

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA CAMPUS AVANÇADO  
GOVERNADOR VALADARES INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – ICV  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

**FRANÇOES SOARES SILVA**

**ABORDAGENS INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE  
MICROBIOLOGIA PARA A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO  
CIENTÍFICA DOS ESTUDANTES DE NÍVEL MÉDIO**

**GOVERNADOR VALADARES**

**2020**

**FRANÇOES SOARES SILVA**

**ABORDAGENS INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA PARA A  
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DOS ESTUDANTES DE NÍVEL  
MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa Nacional de Mestrado Em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal de Juiz de Fora, *campus* Governador Valadares (Instituição Associada), e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG – Instituição sede), pertencente ao Macroprojeto “Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia”, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Alessandro Pieri

**GOVERNADOR VALADARES**

**2020**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Françaes Soares.

Abordagens investigativas no ensino de microbiologia para a promoção da alfabetização científica dos estudantes de nível médio / Françaes Soares Silva. -- 2020.

101 f. : il.

Orientador: Fabio Alessandro Pieri

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2020.

1. Ensino por investigação. 2. Ensino de microbiologia. 3. Alfabetização científica. 4. Produto educacional. 5. Ensino médio. I. Pieri, Fabio Alessandro, orient. II. Título.

**FRANÇOES SOARES SILVA**

**ABORDAGENS INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA PARA A  
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DOS ESTUDANTES DE NÍVEL  
MÉDIO**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo PROFBIO - Programa Nacional de Mestrado em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora - *campus* Governador Valadares.

Aprovada em 30 de Outubro de 2020

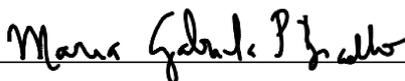
**BANCA EXAMINADORA**



---

Dr. Fabio Alessandro Pieri - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora – *campus* Governador Valadares



---

Dr<sup>a</sup> Maria Gabriela Parente Bicalho

Universidade Federal de Juiz de Fora – *campus* Governador Valadares



---

Dr. Cristian Ferreira de Souza

Fundação Oswaldo Cruz

Dedico este trabalho a Deus, a fortaleza que me guarda, que ouve meus silêncios e de longe entende o meu pensamento. Conhece e compreende os desejos do meu coração.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, meu refúgio e amparo. Por me conceder força e coragem para prosseguir em meio aos percalços do caminho, tendo a certeza de que continuar vale a pena.

À minha família, em especial, minha amada mãe, Maria do Carmo, pelo carinho, apoio e companheirismo, meu porto seguro.

Ao meu amado esposo e amigo, Romullo, por estar sempre ao meu lado nessa jornada tão importante e por compreender minhas inúmeras ausências.

Às minhas amigas e parceiras da UTI Neonatal do Hospital Municipal de Governador Valadares (HMGV), por trocarem plantões comigo, para que eu pudesse estar presente às sextas-feiras nas aulas do mestrado.

À coordenação de enfermagem do HMGV por compreenderem que era necessário estar ausente para que eu pudesse me dedicar mais a esse sonho. Aos meus amigos e amigas de trabalho das escolas públicas por onde passei ao longo desses dois anos, pelo apoio e incentivo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – código de financiamento 001, pelo incentivo e apoio para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, *campus* Governador Valadares, pela parceria com a UFMG em oferecer o curso de pós-graduação *stricto sensu* – PROFBIO, possibilitando que eu conhecesse pessoas maravilhosas e admiráveis durante esse percurso.

À Universidade Aberta do Brasil (UAB) polo de educação a distância de Governador Valadares, por sempre nos receber todas as sextas-feiras do curso.

Ao meu orientador, Dr. Fabio Alessandro Pieri, que muito contribuiu para a elaboração desta dissertação, enriquecendo este trabalho. Obrigada pela disponibilidade, paciência, olhar cuidadoso e dedicado a cada preciosa orientação.

Aos Mestres do PROFBIO por compartilharem o seu conhecimento e contribuírem imensamente para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Às amigadas que fiz ao longo do curso, meus amigos e parceiros de turma, por estarem sempre juntos comigo “na ponte.” Obrigada por não me permitirem desistir da jornada. Todos vocês contribuíram, cada um à sua maneira, para meu desenvolvimento pessoal, profissional e acadêmico. Irei levá-los na memória e no coração.

