto no

sentido dos conteúdos, como em relação às estratégias aplicadas no processo de ensino aprendizagem de Biologia.

## RESUMO

Diversos desafios foram enfrentados durante a pandemia da covid-19, principalmente na educação pública, fazendo-se necessário que os professores repensassem suas práticas, desenvolvendo novas metodologias, como o Ensino por Investigação. As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) foram fundamentais durante o enfrentamento da pandemia nas escolas, e *ebook* é uma TDIC com potencial de ensino investigativo. Durante a pandemia um assunto que se destacou foi a Biotecnologia, pois, vários recursos Biotecnológicos foram utilizados em seu enfrentamento. Unindo-se o ensino investigativo e as TDICs ao ensino de Biotecnologia por ser um tema necessário e relevante da atualidade e que levará o aluno a se tornar consciente, crítico e ativo na sociedade, este trabalho de conclusão de Mestrado tem como objetivo principal a elaboração de um *ebook* multimídia e interativo sobre biotecnologia como ferramenta de Tecnologia Digital de Informação e Comunicação (TDIC) a ser utilizada por alunos do 3º Ano do Ensino Médio. A metodologia utilizada será qualitativa de caráter exploratório, através de revisão bibliográfica para embasar a elaboração e o desenvolvimento de um *ebook* utilizando ferramentas disponíveis de design, como o Canva. O *ebook* foi elaborado a partir de quatro Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) e com previsão de que uma ocupe 4 horas-aula de 50 minutos. Em cada SEI, as quais são independentes, os alunos passarão pelas etapas do ensino investigativo (Levantamento de conhecimentos prévios, levantamento de hipóteses a partir de situações problemas, pesquisa, fixação dos conceitos e discussão geral dos assuntos), sobre temas atuais da biotecnologia, como: DNA recombinante, uso do vírus na transgenia e produção de vacinas genéticas contextualizando-se com o Coronavírus. Espera-se, com o uso desta TDIC, desenvolver nos alunos as habilidades do ensino investigativo e fornecer ferramentas aos docentes para trabalharem a Biotecnologia, seja no formato presencial, seja no formato de ensino remoto.

**Palavras-Chave:** Biotecnologia. *Ebook* multimídia e interativo. Tecnologia Digital de Informação e Comunicação.

## ABSTRACT

Several challenges were faced during the covid-19 pandemic, especially in public education, making it necessary for teachers to rethink their practices, developing new methodologies, such as Teaching by Investigation. Digital Information and Communication Technologies (TDIC) were fundamental during the face of the pandemic in schools, and *ebook* is a TDIC with investigative teaching potential. During the pandemic, a topic that stood out was Biotechnology, because several Biotechnological resources were used in its confrontation. Joining investigative teaching and TDICs to the teaching of Biotechnology as it is a necessary and relevant topic today and which will lead the student to become conscious, critical and active in society, this Master's thesis has as main objective the elaboration of a multimedia and interactive *ebook* on biotechnology as a Digital Information and Communication Technology (TDIC) tool to be used by students of the 3rd year of high school. The methodology used will be qualitative and exploratory, through a bibliographic review to support the elaboration and development of an *ebook* using available design tools, such as Canva. The *ebook* was elaborated from four Investigative Teaching Sequences (SEIs) and with a forecast that one will occupy 4 class hours of 50 minutes. In each SEI, which are independent, students will go through the stages of investigative teaching (surveying prior knowledge, raising hypotheses from problem situations, research, fixing concepts and general discussion of subjects), on current topics of biotechnology, such as: recombinant DNA, use of the virus in transgenics and production of genetic vaccines in context with the Coronavirus. It is expected, with the use of this TDIC, to develop investigative teaching skills in students and provide tools for teachers to work with Biotechnology, either in the face-to-face format or in the remote teaching format.

**Keywords:** Biotechnology. Multimedia and interactive *ebook*. Digital Information and Communication Technology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Capa do ebook Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa.....	26
Figura 2 – Sumário do ebook Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa elaborado neste trabalho .....	27
Figura 3 - Recorte do capítulo 1 do ebook Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa, mostrando como interpretar os códigos alfanuméricos das habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias referentes ao ensino médio. ....	30
Figura 4 - Recorte da SEI número 1 do ebook Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa mostrando as competências e habilidades trabalhadas na SEI proposta.....	31
Figura 5 - Recorte do ebook Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa mostrando a primeira página da Sequência de Ensino Investigativa..	36
Figura 6- Recorte do ebook Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa mostrando a primeira página da Sequência de Ensino Investigativo 2 – Técnicas da Biotecnologia e covid-19 .....	39
Figura 7- Recorte do ebook Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa, mostrando a primeira página da Sequência de Ensino Investigativo 3 - Biotecnologia e produção de vacinas.....	41
Figura 8- Recorte do ebook Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa, mostrando a primeira página da Sequência de Ensino Investigativo 4 - Biotecnologia e as vacinas .....	43

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDICs) COMO FERRAMENTAS DE ENSINO .....	12
1.2	DESAFIOS NA EDUCAÇÃO DURANTE A PANDEMIA .....	16
1.3	TDICs- IMPORTÂNCIA NA PANDEMIA .....	16
1.4	ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	17
1.5	PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO INVESTIGATIVO.....	18
1.6	BIOTECNOLOGIA E SEUS DESAFIOS NO ENSINO MÉDIO.....	19
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>21</b>
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	21
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
3.1	DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA A SER UTILIZADA.....	22
3.2	DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO DO <i>EBOOK</i> .....	23
3.3	ESTRUTURA DO <i>EBOOK</i> .....	23
3.4	DEFINIÇÃO DO PÚBLICO ALVO.....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>26</b>
4.1	CAPÍTULO 1 – O QUE É O ENSINO INVESTIGATIVO?.....	28
4.2	CAPÍTULO 2 – O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO – DESAFIOS .....	32
4.3	CAPÍTULO 3 - CONHEÇA O <i>EBOOK</i> (ESTRUTURA) .....	33
4.4	SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS .....	34
4.4.1	<b>Sequência de Ensino Investigativa 1 – Entendendo e praticando Biotecnologia</b> .....	<b>35</b>
4.4.2	<b>Sequência de Ensino Investigativa 2 – Técnicas da Biotecnologia e COVID-19</b> .....	<b>38</b>
4.4.3	<b>Sequência de Ensino Investigativa 3 – Biotecnologia e produção de Vacinas</b> .....	<b>40</b>
4.4.4	<b>Sequência de Ensino Investigativa 4 – Biotecnologia e as Vacinas</b> .....	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>45</b>

<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDICs) COMO FERRAMENTAS DE ENSINO

O surgimento das Tecnologias mistura-se com a evolução do homem que, desde tempos antigos precisavam usar o raciocínio lógico para criar ferramentas, instrumentos diversos que serviriam para sua sobrevivência e lhes davam maior domínio sobre outros seres vivos (KENSKI, 2012). A tecnologia pode ser encontrada em todas as situações cotidianas e não pode ser diferente em um ambiente escolar. Novas tecnologias resultam em mudanças na comunicação e nos relacionamentos humanos (BRAGA e RICARTE, 2005).

A maneira pela qual o uso de algumas ferramentas da tecnologia pode colaborar para melhorar o ensino é um paradigma da sociedade contemporânea, e como transformá-lo através das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) em uma educação que liberta é um desafio para os educadores, assim como ressalta Freire (1987): “transformar a educação bancária em libertadora”.

Diversas tecnologias surgem para diminuir os obstáculos de comunicação, disseminar informações e facilitar a interação entre os indivíduos, colaborando para a globalização da sociedade e da economia (KENSKI, 2012; FEDOCE e SQUIRRA, 2011). A sociedade contemporânea exige uma comunicação dinâmica e interativa, logo, o uso das TDICs vem se tornando grande aliado da comunicação em todas as esferas da sociedade, incluindo a educação. As TDICs diferenciam-se das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) por apresentarem, além de diversas mídias, as tecnologias digitais (LIMA, 2012). A sigla TDICs utilizada por Fontana e Cordenonsi (2015) será usada neste trabalho por ser um termo atual e englobar as tecnologias digitais, como o smartphone.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular a BNCC (Brasil, 2017), que é o documento que norteará o Ensino Médio a partir de 2022, as TDICs podem ser usadas como ferramentas que levem o aluno a investigar situações-problema, propondo soluções para questões locais, regionais ou globais, e que saibam transmitir suas ideias e conclusões em diversas situações.

O letramento digital não significa apenas saber utilizar as ferramentas tecnológicas, significa que o professor deverá saber como utilizar essas ferramentas em sala para que o aluno seja capaz de se conectar e interagir com o mundo, sabendo se comunicar, interpretar, filtrar, criticar e selecionar informações que serão importantes, seja na vida pessoal ou profissional

(RIBEIRO e COSCARELLI, 2017). Ou seja, o letramento digital é uma necessidade da sociedade contemporânea, pois hoje em dia muitas das tarefas diárias, principalmente no mercado de trabalho, possuem base tecnológica. Sem o letramento digital os indivíduos são excluídos pela sociedade, aumentando as desigualdades sociais já existentes. É importante a adoção de políticas que visem à diminuição das desigualdades sociais no Brasil e facilitem a aquisição de ferramentas tecnológicas para todas as classes sociais, assim como a estruturação das escolas para que sejam equipadas com laboratórios de informática (BRAGA e RICARTE, 2005).

Um dos grandes desafios dos professores, além do letramento digital, é saber como lidar com a chamada “Geração Z”, uma geração que domina diversas tecnologias desde o seu nascimento. A “Geração Z”, ou “nativos digitais”, é uma geração de pessoas multitarefas que nasceram e se desenvolveram conectadas à internet e possuem diversos dispositivos móveis que podem contribuir para conhecimentos dinâmicos e multimídias (FEDOCE e SQUIRRA, 2011). Uma ferramenta que é amplamente popular e utilizada pela geração “Z” é o celular, que, de acordo com Merije (2012), é a tecnologia que foi difundida mais rapidamente em toda história da humanidade, sendo que no Brasil, hoje, existem mais celulares que habitantes. O celular cria formas rápidas de interação e novas possibilidades para a sociedade e para a educação. As TDICs estão cada vez mais úteis na educação e se a educação não acompanhar essas transformações tecnológicas da sociedade ela se distanciará cada vez mais do mundo real.

Os aparelhos celulares são muito populares e seu acesso é relativamente fácil para todas as esferas de classes sociais. Nas escolas é expressiva a quantidade de alunos que possuem um aparelho celular e é um grande desafio para o professor saber como usar esse aparelho a seu favor. Os aparelhos celulares apresentam múltiplas funcionalidades que vão além da comunicação: possuem acesso à internet, tiram fotos, gravam vídeos, possuem acesso à rede bancária, jogos virtuais, a criação e uso de aplicativos como os livros eletrônicos (*ebooks*) e diversas outras funcionalidades. O smartphone tem se destacado por sua popularidade, por ser extremamente versátil, funcional e multimídia (MERIJE, 2012).

Os autores Fedoce e Squirra (2011) afirmam que com o desenvolvimento de recursos tecnológicos e convergência das mídias, diversos modelos educacionais surgiram para ampliar a comunicação e a aprendizagem através de ambientes virtuais, como o *e-learning* (utiliza a internet) e mais recente o *mobile learning* (aprendizagem móvel, que se utiliza de mídias móveis). Esses novos modelos educacionais geram novas oportunidades de aprendizagem por meio de diversos recursos multimídias e interação, os quais podem ser trabalhados nos aparelhos celulares dos alunos. Embora o acesso à internet e celular tenha sido ampliado nos

últimos anos, os autores observaram que é preciso popularizar o uso da internet e celulares, reduzindo tarifas e cargas tributárias, para que toda sociedade consiga ter acesso às diversas ferramentas tecnológicas.

De acordo com Mendonça (2016), o *mobile learning* (ou *m-learning*) é uma modalidade de ensino e aprendizagem em que são utilizados dispositivos móveis conectados à internet para que professores e alunos criem novas formas de comunicação e interação à distância para facilitar a aprendizagem. Esta modalidade não possui o objetivo de substituir o professor, e sim de contribuir em um ensino mais dinâmico e multimídia. Esta modalidade utiliza diversas ferramentas tecnológicas para levar informações e conhecimentos para lugares de difícil acesso e para pessoas onde o acesso ao ensino é considerado um privilégio. Algumas das ferramentas do *m-learning* são: vídeo-aulas, aplicativos, livros digitais, “gameficação”, treinamento online (*e-learning*), formação de redes sociais acadêmicas, dentre outras. O autor destaca que os principais objetivos do *m-learning* são: aperfeiçoar as ferramentas tecnológicas para melhorar a aprendizagem dos alunos; acessar o conteúdo de qualquer lugar e a hora que quiser, ou seja, flexibilizar o tempo do aluno e do professor; tornar o ensino mais interativo e colaborativo; possibilitar formação e qualificação profissional. Ou seja, uma modalidade de ensino à distância que promete dinamizar cada vez mais a educação.

O *Electronic Book*, ou livro eletrônico, popularmente conhecido como *ebook* ou *e-book*, surgiu como uma nova forma de registrar e disseminar informação. O termo *ebook* pode ser usado para designar livros em formato eletrônico que podem ser acessados após serem salvos a partir da internet ou serem visualizados na nuvem por aplicativos específicos, seja pelo computador, celular ou outro meio eletrônico (BENÍCIO e SILVA, 2005) utilizando os *e-readers*, como *katobee reader*, *adobe reader*, entre outros. Essa ferramenta tecnológica pode ser usada como metodologia investigativa que leva o aluno a protagonista de sua aprendizagem, ao permitir a criação de situações-problemas que induzem o aluno a pesquisar e construir conhecimento. Além disso, o *ebook* é uma solução ecológica, já que evita o desmatamento para produção de livros físicos. O *ebook* não veio para extinguir o livro físico, mas sim como uma alternativa na sua distribuição de informação, além de ser um formato menos burocrático e possuir custos mais acessíveis.

Quando se fala em *ebook*, logo vem um conceito a ele associado, o hipertexto, que é a interação de diversos textos dentro de um espaço utilizando-se ferramentas tecnológicas. Ou seja, utiliza-se de vários recursos multimídias para tornar a informação mais clara e dinâmica, permitindo o uso de múltiplas leituras para conferir um papel ativo ao leitor, que é capaz de

selecionar o que quer ler, em qual horário e lugar, fazendo-o protagonista de sua aprendizagem (DIAS, 1999).

Gonçalves (2014) obteve resultados positivos ao construir um *ebook* sobre geologia, com a colaboração de alunos do 11º ano, que foi utilizado como uma ferramenta alternativa de aprendizagem com abordagem investigativa que estimulou os alunos a se tornarem protagonistas. O autor concluiu que, ao trabalharem de forma cooperativa, os alunos desenvolveram diversas habilidades, como: autonomia, criatividade, curiosidade, responsabilidade individual, dentre outras. Ao término do projeto, em que houve um aumento significativo na aprendizagem dos alunos, foi desenvolvida a capacidade de resolução de questões através de situações-problemas. Como os alunos foram agentes ativos em todo o projeto, eles desenvolveram a capacidade de refletir e expressar opiniões de forma crítica e ficaram extremamente motivados com a publicação de um *ebook* que foi construído por eles em colaboração com a professora, logo, houve uma melhora significativa na relação professor/aluno.

Sanches (2017), ao desenvolver um *ebook* integrado com Realidade Aumentada (RA) no ensino de matemática, constatou um aumento de motivação na resolução de questões problemas e que o *ebook* possui um potencial para se tornar uma ferramenta para auxiliar em uma aprendizagem significativa dos alunos.

Fabrin *et al.* (2014) construíram um *ebook* teórico-prático anatômico dos planos e eixos do corpo humano e concluíram que esse é um recurso de aprendizagem que permite a criação de várias ferramentas lúdicas que facilitam o ensino-aprendizagem, expandindo o conhecimento, desenvolvendo-se a curiosidade e o senso crítico dos alunos.

Araújo (2017) criou um *ebook* animado e interativo sobre eletricidade para o ensino de física, composto por várias ferramentas digitais que permitiu uma interação maior com o leitor. O *ebook* foi constituído por animações, acesso a textos e vídeos por meio de links e situações-problemas, aumentando a participação dos alunos nas aulas e tornando a aprendizagem significativa, concluindo que a ferramenta desenvolvida possui grande capacidade de ser utilizado em sala de aula como uma ferramenta investigativa de ensino.

Inúmeras áreas do ensino de Biologia podem ser abordadas utilizando metodologias interativas como o *ebook*. O objetivo deste trabalho é produzir um *ebook* multimídia e interativo sobre Biotecnologia, um ramo da Biologia extremamente importante e necessário na sociedade contemporânea.

## 1.2 DESAFIOS NA EDUCAÇÃO DURANTE A PANDEMIA

Em 2020 o mundo parou devido à pandemia do novo coronavírus, o SARS-CoV-2, que surgiu em dezembro de 2019 na cidade de Wuhan na China, instalando-se o caos pelo mundo. No Brasil durante a crise sanitária, várias mazelas sociais foram expostas, devido à crise política e econômica, impactando negativamente principalmente o ensino público, expondo sua falta de estrutura e desigualdades sociais (SOUZA, 2020; PALÚ *et al.*, 2020).

Durante a pandemia as escolas foram fechadas impactando os estudantes e foi adotado o ensino remoto, que tentou minimizar os efeitos negativos no ensino (BOZKURT; SHARMA, 2020). Surgiram diversos desafios no ensino, levando a comunidade escolar a reflexão sobre a prática escolar, e professores tiveram que se reinventar, buscando novas metodologias de ensino, evitando um colapso maior (ARAÚJO; ARAÚJO; LIMA, 2020; BARROS e VIEIRA, 2021; MELO, 2020).

Para os professores os principais desafios foram: falta de conhecimento e acesso sobre novas tecnologias; controlar as questões emocionais, adaptar trabalho e família no mesmo ambiente, ajudar os pais no ensino de seus filhos e a busca para se reinventarem profissionalmente (BARROS e VIEIRA, 2020; LUDOVICO, *et al.*, 2020; MELO, 2020; TEIXEIRA, *et al.*, 2020).

Para os alunos os principais desafios foram: falta de acesso às tecnologias digitais, dificuldades em usar equipamentos e plataformas do ensino remoto, questões emocionais e evasão escolar (AGUIAR, 2020; ARAÚJO; ARAÚJO; LIMA, 2020; MELO, 2020; TEIXEIRA, *et al.*, 2020; LUDOVICO, *et al.*; POSSA, *et al.*, 2020).

O ensino precisou buscar novas alternativas e inovar suas práticas pedagógicas para minimizar os impactos negativos da pandemia.

## 1.3 TDICs- IMPORTÂNCIA NA PANDEMIA

O fechamento das escolas devido a pandemia do Covid-19 levou a uma reflexão sobre o ensino e como driblar toda essa situação, e o uso das TDICs foi de suma importância nesse contexto pandêmico do ensino remoto (GONÇALVES E GAMBARATO, 2020).

Em meio a pandemia, pessoas, empresas e principalmente a comunidade escolar, precisaram se reinventar, e o uso de diversas ferramentas tecnológicas foi essencial para todos se adaptarem à nova realidade. Assim, escolas precisaram desenvolver estratégias para que o ano letivo não fosse perdido (GONÇALVES E GAMBARATO, 2020).

As TDICs tornaram-se fundamentais como instrumento no ensino remoto, transformando a internet e sua teia de conhecimentos em uma sala de aula virtual, permitindo conectar diferentes pessoas e situações em espaços geográficos diversos (SOARES E COLARES, 2020). Assim, diversas ferramentas tecnológicas foram utilizadas no ensino remoto, como por exemplo computadores e celulares, conectados pela *internet*, logados por várias plataformas e aplicativos digitais. Os principais aplicativos utilizados foram: *youtube*, *instagram*, *whatsapp*, *zoom*, *email*, *instagram*, *facebook*, *canva* e aplicativos do *google* (GONÇALVES E GAMBARATO, 2020; LUNA, 2021; SOARES E COLARES, 2020).

As TDICs se tornaram fundamentais no cotidiano escolar, por simplificar cada vez mais novos aplicativos e ferramentas tecnológicas voltadas para o ensino, tornando-os instrumentos vantajosos na transmissão de informações e conhecimentos necessários para a continuação do ensino (SOARES E COLARES, 2020). Mesmo com o fim da pandemia as TDICs mostram-se como recursos pedagógicos indispensáveis ao ensino atual, podendo, ser utilizados de forma planejada em diversas metodologias de ensino, como o ensino investigativo, por exemplo.

#### 1.4 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

A sociedade atual vem sofrendo diversas mudanças, devido a globalização e a facilidade de acesso aos meios de comunicação e redes sociais, levando a uma reflexão sobre novas estratégias e metodologias de ensino, que permitam aos estudantes tornarem-se mais ativos na construção do conhecimento (ZÔMPERO *et al.*, 2019).

Entre as metodologias de ensino que propõem novas estratégias que levem os estudantes a pensar, discutir, dialogar e desenvolver a capacidade crítica diante de problemas da sociedade atual está o Ensino Investigativo, (*inquiry*) fundamentada pelo filósofo e pedagogo americano John Dewey (1950) e bastante empregado na educação científica, (ZÔMPERO *et al.*, 2019).

O Ensino Investigativo busca desenvolver habilidades intelectuais nos estudantes como, por exemplo: gerar questionamentos, elaborar hipóteses, anotar e analisar dados, e desenvolver a capacidade de argumentação, propiciando-os a compreensão de fenômenos e acontecimentos cotidianos, podendo mudar sua realidade (ZÔMPERO e LABURU, 2011; REGO; NEGRO-DELLACQUA; LIMA, 2019). Para isso, o professor deverá planejar e mediar o conhecimento e fornecer materiais e suporte para o envolvimento dos estudantes, fomentando o ensino por investigação. Desta forma, é necessário construir as atividades de forma a permitir a investigação em sala de aula, (FERRAZ; SASSERON, 2017).

A proposta investigativa requer a análise de um problema, a partir da formulação de uma hipótese, que permita a elaboração de um planejamento, a realização do processo investigativo e a busca de informações que norteiem a interpretação e a comunicação entre os estudantes e a elaboração de suas conclusões. Para motivar os alunos, recomenda-se a apresentação de problemas de seu interesse que resultem em instigação, investigação, e a resolução da questão proposta. Tais experiências das atividades científicas podem dar sentido a vida dos alunos, que se sentem como participantes ativos e protagonistas do processo de aprendizagem, fazendo com que a educação seja sinônimo de transformação de vida (SASSERON, 2015; ZÔMPERO e LABURU, 2011).

### 1.5 PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO INVESTIGATIVO

No ensino investigativo, a elaboração de perguntas que possam ser bem utilizadas e compreendidas são fundamentais para a construção do conhecimento, através de investigações e métodos que busquem respostas sobre o que é desconhecido ou pouco conhecido pelos estudantes. A construção de uma pergunta deve observar três dimensões importantes: epistemológica, em que se busca pelo conhecimento em sua essência; dimensão discursiva, em que os enunciados que pertencem a comunicação em sala de aula, pois, são importantes na construção de significados; e a social e política, em que o ato de questionar gera a capacidade de criticidade perante o mundo (MACHADO e SASSERON, 2012).

Uma boa pergunta investigativa precisa ser “Problematizadora”, para possibilitar aos estudantes criar, pensar, explorar diversas formas de conhecimento e objetos de seu pensamento na investigação por soluções para as perguntas propostas, proporcionando o ensino investigativo e participativo (MACHADO e SASSERON, 2012). A expressão “problema” no ensino investigativo está associada à construção de conhecimento através do um espírito crítico por meio de atividades didático-pedagógicas que levem o aluno a pensar logicamente, observar, coletar e analisar dados, refletir e argumentar, socializar as ideias, formando o pensamento científico (SOLINO e SASSERON, 2018). A problematização, portanto, deve ser formulada a partir de questões científicas que tenham significado e propiciem um olhar diferenciado das situações cotidianas dos alunos, desafiando-os a interpretá-los, levantando hipóteses e buscando soluções para a resolução do problema, construindo-se um olhar científico sobre a realidade (CAPECCHI, 2014).

## 1.6 BIOTECNOLOGIA E SEUS DESAFIOS NO ENSINO MÉDIO

De acordo com Bruno (2014), a Biotecnologia surgiu há aproximadamente 10 mil anos, quando, mesmo sem conhecimento sobre a Biologia, eram utilizadas técnicas de biotecnologia para a produção de vinho e pão por meio da fermentação. A união de vários agentes da biologia, desde o DNA até diversos microrganismos (vírus, bactérias, fungos, protozoários, etc.) com os conhecimentos da biologia e tecnologia moldaram a biotecnologia. Esta área da ciência tem por objetivo produzir produtos ou solucionar diversos problemas, seja na saúde, agricultura, indústria, entre outros, utilizando-se técnicas como a do DNA recombinante, em que microrganismos são usados como fábricas bioquímicas em miniatura (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

De fato, a Biotecnologia é considerada como uma disciplina que deveria ser inserida na grade curricular do Ensino Médio, por permitir aos alunos assumirem uma posição crítica e reflexiva sobre diversas temáticas dessa área, amplamente divulgada pelas diversas mídias, como engenharia genética, fermentação, recuperação de áreas degradadas, vacinas, dentre outras (Klein, 2011). Nesse sentido, Klein e Laburú (2012), recomendam a utilização de variados modos de representação, como por exemplo os modos, verbal-textual, verbal-oral, imagético, para que os alunos possam desfrutar de uma aprendizagem significativa e autônoma envolvendo questões socioeconômicas, éticas e o conhecimento científico sobre a Biotecnologia.

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2017), a biotecnologia é um dos temas que fazem parte de questões globais e locais relacionada a Ciência e Tecnologia, buscando-se por ferramentas que solucionem problemas da sociedade, além da abertura para novas visões de mundo, através de processos e práticas de investigação, como: identificação de problemas, formulação de questões, identificação de informações, proposição e testes de hipóteses, elaboração de argumentos e explicações, planejamento e realização de experimentos, avaliação e comunicação dos resultados. Contudo, os temas da biotecnologia abordados no ensino de Biologia possuem definições resumidas e soltas, extraídas dos livros didáticos, sem uma apresentação global do tema (CONCEIÇÃO e PERON, 2012). Além disso, o processo de construção do conhecimento sobre biotecnologia nessa etapa da educação básica é dificultado pela falta de metodologias de ensino inovadoras, tornando-se o tema de complexa compreensão pelos estudantes e gerando obstáculos na aprendizagem, como a falta de interesse pelo assunto (SANTOS e SANTOS, 2020). Outro fator que também é considerado como dificultador de aprendizagem da temática é a falta de conhecimento aprofundado do professor, que se limitam

a apresentar apenas os conceitos básicos sobre o assunto o que não facilita o questionamento e o interesse dos estudantes pelos assuntos relacionados a biotecnologia, levando-os a uma incompreensão ou entendimentos incorretos sobre assuntos como transgenia, clonagem, sequenciamento do genoma humanos, (FONSECA & BOBROWSKI, 2015; PEDRANCINI *et al.*, 2008), produção de vacinas e de testes detectores da covid-19, (MORAES; NETO; MORAIS, 2021).

Portanto, assuntos envolvendo biotecnologia mostram enorme potencial para o ensino por investigação, além de permitirem a formulação de hipóteses e a busca por soluções de problemas atuais da sociedade, como a pandemia da covid-19. Considerando-se todas as informações apresentadas e o potencial das TDICs para melhorar o processo de ensino aprendizagem na área de Biotecnologia, o intuito deste trabalho foi desenvolver um *ebook* dentro da temática Biotecnologia e utilizá-los em sala de aula como uma ferramenta investigativa de ensino.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi elaborar um *ebook* multimídia interativo que permita desenvolver, nos alunos, habilidades de representar, explicar, construir conhecimento e formular opiniões sobre temas da Biotecnologia utilizando uma estratégia de ensino investigativa.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Pesquisar e selecionar conteúdos sobre Biotecnologia em bancos de dados de artigos científicos, bem como em sites de notícias, para serem utilizados no ensino sobre o tema.
- Pesquisar e selecionar figuras, animações, vídeos e textos sobre o Biotecnologia para tornar a temática mais interativa.
- Elaborar situações-problema contextualizados com os temas biotecnológicos e elaborar quatro propostas de Sequências Didáticas Investigativas para serem aplicadas no ensino médio, utilizando abordagem investigativa.
- Estruturar o *ebook* no software CANVA e disponibilizá-lo em formato PDF aos usuários.

### 3 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido de março de 2020 a maio de 2022, utilizando-se abordagem qualitativo exploratória. A proposta foi submetida para apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (CEP/UFJF) e aprovada em 28 de agosto de 2019, sob número de parecer consubstanciado 4.690.534 (ANEXO A). Porém, não foi possível a aplicação das Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) aos estudantes do terceiro ano do ensino médio da escola devido crise mundial causada pela pandemia da COVID-19 em 2020 e 2021 e a deflagração de greve da maioria das escolas estaduais de Minas Gerais.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA A SER UTILIZADA

Para definir a melhor metodologia para elaboração do *ebook*, foi realizado levantamento bibliográfico sobre os tipos de metodologias disponíveis. A pesquisa de natureza qualitativo exploratória, (Gil 2010) busca conhecer profundamente um problema específico e solucioná-lo através de hipóteses, que desenvolvam ideais e percepções relativas ao objeto estudado.

A pesquisa bibliográfica consistiu em busca em bancos de dados online, livros, teses, dissertações e em revistas eletrônicas, utilizando-se ferramentas como o “*Google Scholar*” ou “*Google acadêmico*”, “*Google Books*”, “*SciELO*” e “*Periódicos da Capes*”. Os termos utilizados na pesquisa foram: “*Ebooks* multimídia e interativos”, “Importância do uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação na educação”, “Sequência de Ensino Investigativa”, “Importância do ensino por atividades investigativas”, “Importância do ensino em Biotecnologia”. Após a pesquisa, construiu-se uma revisão bibliográfica sobre a utilização de *ebook* como recurso didático no ensino investigativo. A revisão bibliográfica fundamentou que o *ebook* pode ser utilizado como recurso didático no ensino investigativo e forneceu as bases para a elaboração do *ebook*.

Após a revisão bibliográfica, segue-se a leitura exploratória, com o objetivo verificar em que medida a obra consultada interessa à pesquisa. Após, os textos foram submetidos aos critérios de seleção elaborados que auxiliassem a escolha da metodologia que seria utilizada no *ebook*. Foi utilizado como critério de seleção, a busca por Sequências de Ensino Investigativas, que estimulassem o pensamento crítico e investigativo dos alunos por meio da resolução de problemas contextualizados ao cotidiano, formulações de hipóteses, da experimentação prática, do diálogo, da argumentação científica, reflexão e análise de

resultados, produção de registros pelos estudantes (ANDRADE; SARTORI, 2016). Foram lidos 40 artigos para selecionar a como as SEIs deveriam ser construídas para compor o *ebook*. A metodologia Ensino por Investigação delineada por Carvalho (2019) foi selecionada para a elaboração das SEIs que compõem o *ebook*, pois, sua metodologia é fundamentada no levantamento de conhecimentos prévios, proposição de situações problemas, pesquisa, sistematização do conhecimento e discussão do assunto, estimulando o protagonismo estudantil.

### 3.2 DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO DO *EBOOK*

A definição do conteúdo do *ebook* considerou a situação pandêmica ocasionada pelo coronavírus SARS-CoV-2, que afetou significativamente o ensino brasileiro. Para disponibilizar uma ferramenta que contribuísse com a aprendizagem e, também, compatível com o ensino remoto e presencial, construiu-se um *ebook* multimídia de caráter investigativo, contextualizando técnicas da Biotecnologia como: DNA Recombinante, Uso Do Vírus Na Transgenia e Produção De Vacinas Genéticas. Esses temas estão fazem parte do contexto educacional dos alunos e estão de acordo com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017, p. 544), descrita na Competência específica de número três do capítulo referente à Ciências da Natureza, que ressalta a importância de:

“Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)”.

Desta forma destaca-se a importância dos conhecimentos Biotecnológicos para a compreensão de inúmeros aspectos de interesse humano, fazendo-se necessário discussões e entendimentos desses assuntos que estão presentes no cotidiano das pessoas.

### 3.3 ESTRUTURA DO *EBOOK*

O *ebook* como material didático-pedagógico, intitulado “Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio – Uma Abordagem Investigativa” Foi estruturado um texto de apresentação, para apresentar brevemente o que se espera do livro e esclarecer o seu principal objetivo, o de

tornar o ensino de Biotecnologia mais investigativo, permitindo aos alunos serem protagonistas, utilizando Sequências Didáticas Investigativas (SEIs).

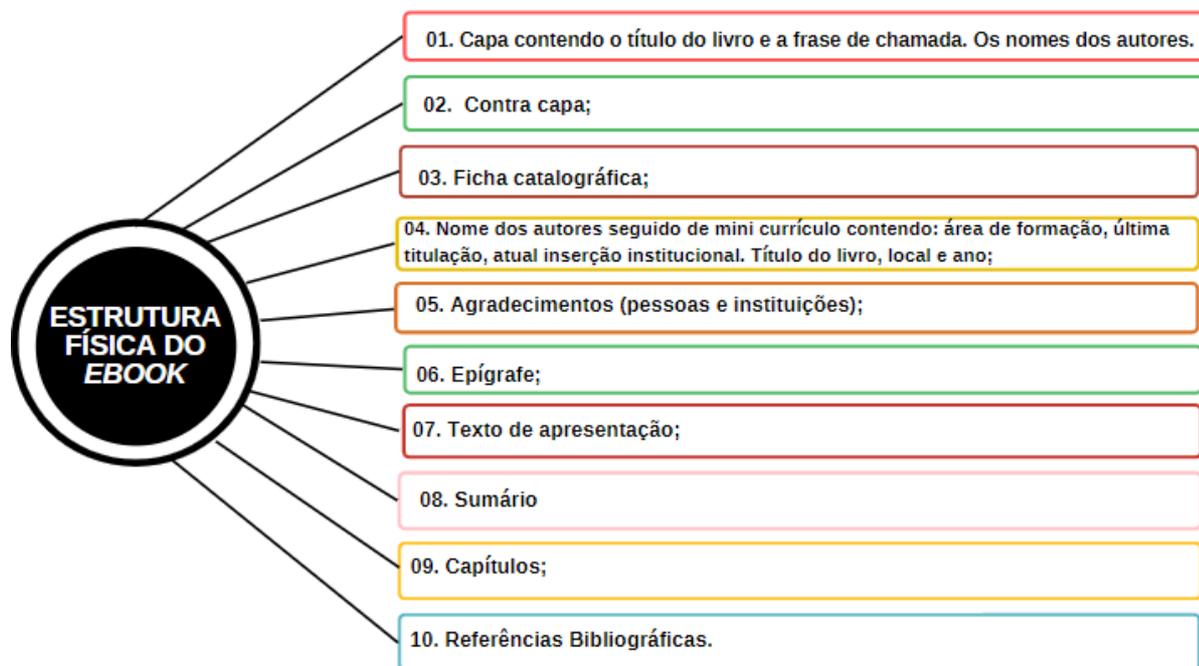
O *ebook* foi dividido em quatro capítulos. O primeiro Capítulo, descreve uma reflexão sobre o Ensino Investigativo, esclarecendo conceitos importantes como “Ensino por Investigação” e “Problematização” além de explicar claramente aspectos sobre a elaboração de uma problematização contextualizada no ensino de biotecnologia e forma adequada de utilização da BNCC no Ensino Investigativo.

O segundo capítulo aborda o ensino de Biotecnologia e os seus desafios no Ensino Médio e o terceiro explica a definição de Sequências Didáticas Investigativas e detalha a estrutura do *ebook*. No capítulo 4 são apresentadas as SEIs sobre biotecnologia elaboradas neste estudo.

O *ebook* foi produzido utilizando o software Canva, disponível em [www.canva.com](http://www.canva.com), uma plataforma de design gráfico que permite elaborar conteúdos em várias configurações e formatos: mapas mentais, apresentações, postagens para redes sociais, infográficos, *ebooks*, entre outros. O Canva permite acesso gratuito para professores do ensino básico permitindo o acesso a várias funcionalidades, após cadastro no site com e-mail institucional e comprovação da função docente (FERREIRA e SILVA, 2020).

O Canva foi escolhido como software de edição para a construção do *ebook* por ser ferramenta que oferece várias imagens, ilustrações, além de permitir a inclusão no material de links, vídeos, botões e formas e o download dos arquivos em formatos como PDF, JPG ou PNG. Esta flexibilidade de formatos torna possível a distribuição do *ebook* em diversas plataformas, como o WhatsApp, Instagram, *Facebook*, sites, dentre outras (GUIMARÃES E BARIN, 2020). A estrutura do *ebook* está mostrada no quadro 1.

Quadro 1- Estrutura do *ebook* elaborado neste trabalho, intitulado: Ensinando Biotecnologia no ensino médio – uma abordagem investigativa.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

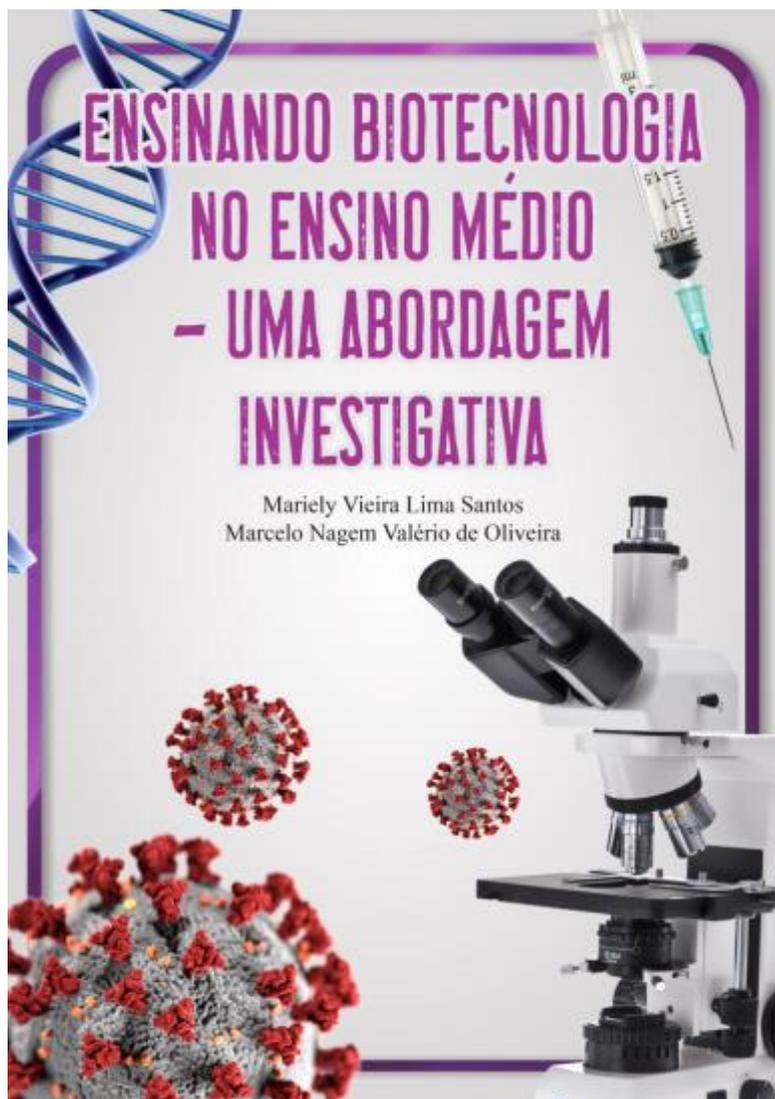
### 3.4 DEFINIÇÃO DO PÚBLICO ALVO

O *ebook* foi desenvolvido como ferramenta de ensino para professores que atuam em turmas do terceiro ano do ensino médio, uma vez que, tradicionalmente o conteúdo de biotecnologia é apresentado em livros do 3º Ano do Ensino Médio (MEC, 2017). Contudo, de acordo com a BNCC, as competências e habilidades podem ser trabalhadas em qualquer turma do ensino médio,

## 4 RESULTADOS

O ebook intitulado “Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa” (Figura 1) foi desenvolvido como produto neste estudo (Apêndice A), e pode ser utilizado como recurso pedagógico de ensino de biologia para alunos do terceiro ano do ensino médio e possui o título:

Figura 1– Capa do *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022. Construído no Canva

O *Ebook* foi estruturado em quatro partes capítulos:

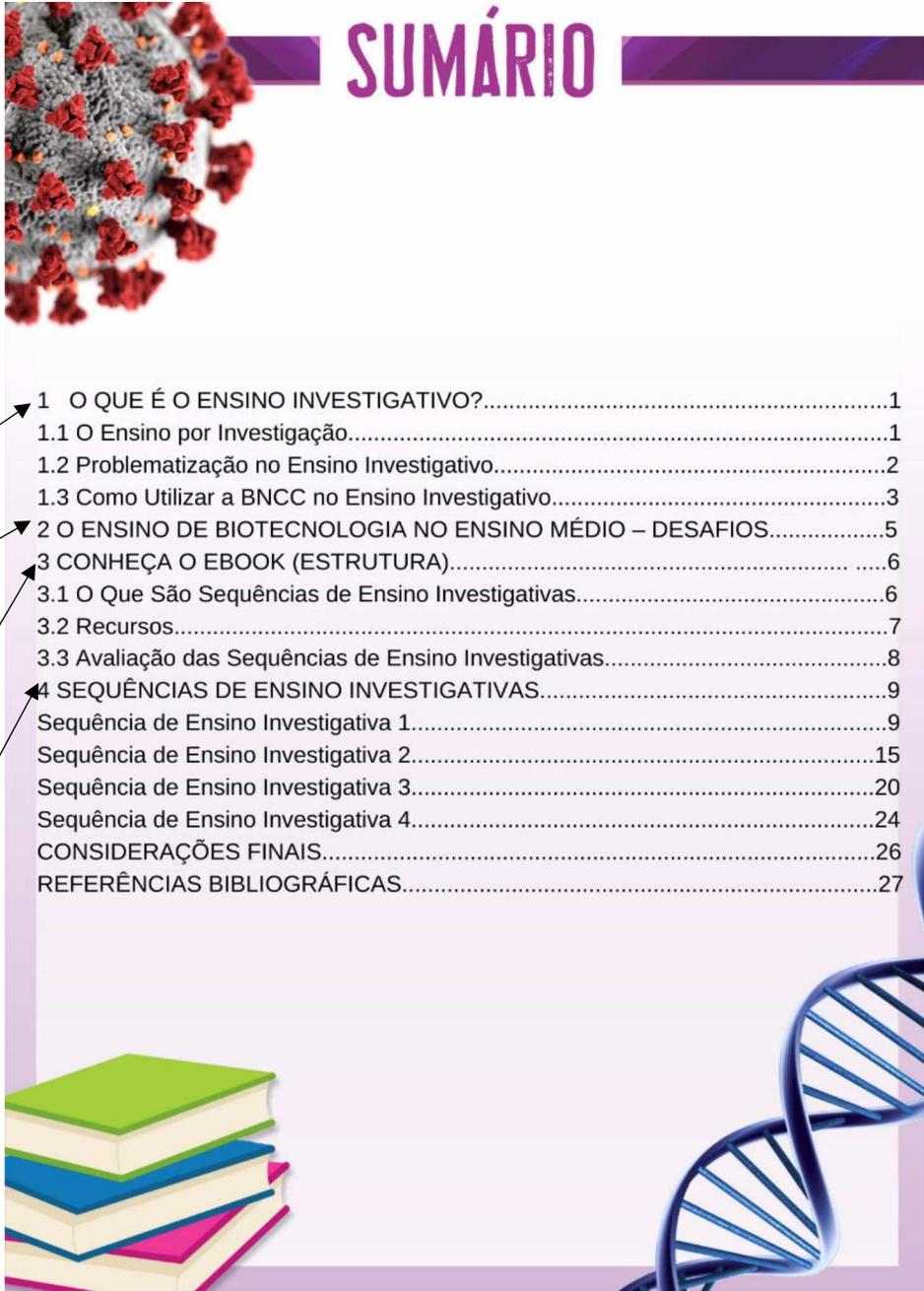
Capítulo 01: O que é o Ensino Investigativo?