## RELATO DA ALUNA

Sou licenciada em Ciências Biológicas desde 2012, me formei pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) na turma pioneira de 2008, modalidade semipresencial, e as minhas aulas ocorriam na Universidade Aberta do Brasil, polo de educação a distância de Governador Valadares. Mal sabia eu que, 10 anos depois estaria de volta a este espaço, palco de muitas memórias.

Em 2012, passei em um concurso estadual e leciono Ciências e Biologia em escolas públicas desde então. Neste mesmo período também me formei em técnico em enfermagem e dividia o meu tempo entre as duas profissões. De dia estava no hospital e a noite estava na escola. Para mim, cursar uma pós graduação *scripto sensu* era um desejo antigo, que ficava cada vez mais distante.

Em 2015 ouvi rumores de um mestrado voltado para o ensino de Biologia a ser oferecido pela UFMG, meu coração se aqueceu, mas...eram só rumores. Em 2017 finalmente as inscrições haviam sido abertas e lá estava eu tentando aquela prova, meu Deus e que prova. Não havia passado. Fiquei triste, foi quase! mas me mantive esperançosa, quem sabe da próxima vez, talvez eu não estivesse mesmo preparada naquele momento. Em 2018, com as inscrições abertas novamente, lá estava eu de novo, dessa vez estava mais preparada e havia conseguido, que alegria, mal sabia eu quão desafiadora seria esta jornada.

E como esta experiência tem sido desafiadora. A primeira delas: conciliar a minha rotina ao mestrado. Durante o primeiro semestre, eu tentei equilibrar tudo: hospital, escola, família, relacionamento e mestrado. No segundo semestre, percebi que não dava mais para levar dessa forma. O mestrado havia transformado a minha vida de tal forma que me fez enxergá-la sobre outro ângulo, a ponto de fazer com que eu recalculasse a minha rota, revendo minhas prioridades.

Portanto, nesse período, solicitei uma licença sem vencimentos do hospital, pois grande parte das minhas horas eu me dedicava àquele lugar. Sinto saudades de todas aquelas pessoas que estiveram trabalhando junto comigo desde 2010, mas era necessário estar ausente para que conseguisse realizar meu sonho antigo de me tornar mestre, de contribuir para a construção de um ensino de qualidade, apesar de todas as adversidades.

Estes dois anos foram extremamente enriquecedores, e influenciaram bastante a minha prática pedagógica em sala de aula. Através das atividades do curso, em que precisávamos escolher um tema e desenvolvê-los com nossos alunos de forma investigativa, nessa prática aprendíamos com nossos erros e corrigíamos nos próximos trabalhos. Todas essas experiências

me fizeram refletir sobre as minhas escolhas, e influenciou positivamente na forma como planejo minhas aulas hoje e sobre quais são os reais objetivos que pretendo alcançar com meus alunos. Saber que faço parte dessa construção me faz continuar. Sinto que mudei muito como professora, o PROFBIO me fez tentar coisas novas, experimentar práticas que antes tinha insegurança de realizar.

Ao longo desses anos de muita dedicação e aprendizado, o PROFBIO me fez sair da zona de conforto, a estudar mais sobre assuntos que “achava” que já sabia o suficiente. Descobri que o que eu achava que estava correto, já mudou! não é mais o que era antes.

Finalizo esse mestrado consciente de que é preciso buscar se aperfeiçoar sempre. Descobri que estou apenas no começo de algo maior. Quero contribuir para que o ensino de Biologia se aprimore, que vá além da preocupação com “números”, estatísticas e aprovações em testes, mas um ensino preocupado com a formação do senso crítico e investigativo dos estudantes, que vise a alfabetização científica, esse é o verdadeiro propósito de se ensinar Biologia.