Capítulo 02: O ensino de Biotecnologia no Ensino Médio

Capítulo 03 Desafios, Conheça o *ebook* (Estrutura),

Capítulo 04: Sequências de Ensino Investigativas (Figura 2).

Figura 2 – Sumário do *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa elaborado neste trabalho



	<b>1 O QUE É O ENSINO INVESTIGATIVO?.....1</b>	1
	1.1 O Ensino por Investigação.....1	1
	1.2 Problematização no Ensino Investigativo.....2	2
	1.3 Como Utilizar a BNCC no Ensino Investigativo.....3	3
	<b>2 O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO – DESAFIOS.....5</b>	5
	<b>3 CONHEÇA O EBOOK (ESTRUTURA).....6</b>	6
	3.1 O Que São Sequências de Ensino Investigativas.....6	6
	3.2 Recursos.....7	7
	3.3 Avaliação das Sequências de Ensino Investigativas.....8	8
	<b>4 SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS.....9</b>	9
	Sequência de Ensino Investigativa 1.....9	9
	Sequência de Ensino Investigativa 2.....15	15
	Sequência de Ensino Investigativa 3.....20	20
	Sequência de Ensino Investigativa 4.....24	24
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....26	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....27	27

1 O que é o Ensino

2 O ensino de Biotecnologia no Ensino Médio –

3 Conheça o *ebook*

4 Sequências de Ensino Investigativas

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

No primeiro capítulo, intitulado “O que é o Ensino Investigativo?”, é apresentado o Ensino por Investigação, a definição de Problematização no Ensino Investigativo e a forma de utilização da BNCC no Ensino Investigativo. Este capítulo orienta e esclarece ao professor sobre os principais aspectos

envolvendo o ensino investigativo, o que é fundamental para o professor aprofundar os seus conhecimentos teóricos, discutir e autocriticar a prática docente e partir daí, buscar alternativas para inovar, compartilhar, aprender e modificar a sua prática docente (KOEPE; RIBEIRO; CALABRÓ, 2020).

O segundo capítulo, “O ensino de Biotecnologia no Ensino Médio – Desafios”, apresenta um breve esclarecimento sobre o que é Biotecnologia, sua importância no ensino básico e alguns desafios nesta etapa da educação. O capítulo é importante para orientar esclarecer o professor alguns conceitos fundamentais da área biotecnológica.

O terceiro capítulo, “Conheça o *ebook* (Estrutura)”, mostra como o *ebook* foi estruturado, explicando o significado das sequências de Ensino Investigativas e mostrando como deve-se planejar uma SEI e como são compostas as SEI's que compõem o *ebook*. Trata-se de um capítulo de extrema importância, pois, destaca como utilizar o *ebook* de forma investigativa, incentivando o protagonismo dos estudantes através de SEI's. Também destaca quais são os recursos que compõem o *ebook*, além de sugerir uma forma de avaliar os estudantes através das SEI's.

Por fim, o capítulo quatro, “Sequências de Ensino Investigativas”, traz quatro SEI's, que possuem: Título, Objetivos, Conteúdos propostos, Competências e habilidades conforme a BNCC, Tempo Previsto e a Organização das SEI's. Todas as SEI's podem ser desenvolvidas por professores de Biologia em turmas do Ensino Médio.

#### **4.1 CAPÍTULO 1 – O QUE É O ENSINO INVESTIGATIVO?**

O capítulo 1 descreve e elucidava o Ensino por Investigação, suas etapas, a construção da problematização, e a forma de desenvolver o Ensino Investigativo com base na BNCC. Desta forma, este capítulo atualiza e capacita o leitor a utilizar as sequências investigativas corretamente e eficientemente. Assim, este *ebook* busca fornecer um material objetivo e direcionado ao professor para facilitar a inserção docente no ensino por investigação, contribuindo para a sua autonomia e a dos seus alunos. Essa inserção é importante, uma vez que os professores, de forma geral, têm dificuldade neste tipo estratégia de ensino e, por isso, dependem de cursos de formação continuada para capacitação. Tal dificuldade pode interferir, inclusive, na escolha dos livros didáticos, devido ao pouco entendimento no ensino por investigação (SOUZA & ALMEIDA, 2013)

O Ensino por Investigação e seus principais fundamentos consiste em uma metodologia que visa desenvolver nos estudantes habilidades intelectuais tais como: gerar questionamentos, elaborar hipóteses, anotar e analisar dados, e desenvolver a capacidade de argumentação, envolvendo os estudantes em atividades que os levem a construir conhecimentos, tornando-

os protagonistas (CARVALHO; MIRANDA; CARVALHO,2020; CARDOSO e SCARPA, 2018).

Após essa abordagem, destaca-se a importância da problematização no Ensino Investigativo de forma contextualizada de modo a incentivar e estimular a curiosidade pelos alunos na elaboração de hipóteses. Destaca-se que a problematização deve ser formulada a partir de questões científicas, propiciando um olhar diferenciado a situações cotidianas dos alunos, desafiando-os a interpretá-los, levantando hipóteses e buscando soluções para a resolução do problema, construindo-se um olhar científico sobre a realidade (CAPECCHI, 2014).

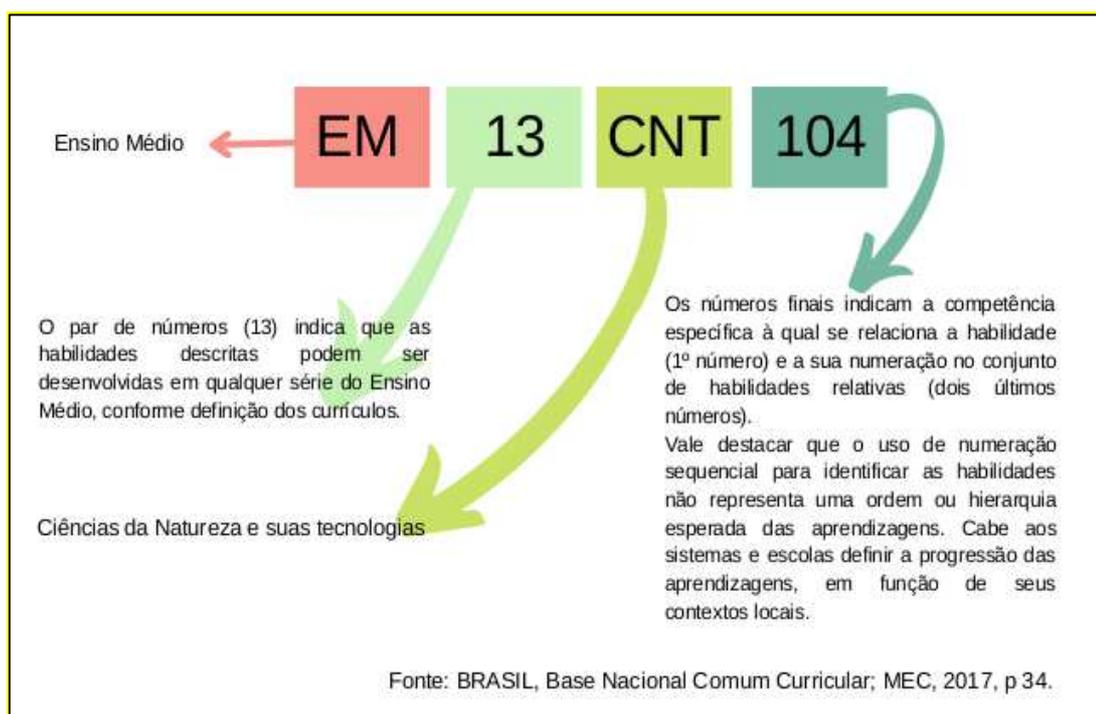
Outro assunto presente no capítulo como é a utilização da BNCC no Ensino Investigativo, aprovado em dezembro de 2017 pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e publicado pelo Ministério da Educação (MEC). Ressalta-se que a BNCC é um documento de caráter normativo, que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica, de modo que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, conforme determina o Plano Nacional de Educação (PNE).

A BNCC destaca a importância de "complementar os currículos adequando-se à realidade local considerando a autonomia dos sistemas ou das redes de ensino e das instituições escolares, como também o contexto e as características dos alunos" (MEC, 2017, p.16). Contudo, a análise de livros de química mostrou que, mesmo as abordagens experimentais não atendiam aos critérios investigativos, resumindo-se à propor roteiros que deveriam ser executados pelos alunos para comprovar determinada teoria, com resultados que eles já conheciam (Silva *et al.*, 2019). Por isto a elaboração de materiais com abordagem investigativa faz-se necessário para adequar o ensino à BNCC e, assim, inserir professor e aluno em um novo contexto de ensino e construção de conhecimento.

O PROFBIO é um programa de Pós-Graduação *Strictu sensu* que oferece qualificação profissional a professores das redes públicas de ensino em efetivo exercício da docência de Biologia, com foco no ensino investigativo e assim auxiliar os docentes na capacitação necessária ao atendimento da BNCC. Várias produções deste mestrado são estratégias de ensino voltados para a educação básica (<https://www.profbio.ufmg.br>) e (<https://www.ufjf.br/profbio/v/>), e o *ebook* que versa sobre Biotecnologia contribui para a expansão dos assuntos abordados até então, fornecendo ferramentas adicionais possíveis de serem aplicadas por docentes, sejam de escolas públicas ou particulares.

Durante a Educação Básica, deve-se assegurar aos estudantes as aprendizagens essenciais estabelecidas pela BNCC através do desenvolvimento de dez competências gerais, garantindo ao aluno o direito de aprendizagem e desenvolvimento. De acordo com a BNCC, competência é definida como "a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho" (MEC, 2017, p.08). Estas competências e habilidades estão dispostas na BNCC na forma de códigos, e é importante que o professor saiba interpretá-los para compreender o que deve ser abordado em cada situação. Para orientar o leitor do *ebook*, especialmente o professor da educação básica, o capítulo 1 apresenta uma figura que auxilia na interpretação dos códigos que serão utilizados (Figura 3).

Figura 3 - Recorte do capítulo 1 do *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa, mostrando como interpretar os códigos alfanuméricos das habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias referentes ao ensino médio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

E para assegurar o desenvolvimento das competências específicas, cada componente curricular é composto por habilidades. As habilidades referem-se a diferentes objetos de conhecimento, que são os conteúdos, conceitos e processos, que são estruturados em unidades temáticas. A definição dos conteúdos deste livro e sua forma de trabalho com os alunos foram

pensados de maneira a contemplar inúmeras competências e habilidades, as quais estão explicitadas em cada Sequência Didática Investigativa (SEI), como é possível observar na Figura 4.

Figura 4 - Recorte da SEI número 1 do *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa mostrando as competências e habilidades trabalhadas na SEI proposta

**Sequência de Ensino Investigativa 1**

**Título: Entendendo e praticando Biotecnologia**

**Objetivos:**

- Trabalhar, de forma investigativa, o conceito de BIOTECNOLOGIA para que os alunos sejam capazes de identificar como este assunto está presente e impacta o seu cotidiano
- Realizar um experimento básico de Biotecnologia para instigar a curiosidade e o interesse dos alunos no tema abordado.

**Conteúdos propostos:** Biotecnologia

**Competências e habilidades conforme a BNCC:** EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

**Tempo previsto:** 4 horas-aula

Uma das unidades temáticas da BNCC são as Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Química e Física), que no Ensino Médio, desenvolve a investigação, buscando envolver os estudantes na aprendizagem de processos, práticas procedimentos científicos e tecnológicos, proporcionando o domínio de linguagens específicas, possibilitando a análise de fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Oportunizando-se aos estudantes desenvolverem sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, a capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais, como propõe o Ensino Investigativo (MEC, 2017).

A BNCC destaca que as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes no cotidiano de todos, sendo necessário preparar os jovens para usar tecnologias para resolver problemas e oportunizar aprendizagens que os levem a buscar soluções para diversos problemas da vida cotidiana, através de diferentes tecnologias, buscando desenvolver o raciocínio lógico, a criatividade, o pensamento computacional e o espírito investigativo (MEC, 2017).

A criação de *ebooks* é uma das opções de aplicação das TDICs no ensino básico, e tem sido aplicada a várias áreas de conhecimento, tais como: Matemática (Sanchez, 2017), Anatomia (Fabrin *et al.*, 2014), Eletricidade (Araujo, 2017) e Geologia (Gonçalves, 2014). A construção deste *ebook* representa uma nova área da Biologia que pode ser abordada utilizando TDICs, fazendo uso de tecnologias rotineiramente utilizadas pelos alunos e professores para facilitar o processo de ensino-aprendizagem e estimular a participação discente na construção de seu conhecimento.

#### 4.2 CAPÍTULO 2 – O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO – DESAFIOS

No capítulo 2 é abordado sobre o surgimento e a importância da biotecnologia. Tal abordagem corrobora com o proposto por Klein e Laburú (2012) que mostraram que a biotecnologia deve ser inserida na grade curricular do Ensino Médio para que o aluno assuma uma posição crítica e reflexiva sobre diversas temáticas dessa área que são amplamente divulgadas pelas diversas mídias, como engenharia genética, fermentação, recuperação de áreas degradadas, vacinas, dentre outras (KLEIN, 2011). Os autores também, mencionam que é necessário, nesta abordagem, a utilização de variados modos de representação, para que a aprendizagem seja significativa e autônoma em questões socioeconômicas, éticas e o conhecimento científico sobre a Biotecnologia.

A escolha dos assuntos abordados dentro da biotecnologia levou em consideração o momento pandêmico durante o qual este *ebook* foi elaborado e servirá como um meio de busca ativa de conhecimento dos alunos em áreas extensamente discutidas, muitas vezes inseridos em contextos criados por *fake news*. Direito *et al.* (2014) observaram que temas tratados pela mídia são mais próximos da realidade dos alunos, mas que assuntos associados à Microbiologia dependem da ação de professores.

A análise de livros didáticos de biologia em relação ao tema Biotecnologia mostrou uma variação muito grande entre os livros analisados, os quais praticamente não estimulam a busca e a interação dos alunos em outras fontes, além de não abordar assuntos relevantes dentro da Biotecnologia (SÁ NETO *et al.*, 2020). Portanto, a associação da Biotecnologia em um ambiente de discussão sobre produção de vacinas representa um facilitador no processo de ensino aprendizagem, reforçando a aplicabilidade deste *ebook* no ensino médio.

### 4.3 CAPÍTULO 3 - CONHEÇA O *EBOOK* (ESTRUTURA)

No capítulo 3 são destacadas as Sequências de Ensino Investigativas e como elas estão estruturadas no *ebook*, além de mostrar os recursos utilizados em cada SEI e como o professor pode avaliar a aprendizagem dos alunos durante o seu desenvolvimento. Ressalta-se que a avaliação é fundamental no processo de ensino aprendizagem, porém, não deve ser apenas classificatória, mas, também, um recurso para que alunos e professores possam analisar se a aprendizagem foi significativa, exigindo uma mudança de postura do professor em relação às formas de avaliação. A avaliação pode ser feita a partir da observação e registro da participação dos alunos, uma vez que esta proposta não tem a finalidade de avaliar somente conceitos, mas também atitudes, processos e valores que são próprios da cultura e alfabetização científica. A avaliação durante uma SEI tem o propósito de gerar oportunidade ao aluno de se auto avaliar, sendo mediado pelo professor, que os orientam na busca do reconhecimento de seus progressos e conquistas que precisam ser alcançadas (CARVALHO, 2019).

Baseando-se nos elementos fundamentais de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) propostas por Carvalho (2019), as SEIs que compõem o *ebook* são compostas por seis etapas:

1ª Etapa- Levantamento de Conhecimentos Prévios, pois, os conhecimentos prévios podem promover mudanças conceituais, podendo desencadear construções significativas de aprendizagem, a partir de suas próprias concepções;

2ª Etapa- Apresentação da situação problema, pois, ao propor questões interessantes e desafiadoras, estimula-se a curiosidade dos alunos, levando-os a propor hipóteses;

3ª Etapa- Levantamento de Hipóteses, estimulando-os a pensar na busca por soluções e respostas às questões;

4ª Etapa- Pesquisa, buscando respostas para as situações problemas, incentivando o protagonismo estudantil;

5ª Etapa- Sistematização dos conhecimentos pelos alunos, através de questões fixadoras de aprendizagem, aqui deve-se propiciar a construção do conhecimento dos alunos com a mediação do professor;

6ª Etapa- Discussão geral sobre o assunto, levando um debate sobre as situações problemas iniciais das SEIs, enquanto os alunos são estimulados a discutirem e argumentarem as questões, ocorrem processamentos cognitivos e compreensão das atividades, além de aprenderem a respeitar opiniões diversas.

Cada SEI do *ebook* contém:

- Título;
- Conteúdos propostos;
- Objetivos;
- Competências e habilidades conforme a BNCC;
- Tempo de aula previsto;

Cada SEI compõem-se dos seguintes recursos interativos:

- Biblioteca Virtual que terá links de sites de apoio, que podem ser utilizados como fonte de pesquisa e fundamentação de hipóteses e conclusões;
- Sugestões de Vídeos com links de vídeos que darão suporte na compreensão dos conteúdos;
- Você sabia?, com algumas curiosidades sobre os temas propostos;
- Referencial de respostas para as situações problemas de cada SEI.

#### 4.4 SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS

Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) são sequências de atividades distribuídas em aulas, que deverão ser planejadas e devem abranger um tema do currículo escolar. Essas sequências visam a interação dos conhecimentos prévios dos estudantes para que possam iniciar novos conhecimentos, incentivando-os a terem ideias próprias, estimulando-se discussões com os colegas e professores almejando o conhecimento científico (CARVALHO, 2019).

O número de aulas que são necessárias para aplicação de uma SEI dependerá das características de cada turma, ou seja, a quantidade de alunos por turma, o número de aulas disponíveis, a necessidade de aprofundamento do conteúdo para sistematizar os conhecimentos, e também prevendo se as atividades serão individuais ou em grupos, tornando lógicas as SEIs (BELLUCO e CARVALHO, 2014). Todas as SEIs deste trabalho foram elaboradas para que possam ser aplicadas em quatro horas-aulas, quantidade considerada viável para a utilização durante o ano letivo. Ainda, as SEIs abordam a biotecnologia de maneira independente e, embora os assuntos sejam complementares, o professor pode escolher a SEI que melhor o atenda, assim como pode optar por aplicar todas as SEIs do *ebook*.

Segundo Carvalho (2019) ao se planejar uma SEI deve-se levar em conta alguns elementos fundamentais em sua construção, que são:

- Proposição de um problema (experimental ou teórico) contextualizando-o com o tema proposto, de modo a estimular os conhecimentos prévios dos estudantes e o levantamento de hipóteses para tentar solucionar o problema;
- Incentivo à pesquisa na busca de soluções e respostas para o problema apresentado;
- Sistematização do conhecimento pelos estudantes, através de atividades e leituras, levando-os a uma reflexão sobre o problema inicial e aprofundando os conhecimentos;
- Discussão entre colegas com mediação do professor, que são fundamentais para troca de ideias e experiências, organizando os conhecimentos científicos, e importante para se demonstrar o respeito a opiniões diversas;
- Atividade avaliativa, seja, por meio de observação, registros do professor ou atividades avaliativas, é fundamental acompanhar o desenvolvimento dos alunos.

#### **4.4.1 Sequência de Ensino Investigativa 1 – Entendendo e praticando Biotecnologia**

A primeira SEI (Figura 5) intitulada “Entendendo e praticando Biotecnologia”, tem como objetivos: Trabalhar, de forma investigativa, o conceito de BIOTECNOLOGIA para que os alunos sejam capazes de identificar como este assunto está presente e impacta o seu cotidiano e realizar um experimento básico de Biotecnologia para instigar a curiosidade e o interesse dos alunos no tema abordado. Espera-se que com essa SEI desenvolver a competência 13 e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304 (Quadro 2), destacando a temática biotecnologia.

Figura 5 - Recorte do *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa mostrando a primeira página da Sequência de Ensino Investigativa

## Sequência de Ensino Investigativa 1

### Título: Entendendo e praticando Biotecnologia

#### Objetivos:

- Trabalhar, de forma investigativa, o conceito de BIOTECNOLOGIA para que os alunos sejam capazes de identificar como este assunto está presente e impacta o seu cotidiano
- Realizar um experimento básico de Biotecnologia para instigar a curiosidade e o interesse dos alunos no tema abordado.

#### Conteúdos propostos: Biotecnologia

**Competências e habilidades conforme a BNCC:** EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

**Tempo previsto:** 4 horas-aula

Organização da SEI:

### 1ª AULA

- Levantamento de conhecimentos prévios através das seguintes questões norteadoras, através de uma história em quadrinhos.

**AULA SOBRE BIOTECNOLOGIA**

Você sabia que cientistas conseguem alterar o DNA de microrganismos através de diversas técnicas da biotecnologia para conseguir diversos produtos de interesse, como vacinas, hormônios, medicamentos, entre outros, para melhorar a qualidade de vida da sociedade?

Professora Rosalinda o que é DNA? E Biotecnologia? Nunca ouvi falar! Qual a relação entre o DNA e a Biotecnologia? O que são microrganismos? Como eles são utilizados na biotecnologia para melhorar a qualidade de vida na sociedade?

Excelentes perguntas Aninha!

E vocês? Conseguem responder as perguntas da Aninha?

Você conhece alguma tecnologia que utiliza seres vivos para benefício humano? Se sim, explique-a brevemente.

Quadro 2- Competências e Habilidades da BNCC trabalhadas nas SEIs no *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa, elaborado neste trabalho  
Fonte: elaborado pelo autor.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES CONFORME A BNCC	
<p><b>COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1</b></p> <p>Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.</p>	<p><b>EM13CNT301</b></p> <p>Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>
<p><b>COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3</b></p> <p>Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p><b>EM13CNT302</b></p> <p>Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.</p> <p><b>EM13CNT303</b></p> <p>Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p> <p><b>EM13CNT304</b></p> <p>Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, nanotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p> <p><b>EM13CNT305</b></p> <p>Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas, tecnológicas, entre outras) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p>

Na primeira aula, ao se fazer o levantamento de conhecimentos prévios e apresentar a situação problema, destacar-se-á a habilidade EM13CNT301 da BNCC, uma vez que os alunos serão estimulados a construir hipóteses e a buscarem soluções que possam responder às questões, incentivando-os a construir, a avaliar e a justificar conclusões sob uma perspectiva científica para a situação problema.

Na segunda aula, os alunos deverão fazer uma pesquisa e um experimento de extração de DNA, que envolve as habilidades EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304 da BNCC. Inicia-se a segunda aula com uma situação problema, estimulando-os a pensar e levantarem hipóteses para responder a questão e em seguida eles serão separados em grupos para pesquisarem em fontes confiáveis da internet protocolos de extração de DNA e então deverão criar uma postagem em uma rede social (Instagram ou Facebook) destacando todo o passo a passo do experimento que realizaram. Assim, essa aula tem como objetivo de ser trabalhada em grupos, estimulando-os a busca por resultados através de pesquisas, experimentos e estimular a comunicação, a divulgação de resultados, a elaborar e interpretar diferentes tipos de textos, por meio de diferentes linguagens, mídias, TDICs, promovendo debates relevantes para sociedade, promovendo divulgação científica.

Na terceira aula os alunos deverão responder as questões fixadoras da aprendizagem, objetivando tirar dúvidas e fixar os conceitos de Biotecnologia.

Na quarta aula, deverá ocorrer uma discussão geral sobre o assunto. O professor retornará às questões iniciais e a situação problema e realizará uma discussão geral sobre o assunto, mediando as respostas dos alunos. Caso perceba que seja necessário para consolidar os conceitos, o professor poderá dar uma aula sobre o assunto utilizando slides ou outro material escolhido por ele. A opção por incluir a abordagem teórica considerada tradicional pode ser uma maneira de realizar um processo de transição com o aluno e o próprio professor, nos casos em que a abordagem investigativa não tenha transcorrido como deveria, prejudicando a construção do conhecimento pelos estudantes.

#### **4.4.2 Sequência de Ensino Investigativa 2 – Técnicas da Biotecnologia e covid-19**

A segunda SEI (Figura 6) intitulada “Técnicas da Biotecnologia e covid-19” e tem como objetivos trabalhar, de forma investigativa, os conceitos de biotecnologia e vacina, compreender como se produz Vacinas e sua importância, relacionar os conceitos de Biotecnologia e Vacina e sua importância no combate à pandemia da covid-19.

Espera-se com essa SEI desenvolver a competência 13 (Quadro 2) e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304, EM13CNT307 (Quadro 2), destacando técnicas da Biotecnologia no combate a covid-19.

Figura 6- Recorte do *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa mostrando a primeira página da Sequência de Ensino Investigativo 2 – Técnicas da Biotecnologia e covid-19

## Sequência de Ensino Investigativa 2

**Título: Técnicas da Biotecnologia e COVID-19**

Conteúdos propostos: Biotecnologia; Produção de Vacina

Objetivos:

- Trabalhar, de forma investigativa, os conceitos de BIOTECNOLOGIA e VACINA;
- Compreender como se produz Vacinas e sua importância;
- Relacionar os conceitos de Biotecnologia e Vacina e sua importância no combate à pandemia da COVID-19.

Competências e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

Tempo previsto: 4 horas-aula

Organização da SEI:

**1ª AULA**

→ **Levantamento de conhecimentos prévios;**

- 1- Como vocês definem o que é Biotecnologia?
- 2- Vocês sabem o que é vacina? Pra que servem?
- 3- Qual a relação entre Biotecnologia e Vacina?
- 4- Qual a importância da vacina na pandemia do COVID-19?
- 5- Como os cientistas produzem as vacinas?

→ **Apresentando a situação problema;**

No final do ano de 2019 o mundo foi pego de surpresa com a notícia do surgimento de um novo vírus, da família dos coronavírus, o SARS-CoV-2, que deu início a uma pandemia, iniciada na cidade de Wuhan na China. Desde então, iniciou-se uma corrida pelos cientistas para descobrirem como identificar pessoas infectadas mais rapidamente, remédios e principalmente vacinas para combater o vírus. Assim, várias tecnologias vêm sendo utilizadas, especialmente a Biotecnologia (técnicas que têm permitido ao ser humano utilizar organismos para obter produtos de interesse). Diante do cenário atual da pandemia, quais técnicas da Biotecnologia vêm sendo usadas no combate ao Sars-CoV-2 (Coronavírus)?

→ **Levantamento de Hipóteses;**

Na primeira aula, os alunos primeiramente deverão ser estimulados a responder e a refletir sobre as questões de conhecimentos prévios e em seguida levantarem hipóteses para responder a situação problema proposta.

Na segunda aula, os alunos serão distribuídos em três grupos, a cada um dos quais será disponibilizado um *link* contendo um formulário com uma imagem e questões relacionadas. A partir daí, os estudantes pesquisarão e para a descoberta da técnica biotecnológica a qual a imagem se refere e como foi utilizada no combate à pandemia do covid-19.

Na terceira aula, os alunos deverão responder as questões de fixação da aprendizagem, para a fixação dos conceitos envolvendo biotecnologia e o saneamento de dúvidas.

Na quarta aula, deverá ocorrer uma discussão geral sobre o assunto. Para isso, o professor retornará às questões iniciais e a situação problema, seguindo-se a discussão, e a mediação das respostas dos alunos. E o professor poderá dar uma aula sobre o assunto utilizando slides ou outro material durante a discussão dos assuntos.

#### **4.4.3 Sequência de Ensino Investigativa 3 – Biotecnologia e produção de Vacinas**

A terceira SEI (Figura 7) tem como título “Biotecnologia e a produção de Vacinas”, cujos objetivos são: trabalhar, de forma investigativa, conceitos de BIOTECNOLOGIA e VACINA; compreender como ocorre a produção vacinas e qual a sua importância; além de relacionar os conceitos apresentados e a importância no combate à pandemia da covid-19.

Figura 7- Recorte do *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa, mostrando a primeira página da Sequência de Ensino Investigativo 3 - Biotecnologia e produção de vacinas

## Sequência de Ensino Investigativa 3

**Título: Biotecnologia e produção de Vacinas**

Conteúdos propostos: Biotecnologia; Produção de Vacinas

Objetivos:

- Trabalhar, de forma investigativa, os conceitos de BIOTECNOLOGIA e VACINA;
- Compreender como se produz Vacinas e sua importância;
- Relacionar os conceitos de Biotecnologia e Vacina e sua importância no combate à pandemia da COVID-19.

Competências e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

Tempo previsto: 4 horas-aula

Organização da SEI:

**1ª AULA**

→ Levantamento de conhecimentos prévios;

- 1- Você já teve a curiosidade de olhar seu cartão de vacina?
- 2- Quais vacinas você já tomou? Como elas foram produzidas?
- 3- Das vacinas que você tomou alguma se utiliza de técnicas da biotecnologia recombinante?

→ Apresentando a situação problema;

→ Levantamento de Hipóteses;

**Clique nos Coronavírus que estão na janela e respondam a situação problema (A situação problema está descrita no link).**



Com a aplicação dessa SEI espera-se desenvolver a competência 13 (Quadro 2) e as habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304, EM13CNT307 (Quadro 2), destacando técnicas da Biotecnologia na produção de vacinas no combate a covid-19.

Na primeira aula, os alunos primeiramente serão estimulados a responderem e a refletirem sobre as questões de conhecimentos prévios e em seguida levantarem hipóteses para responder a situação problema proposta, disponibilizada no *link* da imagem destacada. Após clicar no *link*, os alunos serão redirecionados à situação problema.

Na segunda aula, os alunos pesquisar sobre a seguinte situação norteadora: “Que vacina já tomei? Qual técnica da Biotecnologia foi utilizada nessas vacinas?” Cada aluno deverá listar qual (is) Vacina (s) do SUS já tomou, descrevendo para qual doença e qual o tipo de vacina (Atenuada, Inativada ou Recombinante). A partir daí, eles deverão destacar qual vacina foi produzida a partir da técnica Recombinante e escolher uma vacina para que produzam um Podcast, em que explicarão qual a escolha, forma de produção, , e o Podcast enviado ao grupo de WhatsApp da turma, ou divulgado em redes sociais, como o Instagram ou facebook. O *ebook* contém algumas sugestões de aplicativos que podem ser utilizados para a produção de Podcasts.

Na terceira aula, os alunos escreverão um texto destacando a importância do SUS na vacinação, quais vacinas foram administradas no aluno, as técnicas da biotecnologia recombinante utilizadas na produção das vacinas e as vantagens. Esta atividade será contabilizada como fixação de aprendizagem.

A quarta aula será reservada para discussão geral sobre o assunto. Para isso, o professor retornará às questões iniciais e a situação problema, sempre mediando as respostas dos alunos. O professor poderá dar uma aula sobre o assunto utilizando slides ou outro material.

#### **4.4.4 Sequência de Ensino Investigativa 4 – Biotecnologia e as Vacinas**

A quarta SEI (Figura 8) é intitulada “Biotecnologia e as Vacinas” e tem como objetivo compreender a importância da vacinação no combate a covid-19, trabalhando como as vacinas auxiliam no combate a covid-19.

Figura 8- Recorte do *ebook* Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa, mostrando a primeira página da Sequência de Ensino Investigativo 4 - Biotecnologia e as vacinas

## Sequência de Ensino Investigativa 4

**Título: Biotecnologia e as Vacinas**

Conteúdos propostos: Biotecnologia; Importância das Vacinas.

Objetivo: Compreender a importância da vacinação no combate a COVID-19.

Competências e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

Tempo previsto: 4 Horas- aula

Organização da SEI:

**1ª AULA**

→ Levantamento de conhecimentos prévios;

1- Como vocês acham que as vacinas agem no organismo?  
2- Para vocês qual a importância da vacinação para se proteger a população contra doenças infecciosas?

→ Apresentando a situação problema;  
→ Levantamento de Hipóteses;

Analise o título da reportagem abaixo.

**Pesquisadores do Butantan combinam técnicas de biotecnologia para formular vacina contra COVID-19**

ZIEGLER MF Pesquisadores do Butantan combinam técnicas de biotecnologia para formular vacina contra COVID-19 Agência Fapesp. & maic 2020. Disponível em <http://agencia.fapesp.br/pesquisadores-do-butantan-combinam-tecnicas-de-biotecnologia-para-formular-vacina-contracovid-19/33082/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

Em 2020, a produção de uma vacina para combater a covid-19 foi muito requisitada. Diversas instituições ao redor do mundo se dedicaram ao desenvolvimento de uma vacina eficaz contra o novo coronavírus. Quais as vantagens de ter tantos estudos para a produção da vacina contra a covid-19?

Nesta primeira aula os alunos primeiramente deverão ser estimulados a responder e refletir sobre as questões conhecimentos prévios e em seguida deverão ser estimulados a levantarem hipóteses para responder a situação problema proposta.

**2ª AULA**

Com a pandemia do novo coronavírus começou uma corrida contra o tempo na busca de uma vacina para combater a pandemia, surgiram diversas pesquisas e chegaram a algumas vacinas. Faça uma pesquisa sobre vacinas da Covid-19 que usam técnicas da biotecnologia e como se utilizam essas técnicas em sua produção. Produzam um mapa mental com as principais vacinas biotecnológicas no combate ao Covid-19 e divulguem em uma rede social (Instagram, WhatsApp, Youtube ou facebook).

24

Espera-se com essa SEI desenvolver as seguintes a competência 13 (Quadro 2) e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304, EM13CNT307 (Quadro 2), destacando técnicas da Biotecnologia na produção de vacinas no combate a covid-19.

Na primeira aula, os alunos devem ser estimulados a responderem e a refletirem sobre as questões de conhecimentos prévios e em seguida levantarem hipóteses para responder a seguinte situação problema:

**“Pesquisadores do Butantan combinam técnicas de biotecnologia para formular vacina contra covid-19**

ZIEGLER MF Pesquisadores do Butantan combinam técnicas de biotecnologia para formular vacina contra covid-19 Agência Fapesp. & maic 2020.

Disponível em <http://agencia.fapesp.br/pesquisadores-do-butantan-combinam-tecnicas-de-biotecnologia-para-formular-vacina-contracovid-19/33082/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

Em 2020, a produção de uma vacina para combater a Covid-19 foi muito requisitada. Diversas instituições ao redor do mundo se dedicaram ao desenvolvimento de uma vacina eficaz contra o novo coronavírus. Quais as vantagens de ter tantos estudos para a produção da vacina contra a covid-19?”

Na segunda aula, os alunos realizarão uma pesquisa a partir da seguinte situação norteadora: “Com a pandemia do novo coronavírus começou uma corrida contra o tempo na busca de uma vacina para combater a pandemia. Surgiram diversas pesquisas e algumas vacinas criadas. Faça uma pesquisa sobre a produção e utilização de vacinas contra a Covid-19 que usam técnicas da biotecnologia. Construam um mapa mental com as principais vacinas biotecnológicas utilizadas no combate a Covid-19 e divulguem-no nas redes sociais (Instagram, WhatsApp, Youtube ou *facebook*)”.

Na terceira aula, os alunos responderão questões fixadoras de aprendizagem.

Na quarta aula, será realizada uma discussão geral sobre o assunto. O professor retornará às questões iniciais e a situação problema e discutirá e mediará as respostas dos alunos relacionadas a biotecnologia e vacinas. E o professor poderá dar uma aula sobre o assunto utilizando slides ou outro material durante a discussão dos assuntos.

## 5 DISCUSSÃO

A criação do *ebook* “Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio – Uma Abordagem Investigativa”, é de extrema relevância para o cenário atual do ensino de biologia na educação básica. Isso porque, a Biotecnologia é um ramo da Biologia de importância diária para a população, devido a sua inclusão em diversos campos da indústria. Os fundamentos sobre Biotecnologia devem ser discutidos diversas vezes durante o ensino básico, levando em conta o aprofundamento de cada etapa (XAVIER, 2016). Nesse sentido, o *ebook* desenvolvido nesse trabalho aborda um tema relevante para o cenário atual: técnicas da Biotecnologia utilizadas no combate a covid-19.

O *ebook* é voltado para professores do Ensino Médio, objetivando expandir o Ensino Investigativo nas escolas públicas, através de Sequências de Ensino Investigativas sobre técnicas da Biotecnologia, que incentivem a autonomia e o protagonismo estudantil. O material elaborado apresenta novas práticas pedagógicas que podem ser desenvolvidas com os estudantes que oportunizam sua participação, estimulando os estudantes a conhecerem os conteúdos relacionados aos processos biotecnológicos e refletindo sobre questões sociais (ALVES, 2020; SOUZA & CONTE, 2020). A estruturação do *ebook* está em conformidade com a BNCC, que define este assunto como de suma importância, devendo ser assegurados e aplicados estudos envolvendo Biotecnologia durante o Ensino Médio (PELIZZARI; DA SILVA; FELIPE, 2022).

As quatro sequências de ensino, ao considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, incentiva-os a aplicar os conhecimentos adquiridos no seu dia a dia e a resolverem as problematizações propostas. Tal fato permite uma aprendizagem contextualizada, viabiliza as aulas tornando-as atrativas e motivadoras. Ao mesmo tempo, utiliza-se em menor quantidade a abordagem teórico-expositiva, tornando os estudantes protagonistas do processo de ensino-aprendizagem, dando-os autonomia e aproximando-os dos conteúdos abordados e assim provocando uma mudança no sistema educacional (DA PAIXÃO & LIMA, 2021).

As SEIs desenvolvidas no *ebook*: “Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio – Uma Abordagem Investigativa”, possuem estrutura similar à de outras sequências didáticas elaboradas e disponíveis na literatura, como a desenvolvida por Drehmer-Marques *et al.* (2022), que aplicaram uma sequência didática investigativa (SDI) sobre a qualidade da água e suas propriedades físico-químicas e biológicas nos diferentes açudes do Instituto Federal Farroupilha (IFFar) em uma turma do 2º Ano do Ensino Médio, localizada em uma cidade da região central do Rio Grande do Sul, no componente curricular de Biologia. A SDI proposta

pelos autores iniciou-se com a apresentação de um problema a ser investigado, o que permitiu aos estudantes explicar e argumentar sobre o assunto proposto (MOTOKANE, 2015). Além disso, as questões norteadoras utilizadas durante a SDI auxiliaram os estudantes em seus resultados e discussões. Ao final da SDI os professores perceberam aceitação positiva, engajamento nas atividades, motivação e protagonismo dos estudantes através da metodologia investigativa utilizada.

Considerando a análise feita por Drehmer-Marques; Secretti; Lunardi (2022), as SEI elaboradas neste trabalho possuem uma proposta e uma estruturação similares, incentivando o ensino investigativo por problematização, questões norteadoras e estímulo à utilização de TDICs. Portanto, considera-se que o *ebook* elaborado neste trabalho possui potencial para propiciar um ensino investigativo. Tanto a SDI proposta por Drehmer-Marques; Secretti; Lunardi (2022), quanto as SEIs propostas neste *ebook*, levaram os estudantes a construir uma hipótese, a buscar respostas através de experimentos e pesquisas, além de discutir e analisar os resultados obtidos (MOREIRA; SOUZA; ALMASSY, 2014).

Através da aplicação de uma SDI sobre saúde para estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola de São Paulo, Nascimento *et al.* (2017) mostraram que os estudantes deveriam: levantar hipóteses, pesquisar, argumentar e apresentar resultados. Essa proposta é semelhante a apresentada no presente estudo. A aplicação das SDI mostra que a maioria dos estudantes são capazes de levantar hipóteses corretas, porém, ainda tem dificuldades de argumentação e de apresentação oral de suas hipóteses e pesquisas, o que pode significar maior necessidade de estimular a discussão entre alunos/professores e alunos/alunos, pois, a argumentação é fundamental em todos os âmbitos sociais e do dia a dia de todas as pessoas na sociedade (LEMES, 2013).

Em proposta semelhante a apresentada neste estudo, Vinturi, *et al.* (2012) após desenvolverem uma SDI sobre o método científico para os estudantes do 1º Ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual de São Paulo observaram diversos pontos negativos e positivos em relação a SDI. Entre os negativos, destacaram que vários alunos não leram os enunciados propostos e copiaram a resposta dos colegas. Entre os pontos positivos, destacaram que a maioria dos alunos conseguiram compreender as etapas do método científico e foram capazes de realizar diversas analogias.

Pinheiro, Costa e Silva (2013) desenvolveram uma SDI em uma Escola Estadual da cidade de Natal-RN com alunos do 3º Ano do Ensino Médio sobre o Sistema ABO. A SDI possuía cinco etapas: aplicação de questionário pré-teste “O que penso?”; uso de texto de

divulgação científica, para aprofundar os conteúdos e atividade experimental sobre tipagem sanguínea como situação problema, além do uso de um jogo para a consolidação e recursividade do conhecimento apresentado; aplicação de questionário pós-teste “como é?”. É, portanto, clara a similaridade da SDI apresentado por Pinheiro, Costa e Silva (2013) com as que compõem o *ebook* proposto nesta dissertação. A SDI aplicada por Pinheiro, Costa e Silva (2013) permitiu observar que a utilização de situações problemas e discussões sobre o tema proporcionam a participação ativa dos estudantes e a compreensão do tema apresentado, favorecendo a interação entre aluno e professor e aluno-aluno. Estudos como este evidenciam que ao iniciar uma atividade experimental por uma situação problema permite levantar hipóteses e buscar respostas e, conseqüentemente, melhora a aprendizagem dos conteúdos apresentados.

Sequências didáticas não baseadas no ensino por investigação, mesmo utilizando TDICs geralmente necessitam de melhoria para maior compreensão dos estudantes. Desta forma, mesmo as TDICs, no ensino atual, mostrando melhorias em estimular a aprendizagem dos alunos e de permitir interação entre eles não apresenta o mesmo índice de aprendizagem o que ressalta a importância do ensino investigativo (Ribeiro et al., 2020). De fato, as SD desenvolvidas com recursos tecnológicos mostram potencial para modificar o ambiente de estudo, na busca de construção do conhecimento de forma inovadora, motivando e desenvolvendo habilidades cognitivas nos estudantes. Porém, observa-se que a SDs que não proporcionam ensino investigativo, baseadas em propostas tradicionais de ensino, onde o professor é o detentor do conhecimento (De Almeida *et al.* 2015), é bem distinta das SEIs propostas no *ebook* apresentado nesta dissertação, em que o aluno é estimulado a buscar respostas, sendo protagonista de sua aprendizagem.

A construção de um *ebook* interativo em biotecnologia, ao invés de um exemplar impresso foi intencional, para tornar o produto mais atraente aos estudantes. O livro em formato eletrônico também foi a escolha de Sanches (2017), um *ebook* como recurso pedagógico interativo que inclui: Integração do Livro Eletrônico (*ebook*) e da Realidade Aumentada (RA) no ensino da Matemática, como material didático para os alunos do 3º ciclo do Ensino Secundário. Esse formato foi fortemente aceito pelos alunos e despertou interesse e curiosidade, que foi atribuído ao interesse dos alunos por tecnologia e fatores como a praticidade e comodidade (Sanches, 2017).

Portanto, o *ebook* “Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio – Uma Abordagem Investigativa”, possui potencial para ser utilizado por professores do Ensino Médio como

recurso pedagógico-digital no ensino de biotecnologia, por apresentar etapas fundamentais do ensino investigativo, que estimulam o protagonismo dos estudantes.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho produziu um *ebook* como recurso didático pedagógico interativo por meio de TDICs para contribuir com o ensino de Biotecnologia para alunos do 3º ano do Ensino Médio, com quatro sugestões de SEIs investigativas.

O produto didático foi desenvolvido após diversas pesquisas artigos, figuras e vídeos sobre Biotecnologia em bancos de dados de artigos científicos, bem como em sites de notícias, e podem ser utilizados no ensino sobre o tema.

O produto didático pedagógico traz uma breve reflexão sobre o Ensino Investigativo e da importância da problematização neste modelo de ensino. Destaca-se, também, que o ebook mostra como utilizar a BNCC no Ensino Investigativo e do ensino de Biotecnologia no Ensino Médio e seus desafios.

O *ebook* possui quatro sugestões de SEI's com temáticas da biotecnologia, contextualizando-as com a pandemia da covid-19 e elaboradas conforme as competências e habilidades da BNCC. Para construção das SEI's, levou-se em consideração alguns elementos fundamentais do Ensino Investigativo, como a proposição de um problema, o levantamento de hipóteses, o incentivo à pesquisa, a sistematização do conhecimento, o diálogo através da discussão dos assuntos trabalhados.

Todas as quatro sugestões de SEI's são eficientes, qualquer uma pode ser utilizada no ensino investigativo, pois, buscam incentivar o protagonismo dos estudantes.

O ebook foi produzido no software CANVA e será disponibilizado aos usuários em PDF.

De acordo com a revisão bibliográfica o *ebook* possui grande potencial como recurso tecnológico pedagógico, e as SEIs sugeridas podem ser utilizadas por professores do Ensino Médio, pois, possuem todos os requisitos de uma sequência investigativa supracitada em diversos artigos, dissertações e teses, que destacam a importância do ensino investigativo na construção do conhecimento pelos estudantes.

Embora as SEIs não tenham sido aplicadas, a estruturação das mesmas e os efeitos conhecidos de abordagens investigativas no ensino, faz com que este trabalho incentive a busca por alternativas de metodologias de ensino que incentivem a autonomia do aluno, que os levem a pensar, refletindo sobre problemas do cotidiano, que consigam desenvolver a capacidade de criticar e discutir assuntos importantes da atualidade, tornando-os protagonistas de sua aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. R. M. Pandemia da covid-19 e demandas de atuação docente. Revista **Diálogos Acadêmicos**, v. 9, n. 1, 2020.

ALVES, L. C. **O ensino da biotecnologia na UFAM**. 122p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) –Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, 2020.

ANDRADE, J.P.; SARTORI, J. **Educação que faz sentido para a vida: metodologia de contextualização da aprendizagem**. São Paulo: Atina, 2016.

ARAUJO, L.F.L. **Criação e uso de um e-book animado e interativo para ensino de eletricidade com ênfase no choque elétrico causado por “tensão de passo”**. Dissertação de mestrado. Programa Mestrado Profissional de Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Natal, RN.2017.

ARAÚJO, C.V.; ARAÚJO, C.V; LIMA, G.A.C. Ensino Remoto na Educação Pública de Nazarezinho – PB: Desafios Docentes. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E), 5, 2020, João Pessoa. **Anais. João Pessoa: SBC**, 2020. p.31- 39.

BARROS, Fernanda Costa; DE PAULA VIEIRA, Darlene Ana. Os desafios da educação no período de pandemia. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 826-849, 2021.

BASTOS, A. M. G. L. *et al.* **A construção do livro didático na EAD/Ensp: normas para os autores**. Rio de Janeiro: Fiocruz/ENSP/EAD, 2010.

BELLUCCO, A.; de CARVALHO, A. M. P. Uma proposta e sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n.1, p.30-59, abril, 2014.

BENÍCIO, C. D.; SILVA, A. K. A. DA. Do livro impresso ao e-book: o paradigma do suporte na Biblioteca Eletrônica. **Biblionline**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 1–14, 2005.

BOZKURT, Aras; SHARMA, Ramesh C. Ensino remoto emergencial em tempos de crise global devido à pandemia do CoronaVirus. **Asian Journal of Distance Education**, v. 15, n. 1, pág. i-vi, 2020.

BRAGA, D. B.; RICARTE, I. L. M. **Letramento e tecnologia**. Campinas: CEFIEL/IEL/UNICAMP, 2005. E-book.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em:<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>acesso em: 06 de nov. 2021.

BRUNO, A.N. **Biotecnologia I: princípios e métodos**. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A M. P. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: **Cengage Learning Edições Ltda**, 2014.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). O ensino de Ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativas. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: **CENCAGE Learning**, 2019.

CONCEIÇÃO, F. P.; PERON, A. P. Engenharia genética: um olhar dos professores de Biologia de instituições públicas e privadas do ensino médio. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 3, p. 281, 2012.

DIAS, C. A. **Hipertexto: evolução histórica e efeitos sociais**. Ciência da informação. Brasília, v. 28, n. 3, p. 269-277, 1999.

DIREITO, I. C. N. et al. Conhecimento Científico em Biotecnologia de estudantes do Ensino Médio de escolas públicas na zona oeste do Rio de Janeiro/RJ. **Revista Práxis**, v. 6, n. 11, 2014.

DA PAIXÃO/O, M. V. A.; DA SILVA LIMA, S. T. Sequência Didática Investigativa Como Estratégia Para O Fortalecimento Do Processo De Ensino-Aprendizagem Em Biologia Mediada Por Temas Geradores E Inovações Tecnológicas. VII CONEDU - Conedu em Casa. Campina Grande: **Realize Editora**, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/80984>>. Acesso em: 12/07/2022 15:13

DE ALMEIDA, C. M. M.; LOPES, L. A.; LOPES, P. T. C. Sequências didáticas eletrônicas no ensino do corpo humano: comparando o rendimento do ensino tradicional com o ensino utilizando ferramentas tecnológicas. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 2, 2015.

DREHMER-MARQUES, K. C.; SECRETTI, E.; LUNARDI, L. Análise da qualidade da água: implementação de uma seqüência didática investigativa. **Vivências**, v. 18, n. 36, p. 241-259, 2022.

FABRIN, S. et al. CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO ANATÔMICO DOS PLANOS E EIXOS DO CORPO HUMANO POR MEIO DE LIVRO ELETRÔNICO-EBOOK. **SIED: EnPED-Simpósio Internacional de Educação a Distância e Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância**, 2014.

FEDOCE, R. S.; SQUIRRA, S. C. A tecnologia móvel e os potenciais da comunicação na educação. **Logos**, v. 18, n. 2, p. 267–278, 2011.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L.H. Espaço Interativo de Argumentação Colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência**. v. 19, n. E2658, p. 1-25, 2017.

FERREIRA, L. F. S.; SILVA, V. M. C. B. O uso do aplicativo Canva Educacional como recurso para avaliação da aprendizagem na Educação Online. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e707986030-e707986030, 2020

FONSECA, V.B.; BOBROWSKI, V.L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 17, n. 2,p. 496-509, 2015.

FONTANA, F. F.; CORDENONSI, A. Z. TDIC como mediadora do processo de ensino-aprendizagem da arquivologia. **Ágora**, [s.l.], v. 25, n. 51, p. 101-131, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/13578>>. Acesso em: 22 set. 2020.

- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ªed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GONÇALVES, P. A. R. *ebook* como um dispositivo pedagógico no ensino e na aprendizagem da biologia e da geologia: um estudo com alunos do 11.º ano. Tese de doutorado em Educação. **Departamento de Ciências da Educação e do Patrimônio, Universidade Portuguesa**, Porto. 2014.
- GONÇALVES, L. M.; GAMBARATO, V. T. S. A Importância Da Tecnologia Da Informação E Comunicação Digital E Suas Ferramentas Nas Aulas Remotas Do Ensino Superior Durante A Pandemia. **In: IX JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2020.
- GUIMARÃES, E. G.; BARIN, C. S. Canva e Quizlet: Ferramentas viáveis para o ensino de Inglês em tempos de Pandemia. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 9, n. 1, 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Água Boa, Minas Gerais. 2021. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/agua-boa.html>> Acesso em: 28 dez. 2021.
- KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.
- KLEIN, T. A. S. **Perspectiva Semiótica Sobre O Uso De Imagens Na Aprendizagem Significativa Do Conceito De Biotecnologia por Alunos do Ensino Médio**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina PR. 2011.
- KLEIN, T. A.S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de representação e teoria da aprendizagem significativa: possíveis interconexões na construção do conceito de biotecnologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 14, n. 2, p. 137-152. 2012.
- KOEPPE, C. H. B; RIBEIRO, M. E. M; CALABRÓ, L. Por um Ensino investigativo: concepções docentes acerca da pesquisa como atitude e como estratégia pedagógica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 3, p. 64-83, 2020.
- KRASILCHIC, M. **Prática de ensino de biologia**. 4ª ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.
- KRESS, G. Multimodality. Multiliteracies: Literacy learning and the design of social futures. **Multiliteracies: Literacy Learning and the Design of Social Futures**. Melbourne: Macmillan, 2000.
- LEMES, N. **Argumentação, livro didático e discurso jornalístico: vozes que se cruzam na disputa pelo dizer e silenciar**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2013.
- LIMA, E. H. M. As tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) na prática docente. **FORPED/UFVJM**, v. 75, 2012.
- LUDOVICO, F. M.; MOLON, J.; BARCELLOS, P. D. S. C. C.; FRANCO, S. R. K. Covid-19: desafios dos docentes na linha de frente da educação. **Interfaces Científicas Educação**, v. 10, n. 1, p. 58-74, 2020.

LUNA, A. A. O Uso Da Tecnologia Digital Da Informação E Comunicação Como Ferramenta Didática Para O Ensino De Biologia Celular No Ensino Médio. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 2, n. 4, p. 1-12, 2021.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.

MELO, I. V. As consequências da pandemia (covid-19) na rede municipal de ensino: impactos e desafios. 2020. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Docência no Ensino Superior) – Campus Ipameri, Instituto Federal Goiano, Ipameri, 2020.

MENDONÇA, B. Como funciona o Mobile Learning? Edools, 2016. Disponível em <<https://www.edools.com/mobile-learning/>> Acesso em: 05 de maio de 2020.

MERIJE, W. **Mobimento: Educação e Comunicação Mobile**. 1ª ed. São Paulo - SP: Editora Peirópolis, 2012.

MORAES, F. N.; NETO, A. L. M.; MORAIS, W. R. O não-lugar da biotecnologia e a pandemia da Covid-19 no Brasil. **Gláuks-Revista De Letras E Artes**, v. 21, n. 01, p. 303-326, 2021.

NASCIMENTO, A.P. et al. A construção de uma sequência didática investigativa com o tema 'saúde': um relato do PIBID-Biologia da UFABC (The construction of an investigative didactic sequence with the 'health' theme: A report of Pibid-Biologia da UFABC). **Crítica Educativa**, v. 3, n. 2, p. 727-738, 2017.

PALÚ, J.; SCHÜTZ, J. A.; MAYER, L. **Desafios da educação em tempos de pandemia**. Cruz Alta: Ilustração, v. 324, 2020.

PEDRANCINI, et al. Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 135-146, 2008.

POSSA, A. A. D. C.; DOS SANTOS, B. C.; PADRE, D.; LEAL, E.; FREITAS, E. D. A.; AGATTI, F. A. D. S.; ALVES, M. R. Iniciativas comportamentais para redução da evasão escolar dos jovens de 15 a 29 anos em tempos de pandemia. **Boletim Economia Empírica**, v. 1, n. 4, 2020.

REGO, E. C. M.; NEGRO-DELLACQUA, M.; LIMA, K.M. Ensino por investigação no processo de aprendizagem no ensino de ciências: revisão de literatura. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 42, p. 59-68, 2019.

RIBEIRO, A. C; COSCARELLI, C. V. **Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas**. Autêntica, 2017.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. d. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G. S. DE; ALMASSY, R. C. B. As atividades investigativas e a resolução de problemas no ensino de biologia: limites e possibilidades. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v. 1 n. 7, p. 4782-4793, 2014.

MOTOKANE, M. T. Sequências Didáticas Investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, v. 17, p. 115-137, 2015.

PELIZZARI, A.; DA SILVA, I. S.; FELIPE, M. S. S. Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio. **Concilium**, v. 22, n. 4, p. 230-247, 2022.

PEREIRA, Marília Soares et al. Sequência de ensino investigativa sobre o bioma Cerrado: uma proposta para o letramento científico. 169 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências)- Universidade Estadual de Goiás, 2021.

PINHEIRO, S. A.; COSTA, IAS da; SILVA, F. M. Aplicação e teste de uma sequência didática sobre sistema sanguíneo ABO no ensino médio de biologia. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013.

RIBEIRO, L. C. L. C., et al. Sequência didática sobre genética utilizando Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) para alfabetização científica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e143921786-e143921786, 2020.

RODRIGUES, W. **Metodologia Científica**. FAETEC/IST Paracambi. 2007.

SÁ NETO, C. C. *et al.* Tópicos de biotecnologia uma perspectiva nos livros didáticos de biologia do ensino médio a partir do PNLD. **Acta Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 39-56, 2020.

SANCHES, J. M. J. **Desenvolvimento de um recurso pedagógico interativo: integração do livro eletrônico (ebook) e da Realidade Aumentada (RA) no ensino da matemática**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web) – Universidade Aberta, Lisboa, 2017,.

SANTOS, E. F.; SANTOS, S. S. C. Biotecnologia na sala de aula: aprendizagem através do jogo didático “bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese”. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 76-95, 2020.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetización Científica, Enseñanza Por Investigación Y Argumentación: Relaciones Entre Las Ciencias De La Naturaleza Y La Escuela. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

SEGALLA, Juliana Facco. Design gráfico e prática docente: uma análise projetual de livros didáticos do EAD/UFSM. 2018.

SILVA, A. C. A; SOUZA, G. A. P; MORAES, J. O. F. Os Livros Didáticos de Química: uma Análise das Atividades Investigativas. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 2, n. 4, p. 1-19, 2019.

SOARES, L. V.; COLARES, M. L. I. S. Educação e tecnologias em tempos de pandemia no Brasil. **Debates em educação**, v. 12, n. 28, p. 19-41, 2020.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018.

SOUZA, E. P. Educação em tempos de pandemia: desafios e possibilidades. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, p. 110-118, 2020.

SOUZA, M. C. M.; ALMEIDA, SA de. O livro didático como instrumento para o desenvolvimento de um ensino de Ciências por investigação. **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–X ENPEC**, p. 10-14, 2015.

SOUZA, A. M.; CONTE, H. Ciência acessível: o ensino de biotecnologia para estudantes do Ensino Médio através de projetos de extensão universitária. **Saber Científico**, n. 1, v.9, p.152-159, 2020.

TEIXEIRA, V. L. M. O.; SOUSA, M. A.; NAVARRO, L. C.; RODRIGUES, A. L. Aula remota no Ensino Médio frente à pandemia da COVID 19: uma revisão bibliográfica. **Interfaces do Conhecimento**, v. 2, n. 3, p. 1-18, 2020

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 12ª Ed. Artmed, 2017.

VINTURI, E. F. *et al.* Ensino por meio da investigação científica: sequência didática 'a caixa de pandora' aplicada por alunos do PIBID-Biologia da UFABC na EE Amaral Wagner (Santo André-SP). **Revista da SBEnBio**, v. 5, p. 1-8, 2012.

XAVIER, C. S. A frequência de questões relacionadas biotecnologia e tecnologias do DNA no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e sua importância no ensino básico. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 6, n. 04, p. 94-110, 2016.

ZÔMPERO, A. D. F; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências: Um diálogo com a teoria da Aprendizagem significativa**. 1ª ed. Appris Editora, 2016.

ZÔMPERO, A.D.F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ZÔMPERO, A. *et al.* Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. **Debates em Educação**, v. 11, n. 25, p. 222-239, 2019.

## ANEXO A



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Elaboração de Ebook multimídia e interativo como um recurso de tecnologia digital de informação e comunicação para o ensino de biotecnologia

**Pesquisador:** MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 41913320.7.0000.5147

**Instituição Proponente:** Campus Avançado Governador Valadares -UFJF

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.690.534

#### Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto está clara, detalhada de forma objetiva, descreve as bases científicas que justificam o estudo, estando de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, item III

#### Objetivo da Pesquisa:

Os Objetivos da pesquisa estão claros bem delineados, apresenta clareza e compatibilidade com a proposta, tendo adequação da metodologia aos objetivos pretendido, de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013, item 3.4.1 - 4.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios descritos em conformidade com a natureza e propósitos da pesquisa. O risco que o projeto apresenta é caracterizado como risco mínimo e benefícios esperados estão adequadamente descritos. A avaliação dos Riscos e Benefícios está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, itens III; III.2 e V.

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N  
**Bairro:** SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.690.534

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, ressarcimento com as despesas, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a,b,d,e,f,g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPes. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: dezembro de 2021.

#### **Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições

<b>Endereço:</b> JOSE LOURENCO KELMER S/N	
<b>Bairro:</b> SAO PEDRO	<b>CEP:</b> 36.036-900
<b>UF:</b> MG	<b>Município:</b> JUIZ DE FORA
<b>Telefone:</b> (32)2102-3788	<b>Fax:</b> (32)1102-3788
	<b>E-mail:</b> cep.propesq@uffj.edu.br



Continuação do Parecer: 4.690.534

definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional N°001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1680784.pdf	08/04/2021 00:59:50		Aceito
Folha de Rosto	FolhaRostoMarcelo.pdf	08/04/2021 00:59:34	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
Outros	RespostaComentarios_s3.pdf	07/04/2021 13:21:42	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEpaisResponsaveis_s3.pdf	07/04/2021 13:21:32	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_s3.pdf	07/04/2021 13:21:22	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Escola.pdf	24/02/2021 14:01:58	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	23/02/2021 15:35:19	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_s2.pdf	23/02/2021 15:35:08	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DeclaracaoInfraestrutura.pdf	23/02/2021 15:32:11	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_MaiorIdade_s2.pdf	23/02/2021 15:31:47	MARCELO NAGEM VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
Outros	Questionarios.pdf	08/01/2021	MARCELO NAGEM	Aceito

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N

**Bairro:** SAO PEDRO

**CEP:** 36.036-900

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)2102-3788

**Fax:** (32)1102-3788

**E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.690.534

Outros	Questionarios.pdf	16:39:19	VALERIO DE OLIVEIRA	Aceito
--------	-------------------	----------	---------------------	--------

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JUIZ DE FORA, 04 de Maio de 2021

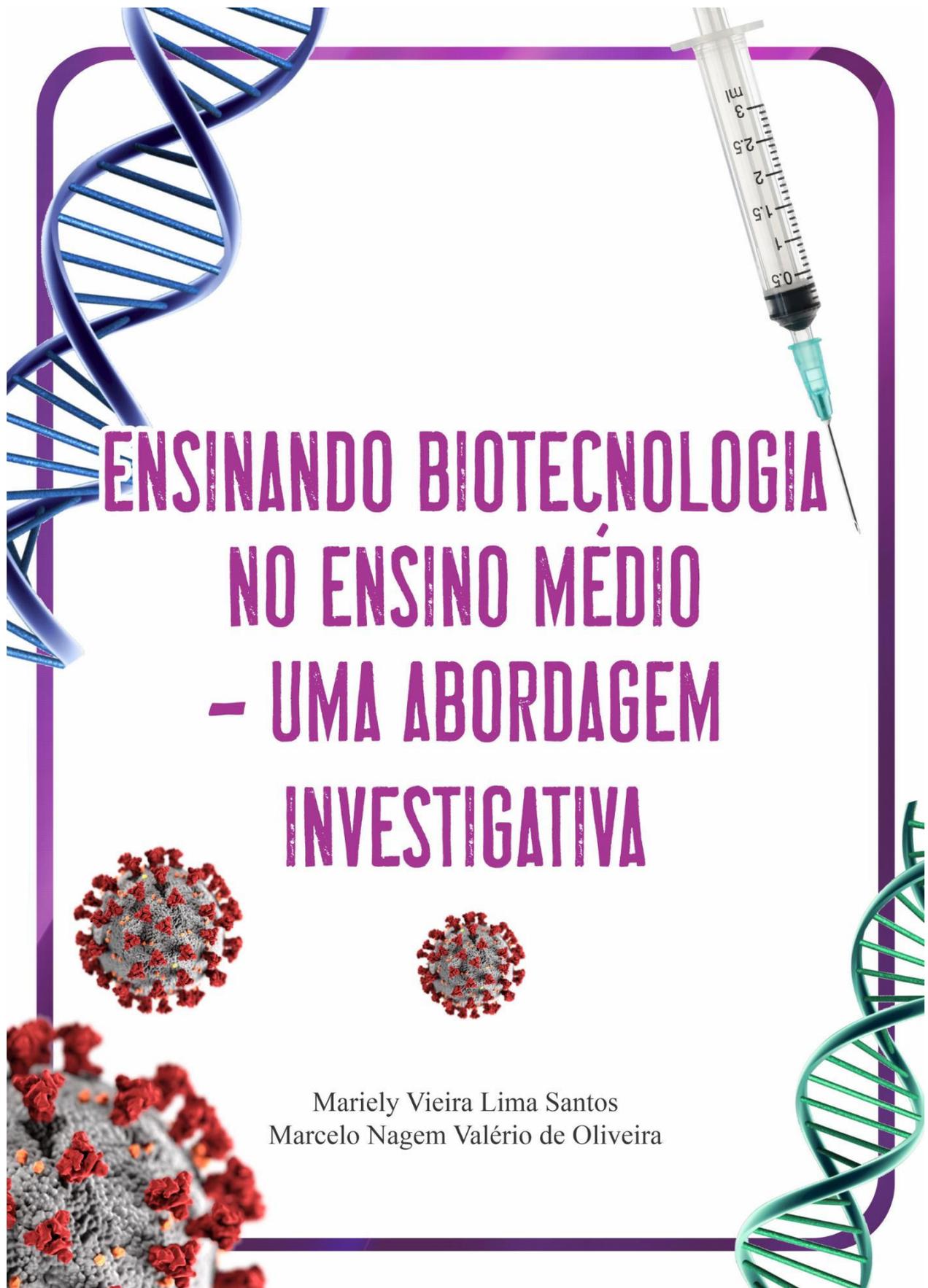
---

**Assinado por:  
Jubel Barreto  
(Coordenador(a))**

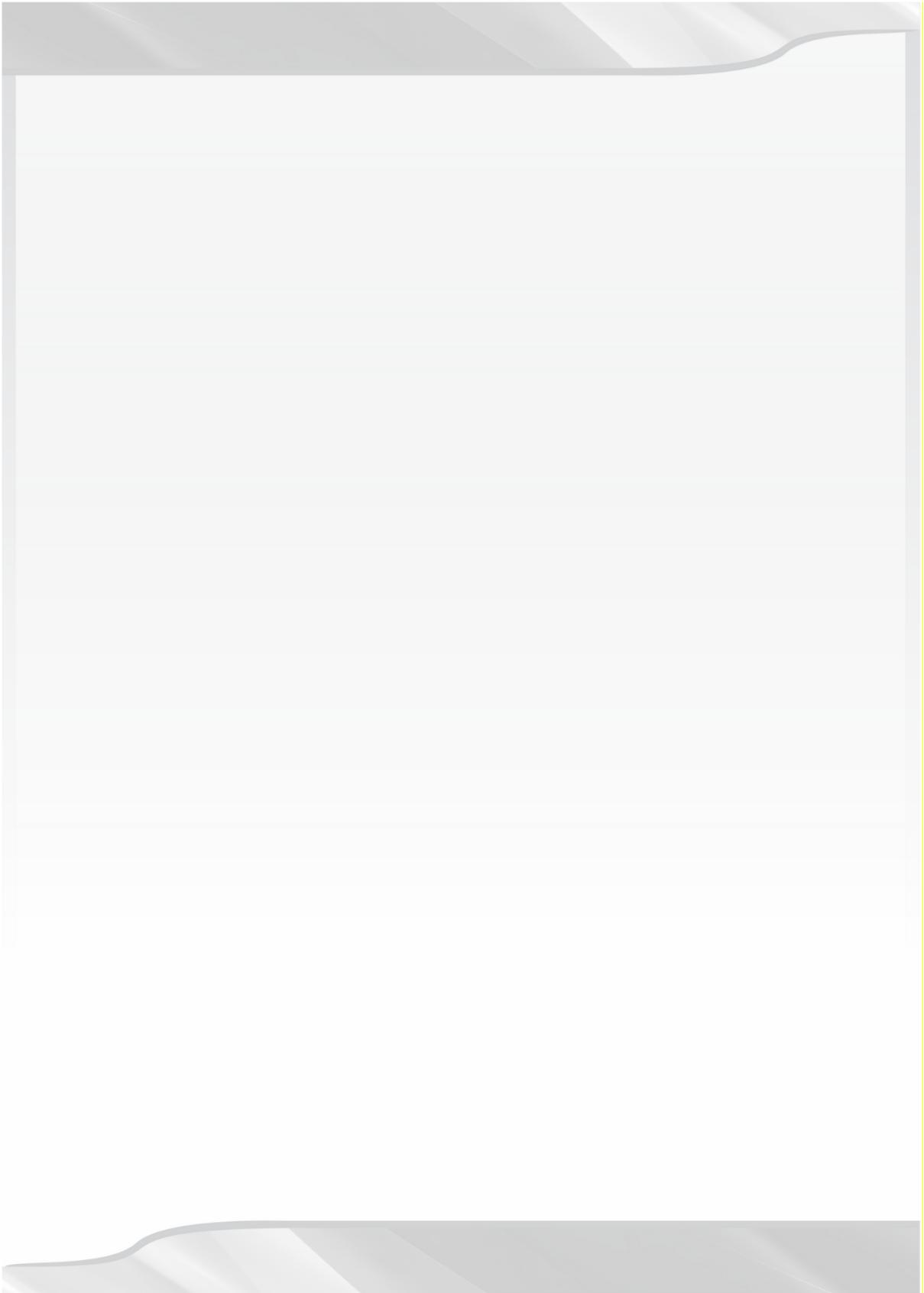
**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N  
**Bairro:** SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br

## APÊNDICE A





Mariely Vieira Lima Santos  
Marcelo Nagem Valério de Oliveira



**Autora:****Mariely Vieira lima Santos**

- Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de Uberaba – UNIUBE.
- Mestranda em Ensino de Biologia pelo Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO pelo polo da Universidade Federal de Juiz de Fora Campus Governador Valadares.
- Professora de Ciências e Biologia na Escola Estadual Adão Marques das Aleluias da rede Estadual de Minas Gerais.

**Coautor:****Marcelo Nagem Valério de Oliveira**

- Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa
- Mestre e doutor em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Juiz de Fora
- Docente de Microbiologia da Universidade Federal de Juiz de Fora-campus Governador Valadares
- Docente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora-campus Governador Valadares

## Agradecimentos

Às instituições que tornaram possível a realização do presente produto:

Escola Estadual Adão Marques das Aleluias



PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



Universidade Federal de Juiz de Fora Campus Governador Valadares



Universidade Federal de Minas Gerais.



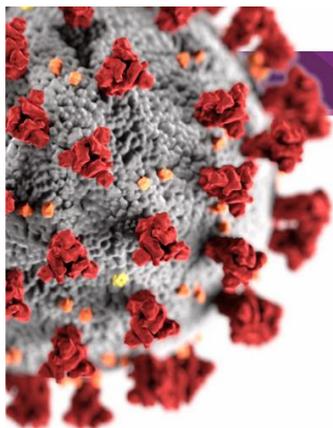
Capes- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior



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

“Você não pode ensinar nada a ninguém, mas pode ajudar as pessoas a descobrirem por si mesmas.”

Galileu Galileiu



# SUMÁRIO

1 O QUE É O ENSINO INVESTIGATIVO?.....	1
1.1 O Ensino por Investigação.....	1
1.2 Problematização no Ensino Investigativo.....	2
1.3 Como Utilizar a BNCC no Ensino Investigativo.....	3
2 O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO – DESAFIOS.....	5
3 CONHEÇA O EBOOK (ESTRUTURA).....	6
3.1 O Que São Sequências de Ensino Investigativas.....	6
3.2 Recursos.....	7
3.3 Avaliação das Sequências de Ensino Investigativas.....	8
4 SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS.....	9
Sequência de Ensino Investigativa 1.....	9
Sequência de Ensino Investigativa 2.....	15
Sequência de Ensino Investigativa 3.....	20
Sequência de Ensino Investigativa 4.....	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27



# APRESENTAÇÃO



Me chamo Mariely Vieira Lima Santos, sou professora de Ciências/ Biologia da rede estadual de ensino, da Escola Estadual Adão Marques das Aleluias da cidade de Água Boa, Minas Gerais. Pensando nos professores da educação que possuem dificuldades no ensino de Biotecnologia, esse *ebook* foi desenvolvido com o objetivo de ser uma ferramenta para trabalhar este tema de forma investigativa com os alunos.

O ensino de Biotecnologia é um desafio para os professores de Biologia no Ensino Médio por ser abstrato, de difícil compressão pelos alunos, além de seus conceitos virem muitos resumidos nos livros didáticos, não destacando sua importância na sociedade. Em um contexto de pandemia do coronavírus do SARS-CoV-2, elaboramos este *ebook* multimídia de caráter investigativo para contextualizar técnicas da Biotecnologia como: DNA Recombinante, Uso Do Vírus Na Transgenia e Produção De Vacinas Genéticas. Todas essas técnicas foram importantes no combate a pandemia e são abordadas por meio de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) que são baseadas na metodologia de Ensino por Investigação, que é o pilar da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e incentiva o protagonismo dos alunos na construção do conhecimento.

Este trabalho é um produto produzido a partir da Dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia/ PROFBIO, intitulada: *EBOOK MULTIMÍDIA E INTERATIVO COMO RECURSO DE TECNOLOGIA DIGITAL DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA*. Este trabalho foi desenvolvido com o apoio da Coordenação de aperfeiçoamento e Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

## **CAPÍTULO 1**

# **O QUE É O ENSINO INVESTIGATIVO?**

Neste capítulo será descrito o que é o Ensino por Investigação, suas etapas, o que é e como construir uma problematização, e como proceder o Ensino Investigativo a partir da BNCC.

### **1.1 O Ensino por Investigação**

O Ensino por Investigação é uma metodologia que visa o desenvolvimento de habilidades intelectuais nos alunos, tais como: gerar questionamentos, elaborar hipóteses, anotar e analisar dados, e desenvolver a capacidade de argumentação, envolvendo os estudantes em atividades que os levem a construir conhecimentos, tornando-os protagonistas (CARVALHO; MIRANDA; CARVALHO, 2020; CARDOSO e SCARPA, 2018).

Para haver uma proposta investigativa, inicialmente, um problema deve ser analisado para embasar a formulação de uma hipótese. Esta etapa é seguida pela elaboração de um planejamento para a realização do processo investigativo para que o aluno busque e interprete novas informações para, a partir da comunicação entre os alunos, elaborar suas conclusões. A formulação de problemas que sejam do interesse do aluno é importante para motivá-lo a conduzir um processo investigativo para resolver a questão proposta. As experiências das atividades científicas podem dar sentido a vida dos alunos quando ele se torna participante ativo e protagonista de sua aprendizagem, ou seja, a educação é um sinônimo de transformação na vida dos alunos (SASSERON, 2015; ZÔMPERO e LABURU, 2011).

## 1.2 PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO INVESTIGATIVO

A expressão “problema” no ensino investigativo está associada à construção de conhecimento através de um espírito crítico de investigação por meio de atividades didático-pedagógicas que levem o aluno a pensar logicamente, observar, coletar e analisar dados, refletir e argumentar, socializar as ideias, formando o pensamento científico (SOLINO e SASSERON, 2018).

A problematização deve ser formulada a partir de questões científicas que tenham significado, propiciando um olhar diferenciado a situações cotidianas dos alunos, desafiando-os a interpretá-los, levantando hipóteses e buscando soluções para a resolução do problema, construindo-se um olhar científico sobre a realidade (CAPECCHI, 2014).

Um exemplo de problematização foi desenvolvido pela autora deste ebook, para a Atividade de Aplicação em Sala de Aula, uma atividade proposta pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia pela UFJF/GV pela turma de 2020. A problematização proposta se referia a temática de DNA e foi construída com o objetivo de que o aluno pudesse investigar a função do DNA através de uma situação problema que ocorre no dia a dia, através do noticiário. A partir da seguinte situação problema : “Em uma investigação policial, Castilho foi encontrado morto em seu apartamento e não havia sinais de sangue no local. Desconhece-se a causa de sua morte. O médico legista, ao analisar o corpo, encontrou sob as unhas de Castilho células epiteliais desagregadas, sugerindo que, antes de morrer, teria arranhado uma pessoa. Durante a investigação, a polícia chegou a dois suspeitos. Como a polícia pode desvendar o crime? Como pode-se descobrir quem matou Castilho?”

Na abordagem por problematização os alunos devem ser estimulados a elaborar hipóteses com mediação do professor, que terá o papel de problematizar as ideias sugeridas, sem dar resposta, direcionar as sugestões que forem coerentes, até conseguirem solucionar o problema. A problematização não precisa ser complexa, ela deve ter um contexto com o dia a dia dos alunos e sua realidade, buscando o protagonismo estudantil.

### 1.3 Como utilizar a BNCC no Ensino Investigativo

Em dezembro de 2017 foi aprovado pelo Conselho Nacional de Educação e publicado pelo Ministério da Educação a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica, de modo que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, conforme determina o Plano Nacional de Educação (PNE).

A BNCC destaca a importância de se "complementar os currículos adequando-se à realidade local considerando a autonomia dos sistemas ou das redes de ensino e das instituições escolares, como também o contexto e as características dos alunos" (MEC, 2017, p.16).

Durante a Educação Básica, deve-se assegurar aos estudantes as aprendizagens essenciais estabelecidas pela BNCC através do desenvolvimento de dez competências gerais, garantindo ao aluno o direito de aprendizagem e desenvolvimento.

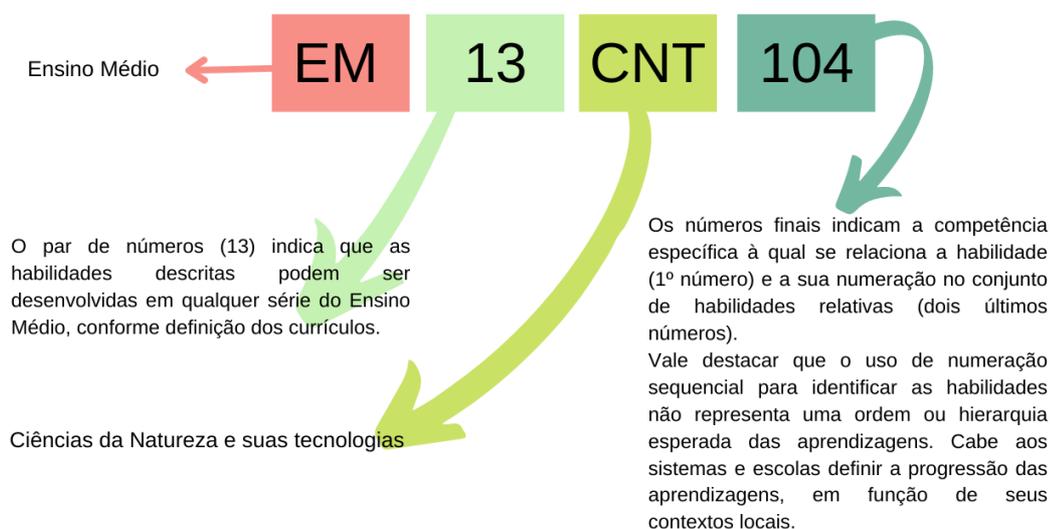
De acordo com a BNCC, competência é definida como "a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho" (MEC, 2017, p.08).

Para assegurar o desenvolvimento das competências específicas, cada componente curricular é composto por habilidades. As habilidades referem-se a diferentes objetos de conhecimento, que são os conteúdos, conceitos e processos, que são estruturados em unidades temáticas.

Uma das unidades temáticas da BNCC são as Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Química e Física) que, no Ensino Médio, desenvolve a investigação, buscando envolver os estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, proporcionando o domínio de linguagens específicas, possibilitando a análise de fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Esta abordagem dá aos alunos a oportunidade de melhorar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, a capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais, como propõe o Ensino Investigativo.

A BNCC destaca que as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes no cotidiano de todos, sendo necessário preparar os jovens para usar tecnologias para resolver problemas e oportunizar aprendizagens que os levem a buscar soluções para diversos problemas da vida cotidiana, através de diferentes tecnologias, buscando desenvolver o raciocínio lógico, a criatividade, o pensamento computacional e o espírito investigativo (MEC, 2017). Este ebook foi construído a partir de sequências didáticas investigativas utilizando TDICs para ofertar um ensino que torne os estudantes protagonistas no processo de construção de seu conhecimento.

As aprendizagens especificadas na BNCC são organizadas para as diferentes etapas e identificadas por um código alfanumérico. Veja abaixo como interpretar os códigos alfanuméricos das habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias referentes ao ensino médio e que serão utilizados nesse ebook.



Fonte: BRASIL, Base Nacional Comum Curricular; MEC, 2017, p 34.

## **CAPÍTULO 2**

# **O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO - DESAFIOS**

De acordo com Bruno (2014) a Biotecnologia surgiu há aproximadamente 10 mil anos, quando, mesmo sem conhecimento sobre a Biologia, eram utilizadas técnicas de biotecnologia para a produção de vinho e pão por meio da fermentação. A união de vários agentes da biologia, desde o DNA até diversos microrganismos (vírus, bactérias, fungos, protozoários, etc.) com os conhecimentos da biologia e tecnologia moldaram a biotecnologia. Esta área da ciência tem por objetivo produzir produtos ou solucionar diversos problemas, seja na saúde, agricultura, indústria, entre outros, utilizando-se técnicas como a do DNA recombinante, em que microrganismos são usados como fábricas bioquímicas em miniatura (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017). Em alguns casos, especialmente no que envolve tecnologia do DNA recombinante e transgênicos, ainda existe uma possível desconfiança em relação a produtos biotecnológicos como a vacina, causados por falta de conhecimento ou por questões distorcidas pela mídia, causando dúvidas entre alunos e professores, sendo que estes devem estar preparados debater e compreender as temáticas relacionadas à biotecnologia (GARCIA, 2013).

Em sua tese, Klein (2011) afirma que a Biotecnologia deve ser inserida na grade curricular do Ensino Médio para o aluno assumir uma posição crítica e reflexiva sobre diversas temáticas dessa área que são amplamente divulgadas pelas diversas mídias, como engenharia genética, fermentação, recuperação de áreas degradadas, vacinas, dentre outras. Conforme Klein e Laburú (2012) deve-se utilizar variados modos de representação para que os alunos consigam uma aprendizagem significativa e autônoma sobre questões socioeconômicas, éticas e o conhecimento científico sobre a Biotecnologia.

Considerando-se todas as informações apresentadas e o potencial das TDICs para melhorar o processo de ensino aprendizagem na área de Biotecnologia, o intuito deste trabalho é desenvolver um *ebook* dentro da temática Biotecnologia e utilizá-los em sala de aula como uma ferramenta investigativa de ensino.

## **CAPÍTULO 3**

# **CONHEÇA O EBOOK (ESTRUTURA)**

### 3.1 O que são Sequências de Ensino Investigativas?

Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) são sequências de atividades que serão distribuídas em aulas, que deverão ser planejadas e devem compreender um tema do currículo escolar. Essas sequências visam a interação dos conhecimentos prévios dos estudantes para que possam iniciar novos conhecimentos, incentivando-os a terem ideias próprias, estimulando discussões com os colegas e professores almejando o conhecimento científico (CARVALHO, 2019).

O número de aulas que são necessárias para aplicação de uma SEI dependerá das características de cada turma, ou seja, a quantidade de alunos por turma, o número de aulas disponíveis, a necessidade de aprofundamento do conteúdo para sistematizar os conhecimentos, e também prevendo se as atividades serão individuais ou em grupos, tornando lógicas as SEIs (BELLUCO e CARVALHO, 2014).

Segundo Carvalho (2019) ao se planejar uma SEI deve-se levar em conta alguns elementos fundamentais em sua construção, que são:

- Proposição de um problema (experimental ou teórico) contextualizando-se com o tema proposto, estimulando o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes e que eles levantem hipóteses para tentarem solucionar o problema;
- Incentivo a pesquisa na busca de soluções e respostas para o problema apresentado;
- Sistematização do conhecimento pelos estudantes, através de atividades e leituras, levando-os a uma reflexão sobre o problema inicial e aprofundando os conhecimentos;
- Discussão entre colegas com mediação do professor, etapa fundamental para troca de ideias e experiências, organização do conhecimento científico e para demonstrar o respeito a opiniões diversas;
- Atividade avaliativa, seja por meio de observação, registros do professor ou atividades avaliativas, etapa necessária para acompanhar o desenvolvimento dos alunos.

Baseando nos elementos fundamentais de uma SEI propostas por Carvalho (2019), as SEIs propostas neste *ebook* são compostas por seis etapas:

**1ª Etapa - Levantamento de Conhecimentos Prévios.** Os conhecimentos prévios podem promover mudanças conceituais, podendo desencadear construções significativas de aprendizagem, a partir de suas próprias concepções.

**2ª Etapa - Apresentação da situação problema.** Propor questões interessantes e desafiadoras, estimulando a curiosidade dos alunos, levando-os a propor hipóteses,

**3ª Etapa - Levantamento de Hipóteses.** Estimular os alunos a pensarem na busca por soluções e respostas as questões.

**4ª Etapa - Pesquisa.** Buscar respostas para as situações problemas, incentivando o protagonismo estudantil;

**5ª Etapa - Sistematização dos conhecimentos pelos alunos.** Utilização de questões fixadoras de aprendizagem que permitam a construção do conhecimento dos alunos, com a mediação do professor.

**6ª Etapa - Discussão geral sobre o assunto.** Promover um debate sobre as situações problemas iniciais das SEIs, momento em que os alunos devem ser estimulados a discutirem e argumentarem as questões. Durante esta etapa ocorrem processamentos cognitivos e compreensão das atividades, além de aprenderem a respeitar opiniões diversas.

### 3.2 Recursos

Biblioteca virtual - Aqui você terá dicas de sites através de links para aprofundar mais sobre os temas.

Sugestão de vídeos - Aqui você terá sugestões de vídeos que auxiliem no entendimento dos conteúdos.

Você sabia - Aqui você terá links de sites ou vídeos com curiosidades sobre o temas propostos em cada SEI.

### 3.3 Avaliação das Sequências de Ensino Investigativas

A avaliação é fundamental no processo de ensino aprendizagem, porém, ela não deve ser apenas classificatória, mas deve ser um recurso para que alunos e professores possam analisar se houve uma aprendizagem significativa, o que exige uma mudança de postura do professor em relação as formas de avaliação. A avaliação pode ser feita a partir da observação e registro da participação dos alunos, uma vez que esta proposta não tem a finalidade de avaliar somente conceitos, mas também atitudes, processos e valores que são próprios da cultura e alfabetização científica. A avaliação durante uma SEI tem o propósito de gerar a oportunidade do aluno realizar uma autoavaliação, sendo mediado pelo professor, que o orientando na busca do reconhecimento de seus progressos e conquistas que precisam ser alcançadas (CARVALHO, 2019).

Ou seja, a avaliação da aprendizagem pode ser feita a partir dos termos a seguir:

- Avaliação dos conceitos aprendidos;
- Termos e noções científicos;
- Avaliação das ações e processos da ciência;
- Avaliação das atitudes exibidas durante as SEIs.

## **CAPÍTULO 4**

# **SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS**

## Sequência de Ensino Investigativa 1

### Título: Entendendo e praticando Biotecnologia

#### Objetivos:

- Trabalhar, de forma investigativa, o conceito de BIOTECNOLOGIA para que os alunos sejam capazes de identificar como este assunto está presente e impacta o seu cotidiano
- Realizar um experimento básico de Biotecnologia para instigar a curiosidade e o interesse dos alunos no tema abordado.

#### Conteúdos propostos: Biotecnologia

**Competências e habilidades conforme a BNCC:** EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

**Tempo previsto:** 4 horas-aula

Organização da SEI:

### 1ª AULA

- Levantamento de conhecimentos prévios através das seguintes questões norteadoras, através de uma história em quadrinhos.

**AULA SOBRE BIOTECNOLOGIA**

**Panel 1:** Você sabia que cientistas conseguem alterar o DNA de microrganismos através de diversas técnicas da biotecnologia para conseguir diversos produtos de interesse, como vacinas, hormônios, medicamentos, entre outros, para melhorar a qualidade de vida da sociedade?

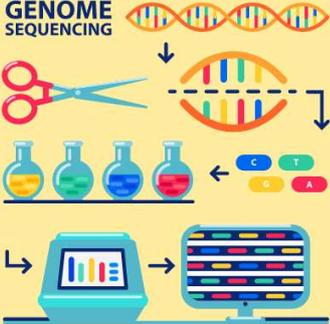
**Panel 2:** Professora Rosalinda o que é DNA? E Biotecnologia? Nunca ouvi falar! Qual a relação entre o DNA e a Biotecnologia? O que são microrganismos? Como eles são utilizados na biotecnologia para melhorar a qualidade de vida na sociedade?

**Panel 3:** Excelentes perguntas Aninha!

**Panel 4:** E vocês? Conseguem responder as perguntas da Aninha?

Você conhece alguma tecnologia que utiliza seres vivos para benefício humano? Se sim, explique-a brevemente.

- Discussão das questões norteadoras dos conhecimentos prévios.
- Apresentando a situação problema:



**GENOME SEQUENCING**

### Situação Problema

O sequenciamento completo do genoma é o padrão ouro para a descoberta de mutações e de novas variantes de interesse e preocupação do Sars-CoV-2, mas uma nova ferramenta entrou no radar dos pesquisadores brasileiros: a genotipagem baseada em PCR por tempo real, exame usado na detecção do vírus.

<https://revistapesquisa.fapesp.br/foco-no-codigo-genetico/>

De acordo com o trecho acima destaca-se duas técnicas da biotecnologia, quais são elas? Como estão ajudando no combate ao Coronavírus?

Nesta primeira aula os alunos serão estimulados a levantarem hipóteses para responder a situação problema. Em seguida, será sugerida uma lista de sites de revistas científicas com linguagem simples como a revista 'Ciência Hoje' (<https://cienciahoje.org.br/>) e FAPESP (<https://revistapesquisa.fapesp.br/>), e eles poderão pesquisar também em fontes confiáveis da internet e em livros didáticos. Os alunos deverão destacar termos desconhecidos e os conceituar em glossário coletivo de Biotecnologia, através de um documento compartilhado (google docs). Este procedimento será realizado como atividade de casa.

## 2ª AULA



### Pesquisa

**A extração de DNA é muito importante, pois, é o primeiro passo para utilizá-lo nos laboratórios nas técnicas moleculares. Em quais seres vivos o DNA está presente? Em qual parte do corpo ele está presente? Seria possível extrair moléculas de DNA a partir de materiais que encontramos em casa? Como?**

Os alunos serão separados em grupos na sala de aula, e eles deverão pesquisar protocolos de extração de DNA a partir de materiais de baixo custo e cada grupo deverá realizar um experimento de extração de DNA com diferentes materiais (Banana, morango, mucosa bucal, etc), sendo que a experiência pode ser feita em sala de aula ou laboratório. E em casa, deverão ainda criar uma postagem para uma rede social (*Instagram ou Facebook*), e no post deverá conter fotos com os materiais utilizados, o passo a passo do experimento, explicação de cada função de cada material utilizados e também falando da importância da extração do DNA e em quais técnicas da biotecnologia são utilizados nessa metodologia.

Sugestões de materiais necessários:

- Detergente incolor
- Álcool
- Sal de cozinha
- Água
- Corante alimentício escuro (para ficar mais fácil de visualizar o DNA)
- Recipiente de vidro de mais ou menos 600ml
- 2 copos de vidro
- 1 colher de sopa



Clique na imagem para se ver o Modelo de formulário

### 3ª AULA

#### Questões fixadoras de aprendizagem

- 1- O que é DNA? Qual sua importância?
- 2- Onde fica o DNA em nosso corpo?
- 3- Existe DNA em todas as células?
- 4- Só existe DNA em seres humanos?
- 5- É possível desvendar crimes através do DNA? Como?
- 6- Qual a importância do DNA para a biotecnologia?
- 7- Qual a importância do sequenciamento genômico dos diversos organismos para a biotecnologia?
- 8- Quais as principais técnicas da biotecnologia? Onde são utilizadas e como?

### 4ª AULA

- Discussão geral sobre o assunto.
- O professor retornará as questões iniciais e a situação problema e realizará uma discussão geral sobre o assunto, mediando as respostas dos alunos. E aqui poderá dar uma aula sobre o assunto utilizando slides ou outro material.



#### Biblioteca Virtual

Clique nas imagens abaixo, em cada imagem de link, você será redirecionado a um site com informações sobre o tema estudado.



DNA de campeão?



Entenda o DNA e as implicações dos estudos de genética



Desmistificando a genômica



Os Hackers da biologia



Sequenciamento genômico: no rastro do vírus



Cientistas alegam ter sequenciado 100% do genoma humano; entenda



Técnica usada na Unifesp permite sequenciar o genoma do novo coronavírus com resolução



Cientistas sequenciam genoma do Sars-CoV-2 com técnica inédita no Brasil



### Sugestões de Vídeos

Clique nas imagens abaixo, em cada imagem de link, você será redirecionado a vídeos com informações sobre o tema estudado.



**Como extrair DNA humano**



**Minuto Ciência - Como extrair DNA do morango**



**O que é o DNA?**



**DNA a molécula da vida**



**O que seu DNA diz sobre você?**



### Você sabia?

Clique nos links abaixo e descubra algumas curiosidades sobre o DNA



**Como é feito um Teste de DNA?**



**Da Leitura do DNA ao "Doping" Genético**



**Desafios da Biologia Sintética**

### Referencial de respostas para a situação problema.

#### Resposta Esperada: Sequenciamento Genômico Completo

Sequenciamento genético seria a forma de desvendar a sequência de bases nitrogenadas de um genoma qualquer, sendo as bases representadas pelas letras A, T, C, G e U. No caso do COVID-19, o genoma é constituído por RNA fita simples, ou seja, sua sequência só envolve as bases A, U, C e G. Existem várias técnicas diferentes para se determinar qual é a sequência de um determinado genoma, tais técnicas são usadas em laboratório, entretanto estas são bastante demoradas e costumam levar meses para serem determinadas. Na Itália, por exemplo, o sequenciamento da cepa viral circulante demorou mais de 2 meses. Também são problemáticas no que se refere a genomas de RNA, pois precisam ser copiadas como DNA para então serem sequenciadas.

No caso do sequenciamento do COVID-19, uma tecnologia nova no mercado foi utilizada para tal feito, chamada de Nanopore, que realiza a técnica de forma mais rápida e não precisa tornar o RNA em DNA para sequenciar, podendo fazer o sequenciamento diretamente da fita original de RNA. O método utilizado por ela se dá pela passagem da fita de nucleotídeos por uma membrana sintética com nanoporos proteicos. A membrana possui uma carga elétrica e um nanosensor que detecta a carga que passa pela membrana. Uma vez que a fita passe pelo poro, uma base nitrogenada por vez, a carga da membrana varia de formas diferentes para cada base, e o sensor detecta essa variação de forma a associar tal variação com a base nitrogenada específica que a gera. A partir desse método, utilizando o dispositivo MiniON (um aparelho portátil do tamanho de um pen drive). Os pesquisadores da USP conseguiram um feito incrível para a ciência, pois, a partir da sequência, eles podem prever as proteínas que o vírus cria e tentar descobrir de onde veio o vírus e como ele se tornou infeccioso, de que forma ele infecta os hospedeiros, como ele se replica. É possível também saber se o vírus está mudando e até mesmo descobrir algum alvo possível para medicamentos e/ou vacinas.

Para complementar a resposta, clique no link abaixo:



**Sequenciamento genômico: no rastro do vírus**

## PCR em tempo real

### Resposta Esperada:

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) em tempo real é uma técnica de Biologia Molecular que permite replicação in vitro do DNA de forma extremamente rápida. Com a PCR, quantidades mínimas de material genético podem ser amplificadas milhões de vezes em poucas horas, permitindo a detecção rápida dos marcadores genéticos de doenças infecciosas ou doenças genéticas.

A PCR está desenhada de acordo com o princípio natural de replicação de DNA. Este é um processo que decorre em três passos, que em conjunto se designam como um ciclo e que se repete um número específico de vezes.

Assim, um ciclo de PCR consiste nos seguintes passos:

1. Desnaturação
2. Hibridização ou Annealing
3. Extensão

A PCR em tempo real associa a metodologia de PCR a um sistema de detecção e quantificação de fluorescência produzida durante os ciclos de amplificação.

A metodologia permite a amplificação, detecção e quantificação de DNA em uma única etapa, agilizando a obtenção de resultados e minimizando o risco decorrente de possíveis contaminações.

## Sequência de Ensino Investigativa 2

### **Título: Técnicas da Biotecnologia e COVID-19**

Conteúdos propostos: Biotecnologia; Produção de Vacina

Objetivos:

- Trabalhar, de forma investigativa, os conceitos de BIOTECNOLOGIA e VACINA;
- Compreender como se produz Vacinas e sua importância;
- Relacionar os conceitos de Biotecnologia e Vacina e sua importância no combate à pandemia da COVID-19.

Competências e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

Tempo previsto: 4 horas-aula

Organização da SEI:

### **1ª AULA**

#### **→ Levantamento de conhecimentos prévios;**

- 1- Como vocês definem o que é Biotecnologia?
- 2- Vocês sabem o que é vacina? Pra que servem?
- 3- Qual a relação entre Biotecnologia e Vacina?
- 4- Qual a importância da vacina na pandemia do COVID-19?
- 5- Como os cientistas produzem as vacinas?

#### **→ Apresentando a situação problema;**

No final do ano de 2019 o mundo foi pego de surpresa com a notícia do surgimento de um novo vírus, da família dos coronavírus, o SARS-CoV-2, que deu início a uma pandemia, iniciada na cidade de Wuhan na China. Desde então, iniciou-se uma corrida pelos cientistas para descobrirem como identificar pessoas infectadas mais rapidamente, remédios e principalmente vacinas para combater o vírus. Assim, várias tecnologias vêm sendo utilizadas, especialmente a Biotecnologia (técnicas que têm permitido ao ser humano utilizar organismos para obter produtos de interesse). Diante do cenário atual da pandemia, quais técnicas da Biotecnologia vêm sendo usadas no combate ao Sars-CoV-2 (Coronavírus)?

#### **→ Levantamento de Hipóteses;**

Nesta primeira aula os alunos primeiramente deverão ser estimulados a responder e refletir sobre as questões conhecimentos prévios e em seguida deverão ser estimulados a levantarem hipóteses para responder a situação problema proposta.

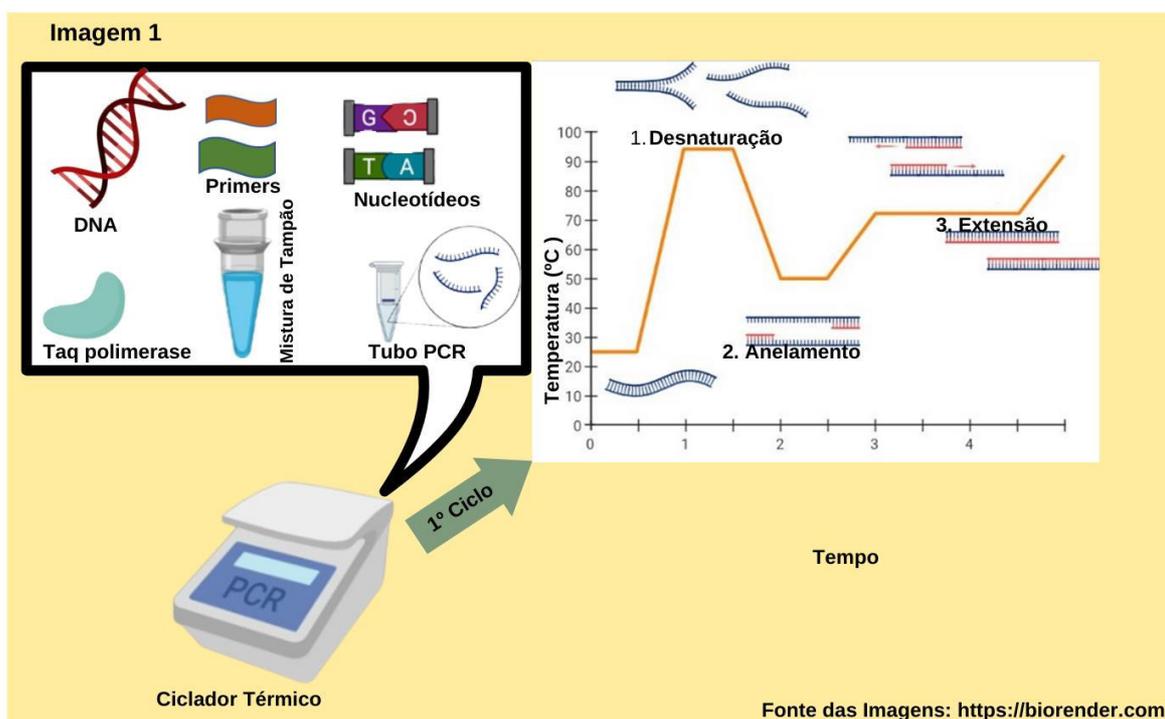
## 2ª AULA ( Pesquisa);

Diversas técnicas permitem ao ser humano utilizar microrganismos para obter produtos de interesse, ou seja, a Biotecnologia vem sendo explorada durante milênios na busca de produtos que facilitem e melhorem suas vidas, como por exemplo a fabricação de pão e bebidas alcoólicas, com o passar do tempo e com o surgimento de diversas tecnologias, a biotecnologia foi se aprimorando e se sofisticando com técnicas modernas.

A partir das imagens a seguir pesquisem através de livros didáticos e fontes confiáveis da internet sobre qual técnica da biotecnologia a figura se refere e como ela vem sendo utilizada no combate a pandemia do novo coronavírus, o SARS-CoV-2.

Os alunos deverão ser separados em grupos e dado 1 imagem para cada grupo, e eles deverão através da imagem descobrir qual técnica da biotecnologia se trata e como essa técnica vem sendo utilizada no combate a Covid-19.

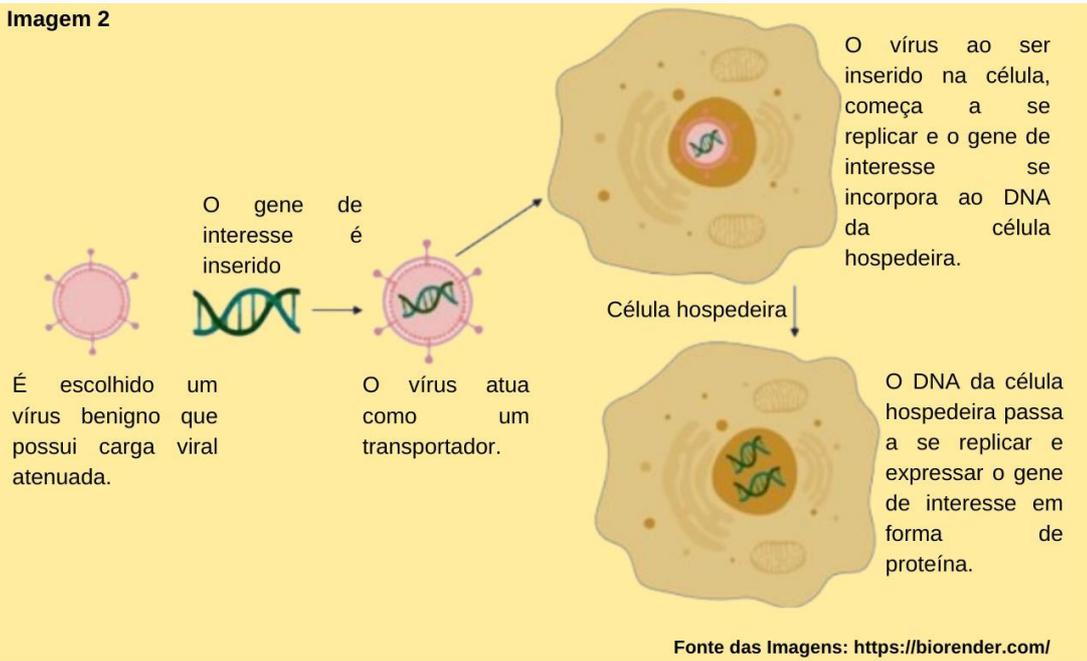
Cada imagem será poderá ser enviada através do *Google Forms*, clique nos links abaixo das figuras, em cada link tem um modelo de formulário.



**CLICK**

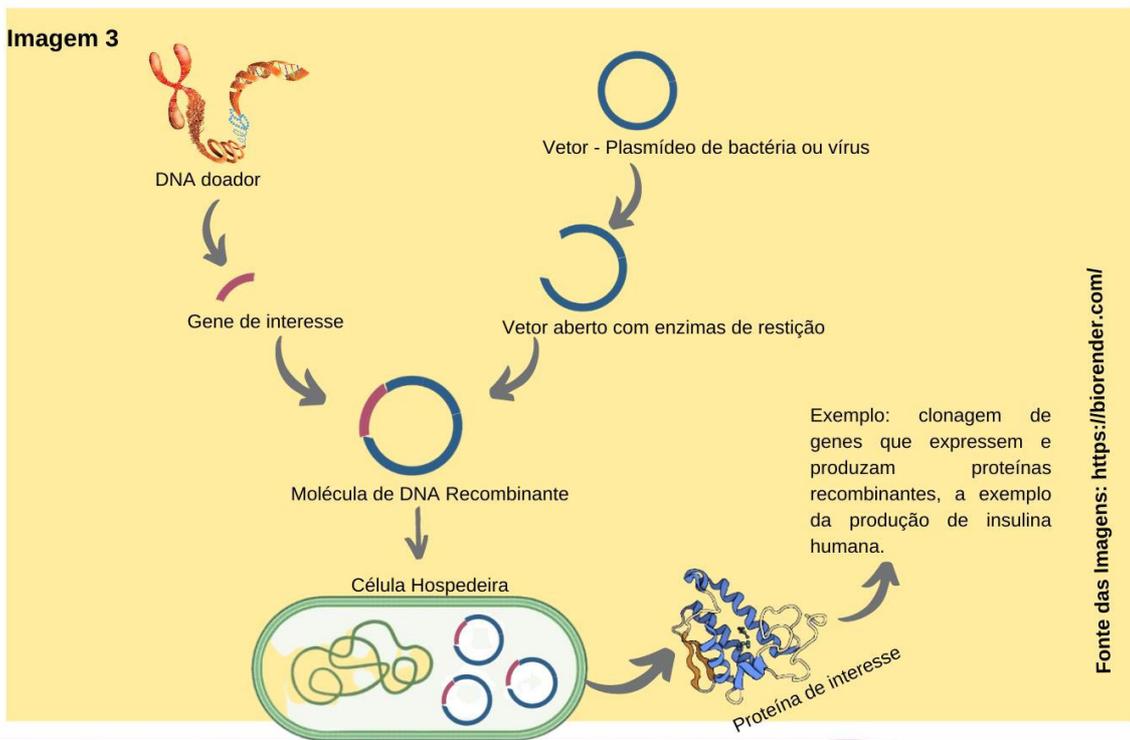
aqui para ver o modelo de formulário, lembrando que cada professor deve criar seu próprio formulário.

Imagem 2



**CLICK** aqui para ver o modelo de formulário, lembrando que cada professor deve criar seu próprio formulário.

Imagem 3



**CLICK** aqui para ver o modelo de formulário, lembrando que cada professor deve criar seu próprio formulário.

## 3ª Aula



Clique na imagem para se ver o Modelo de formulário

### Questões fixadoras de aprendizagem

1- De acordo com o trecho abaixo, responda a questão:

“Pesquisadores do Instituto Butantan vão combinar técnicas inovadoras de biotecnologia para formular uma nova vacina contra Covid-19. O objetivo é induzir no organismo, de modo mais efetivo, diferentes tipos de resposta imune contra o novo coronavírus (Sars-CoV-2).”

<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/05/brasileiros-combinam-tecnicas-de-biotecnologia-para-vacina-contracovid-19.html>

Defina com suas palavras o que é Biotecnologia e qual sua importância no combate à pandemia do COVID-19.

2- O teste molecular RT-PCR, que identifica o material genético do vírus, é considerado o padrão ouro para o diagnóstico da Covid-19. Como é feito o exame RT-PCR? Qual sua importância na pandemia da COVID-19?

3- Das vacinas em desenvolvimento por novas tecnologias nunca antes utilizadas em larga escala, destacam-se as que utilizam a tecnologia do DNA recombinante (“engenharia genética”). Explique com suas palavras o que é a tecnologia do DNA Recombinante.

4- Analise o título da matéria do Instituto Butantan para responder a questão:

“VACINA DE OXFORD USA VÍRUS ENGENHEIRADO PARA PROTEGER CONTRA COVID-19”.

<https://coronavirus.butantan.gov.br/ultimas-noticias/vacina-de-oxford-usa-virus-engenheirado-para-protger-contracovid-19>

Que técnica seria essa descrita no trecho destacado? E como ela é produzida?

## 4ª Aula

→ Discussão geral sobre o assunto.

O professor retornará as questões iniciais e a situação problema e realizará uma discussão geral sobre o assunto, mediando as respostas dos alunos. E aqui poderá dar uma aula sobre o assunto utilizando slides ou outro material.



### Biblioteca Virtual



Coronavírus: a importância de fazer testes em larga escala



FAPESP: Pesquisadores do Butantan combinam técnicas de biotecnologia para formular vacina contra COVID-19



Conheça as vacinas genéticas para Covid-19



Vacina de Oxfor usa vírus engenheirado para proteger contra COVID-19



### Sugestões de Vídeos



O que é Biotecnologia e que ela pode fazer por nós.



História da Biotecnologia e suas aplicações



Contra a COVID-19, uma partícula desenvolvida em laboratório



Cada QRcode apresenta um vídeo, basta abri-los através de algum aplicativo confiável.



### Você sabia?



Ainda há espaço para vacinas AntiCovid-19 de segunda geração?

### Referencial de respostas para a situação problema.

#### Referencial de resposta- Aula 1- Situação Problema

Espera-se que os alunos respondam as técnicas usadas na detecção do vírus como o RT-PCR e a produção de vacinas no combate à pandemia do SARS-CoV-2.

#### Referencial de resposta - Aula 2- Pesquisa

Imagem 1: Técnica PCR, para se detectar o material genético dos SARS-CoV-2 de forma mais precisa e rápida, descrevendo os casos enquanto estão acontecendo utiliza-se a técnica do RT-PCR (sigla, em inglês, para reverse transcription polymerase chain reaction, em português, “reação em cadeia da polimerase da transcrição reversa”).

Imagem 2: Transgenia Viral, No caso da vacina de Oxford, a Astrazeneca, usa-se a tecnologia conhecida como vetor viral geneticamente modificado, que utiliza-se um vírus de resfriado retirado de um chimpanzé, em uma versão atenuada de um adenovírus. A esse adenovírus é adicionado o material genético da proteína spike do novo coronavírus (SARS-CoV-2) , induzindo-se à formação de anticorpos.

Imagem 3: Técnica do DNA Recombinante (“engenharia genética”), essa técnica vem sendo utilizada na produção de vacinas gênicas, essa tecnologia permite pegar um “pedaço” de DNA ou RNA e combiná-lo com outro, inclusive de organismos diferentes, produzindo diferentes combinações genéticas. Este novo conteúdo genético é carregado para dentro das células por transportadores que chamamos de vetores. Estes vetores podem ser vírus previamente engenhados para não serem infectantes, pequenas partículas de gorduras, entre outras.

19

## Sequência de Ensino Investigativa 3

### Título: Biotecnologia e produção de Vacinas

Conteúdos propostos: Biotecnologia; Produção de Vacinas

Objetivos:

- Trabalhar, de forma investigativa, os conceitos de BIOTECNOLOGIA e VACINA;
- Compreender como se produz Vacinas e sua importância;
- Relacionar os conceitos de Biotecnologia e Vacina e sua importância no combate à pandemia da COVID-19.

Competências e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

Tempo previsto: 4 horas-aula

Organização da SEI:

### 1ª AULA

- Levantamento de conhecimentos prévios;
  - 1- Você já teve a curiosidade de olhar seu cartão de vacina?
  - 2- Quais vacinas você já tomou? Como elas foram produzidas?
  - 3- Das vacinas que você tomou alguma se utiliza de técnicas da biotecnologia recombinante?
- Apresentando a situação problema;
- Levantamento de Hipóteses;



Nesta primeira aula os alunos primeiramente deverão ser estimulados a responder e refletir sobre as questões conhecimentos prévios e em seguida deverão ser estimulados a levantarem hipóteses para responder a situação problema proposta.

E os alunos deverão clicar na imagem do vírus que na janela para que possam ser direcionados a situação problema, e repondê-la.

## 2ª Aula ( Pesquisa)

Questão norteadora: “Que vacina já tomei? Qual técnica da Biotecnologia foi utilizada nessas vacinas?”

Cada aluno deverá listar qual Vacina do SUS já tomou, descrevendo para qual doença e qual o tipo de vacina ( Atenuada, Inativadas ou Recombinantes), e destacando qual se utiliza da técnica Recombinante, e eles deverão escolher uma vacina e produzirem um Podcast explicando qual vacina escolheu, o tipo da vacina e como ela é produzida, que deverá ser enviada pelo grupo de WhatsApp da turma, ou divulgado em redes sociais como o Instagram.

Sugestões de aplicativos para se criarem Podcast:

Anchor. Compatibilidade: Android, iOS

Spreaker Podcast Studio. Compatibilidade: Android, iOS.

PodBean. Compatibilidade: Android, iOS.

DolbyOn. Compatibilidade: Android, iOS.

### 3ª Aula - Questão fixadora de aprendizagem;



Clique na imagem para se ver o Modelo de formulário

Produza um texto destacando a importância do SUS na vacinação, quais vacinas você já tomou, quais se utilizam de técnicas da biotecnologia recombinante e quais suas vantagens.

## 4ª Aula

→ Discussão geral sobre o assunto.

O professor retornará as questões iniciais e a situação problema e realizará uma discussão geral sobre o assunto, mediando as respostas dos alunos. E aqui poderá dar uma aula sobre o assunto utilizando slides ou outro material.



### Biblioteca Virtual



Butantan já produz vacina contra hepatite B



Biotecnologia aplicada às vacinas de DNA: Técnica e Avanços



### Sugestões de Vídeos



Vacinas: os quatro tipos das dez mais



Quais são os tipos de vacinas? - Inativadas e Atenuadas



Como as VACINAS agem no nosso corpo? Qual a diferença entre as VACINAS contra o coronavírus?



A importância da vacinação pra saúde pública



### Você sabia?



Ação das vacinas no corpo humano



Vídeo da Fiocruz explica como a vacina atua no corpo humano

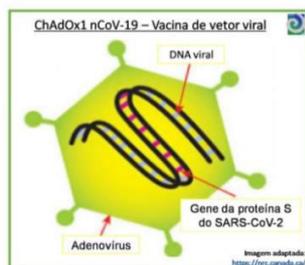


A vacinação e o sistema imunológico

### Referencial de respostas para a situação problema.

A vacina inglesa – ChAdOx1 nCoV-19 – da AstraZeneca usa como vetor um vírus não replicante, ou seja, que não consegue se multiplicar. Mais especificamente, um adenovírus de chimpanzé é modificado geneticamente e passa a carregar um pedaço do material genético do vírus causador da COVID-19, o SARS-CoV-2. O pedaço do material genético inserido no adenovírus é o gene da proteína S (“spike” ou espícula), responsável por permitir a entrada do SARS-CoV-2 em nossas células como na figura abaixo. Assim, nossas células receberão esse gene e passarão a produzir a proteína S do SARS-CoV-2.

Ou seja, nossas células serão capazes de sintetizar uma proteína viral. Mas como é só essa proteína, e não o SARS-CoV-2 inteiro, não desenvolvemos a doença e nosso sistema imunológico será capaz de reconhecer essa proteína estranha e iniciar uma resposta imune humoral (produção de anticorpos contra a proteína S) e uma resposta imune celular (mediada por linfócitos T CD8).



### Sugestão de Respostas -Aula 2- Pesquisa

Algumas das vacinas recombinantes que o Brasil produz são: - Vacina gênica contra herpes - Vacina gênica contra diarreia - Vacina gênica contra tuberculose - Hepatite B

Links com referências sobre as vacinas citadas a cima:



Vacinas recombinantes conciliam melhores custos, produção e eficácia



Vacina de DNA bivalente contra vírus da papiloma e herpes simplex humano



Vacina gênica contra a Tuberculose



Butantan já produz vacina contra hepatite B



Com aprovação de patente de vacina contra E. coli, Butantan dá mais um passo no desenvolvimento de novo imunizante

## Sequência de Ensino Investigativa 4

### Título: Biotecnologia e as Vacinas

Conteúdos propostos: Biotecnologia; Importância das Vacinas.

Objetivo: Compreender a importância da vacinação no combate a COVID-19.

Competências e habilidades conforme a BNCC: EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304

Tempo previsto: 4 Horas- aula

Organização da SEI:

### 1ª AULA

→ Levantamento de conhecimentos prévios;

- 1- Como vocês acham que as vacinas agem no organismo?
- 2- Para vocês qual a importância da vacinação para se proteger a população contra doenças infecciosas?

- Apresentando a situação problema;
- Levantamento de Hipóteses;

Analise o título da reportagem abaixo.

#### **Pesquisadores do Butantan combinam técnicas de biotecnologia para formular vacina contra COVID-19**

ZIEGLER MF Pesquisadores do Butantan combinam técnicas de biotecnologia para formular vacina contra COVID-19 Agência Fapesp. & maic 2020. Disponível em <http://agencia.fapesp.br/pesquisadores-do-butantan-combinam-tecnicas-de-biotecnologia-para-formular-vacina-contracovid-19/33082/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

Em 2020, a produção de uma vacina para combater a covid-19 foi muito requisitada. Diversas instituições ao redor do mundo se dedicaram ao desenvolvimento de uma vacina eficaz contra o novo coronavírus. Quais as vantagens de ter tantos estudos para a produção da vacina contra a covid-19?

Nesta primeira aula os alunos primeiramente deverão ser estimulados a responder e refletir sobre as questões conhecimentos prévios e em seguida deverão ser estimulados a levantarem hipóteses para responder a situação problema proposta.

### 2ª AULA

Com a pandemia do novo coronavírus começou uma corrida contra o tempo na busca de uma vacina para combater a pandemia, surgiram diversas pesquisas e chegaram a algumas vacinas.

Faça uma pesquisa sobre vacinas da Covid-19 que usam técnicas da biotecnologia e como se utilizam essas técnicas em sua produção. Produzam um mapa mental com as principais vacinas biotecnológicas no combate ao Covid-19 e divulguem em uma rede social (Instagram, WhatsApp, Youtube ou facebook).



Clique na imagem para se ver o Modelo de formulário

### 3ª Aula →

Questões fixadoras de aprendizagem

- 1- Vários centros de pesquisa no mundo desenvolveram diversas pesquisas e vacinas contra a COVID-19. Explique como a vacina atua no sistema imunológico e por que ela é a melhor maneira de proteger a população.
- 2- Crie um desenho ou história em quadrinho explicando como são produzidas vacinas de vírus atenuado ou enfraquecido, vacinas de vírus inativado e vacinas recombinantes.

### 4ª Aula

→ Discussão geral sobre o assunto.

O professor retornará as questões iniciais e a situação problema e realizará uma discussão geral sobre o assunto, mediando as respostas dos alunos. E aqui poderá dar uma aula sobre o assunto utilizando slides ou outro material.



#### Biblioteca Virtual



FAESP: Pesquisadores do Butantan combinam técnicas de biotecnologia para formular vacina contra COVID-19



#### Sugestões de Vídeos



A importância da vacina contra a Covid-19



Coronaquê? - Uma vacina contra o coronavírus



UFOP Explica | Covid 19 - A importância da vacina



#### Você sabia?



História das vacinas | Nerdologia

#### Referencial de respostas para a situação problema.

Espera-se que os alunos respondam que quanto mais vacinas estão em testes significa mais chances de encontrar alguma que possa ser usada e seja efetiva. Além disso, para vacinar toda a população mundial, uma única formulação não seria suficiente, já que estirpes virais apresentam alterações genéticas ao redor do mundo.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *ebook* "Ensinando Biotecnologia no Ensino Médio - uma Abordagem Investigativa" traz uma breve reflexão sobre o Ensino Investigativo, e sobre a importância da problematização no ensino investigativo, destaca-se também como utilizar a BNCC no Ensino Investigativo e ressalta sobre o ensino de Biotecnologia no Ensino Médio e seus desafios.

O *ebook* destaca também o que são Sequências de Ensino Investigativas, quais suas principais características e como construir uma SEI.

O *ebook* como objetivo disponibilizar SEIs que possam auxiliar professores de Biologia no ensino aprendizagem de Biotecnologia, e a partir dessas sequências possam buscar novas metodologias de ensino, que incentivem o protagonismo dos alunos, alcançando a alfabetização científica, através, de ferramentas TDICs, que vieram para ficar, e são fundamentais no ensino atual.

## Referências Bibliográficas

BELLUCCO, A.; de CARVALHO, A. M. P. Uma proposta e sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **In: Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n.1, p.30-59, abril, 2014.

CAPECCHI, M. C. V. M. **Problematização no ensino de Ciências**. **In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda, 2014, p. 21-39.

CARDOSO, Milena Jansen Cutrim; SCARPA, Daniela Lopes. Diagnóstico de elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1025-1059, 2018.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: CENCAGE Learning, 2019.

CARVALHO, Raquel Silva Cotrim; MIRANDA, Sabrina do Couto de; CARVALHO, Plauto Simão de. O ensino de Ciências por Investigação e suas contribuições na Educação Básica: uma revisão sistemática da literatura. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e80091110564-e80091110564, 2020.

MEC, Ministério da Educação (2017). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Secretaria da Educação Básica.

SASSERON, Lúcia Helena. ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA, ENSEÑANZA POR INVESTIGACIÓN Y ARGUMENTACIÓN: RELACIONES ENTRE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA Y LA ESCUELA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018.

ZÔMPERO, A.D.F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.