Em meio a tudo isso, destaco a sorte grande de fazer parte de uma turma companheira, alegre e determinada. Amigos maravilhosos que a vida me presenteou. Sobressaio também, a dedicação, disponibilidade e presteza do meu orientador, o qual eu não poderia ter feito escolha melhor. Ele abraçou o meu tema e minhas ideias. E a medida que criávamos estratégias para transpor os percalços do caminho, meu projeto ia sendo lapidado. Se cheguei até aqui, devo muito a você Fabio Pieri.

“[...] A aprendizagem deve promover a autonomia e é nessa autonomia que o educando terá seu crescimento cognitivo e emocional. Saber ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção.” (FREIRE, 1996, p. 47).

## RESUMO

O ensino público brasileiro enfrenta atualmente inúmeros problemas, como a falta de infraestrutura das escolas e os índices inadequados de letramento científico (LC) dos estudantes. Em meio a esse cenário, ensinar os conteúdos relacionados a Biologia, principalmente a Microbiologia, de maneira contextualizada tem sido um desafio para muitos docentes de escolas públicas. Na expectativa de trazer contribuições para o ensino de Microbiologia no ensino médio de escolas públicas de educação básica, esta pesquisa procurou apresentar novas propostas de estratégias de ensino através da elaboração do E-book titulado: “A Biologia que a gente não vê: aulas práticas para escolas sem laboratórios”. O produto educacional foi elaborado após a realização de levantamento bibliográfico sobre os tipos de metodologias ativas e práticas experimentais relacionadas a Microbiologia. A metodologia Ensino por Investigação foi selecionada pela capacidade de proporcionar o desenvolvimento de atividades de aprendizagem ativas para a promoção da alfabetização científica (AC) e do pensamento crítico investigativo dos alunos, por meio da resolução de problemas contextualizados ao cotidiano, além da viabilidade de aplicação da mesma em escolas públicas de educação básica pelo docente de Biologia. Os objetivos de aprendizagem das sequências de ensino investigativas (SEI) elaboradas foram escolhidos mediante o cenário atual das escolas públicas brasileiras. O material elaborado está adequado para as turmas do 1º, 2º e 3º anos do ensino médio e embasadas nas competências e habilidades da Base Nacional Curricular Comum (BNCC). O conjunto das SEI estão organizadas em um E-book a ser disponibilizado em formato de recurso digital para download gratuito, tendo como público-alvo docentes de Biologia da rede pública de ensino. Portanto, o produto tem como finalidade motivar os docentes de escolas públicas a desenvolverem aulas práticas e demonstrações experimentais, aliadas ao ensino teórico da Microbiologia, por meio da utilização de materiais acessíveis e financeiramente viáveis para o desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas, visando o alcance gradativo da alfabetização científica e a aprendizagem significativa dos estudantes. O instrumento didático-pedagógico elaborado foi baseado no atual desafio da falta de instrumentos e condições de trabalho apropriadas em que se encontram os docentes de Biologia, atuantes no ensino médio em escolas públicas de ensino básico e em seus estudantes, que tem diariamente seus direitos de aprendizagem violados, pela falta de infraestrutura, de insumos básicos e metodologias ativas para a realização de aulas práticas experimentais adequadas e de qualidade, demonstrando ser possível um ensino contextualizado da Microbiologia no ensino médio, mesmo na ausência de

um ambiente laboratorial bem equipado. A realização desse trabalho busca a modernização e inovação do ensino de Microbiologia, através da disponibilização do produto educacional em escolas públicas brasileiras que apresentem interesse em utilizá-lo. Ao desenvolvê-las, esperamos auxiliar no desenvolvimento de alunos mais autônomos e protagonistas, para a formação futura de cidadãos mais críticos e conscientes a cerca do papel da ciência para a sociedade a qual estão inseridos.

**Palavras-Chave:** Ensino de microbiologia. Ensino por investigação. Alfabetização científica. Ensino médio. Ensino público. Produto educacional. Metodologias ativas. Ausência de laboratório.

## **ABSTRACT**

Brazilian public education currently faces numerous problems, such as the lack of school infrastructure and inadequate scientific literacy rates (LC) of students. In the midst of this scenario, teaching the contents related to Biology, mainly Microbiology, in a contextualized way has been a challenge for many public school teachers. In the expectation of bringing contributions to the teaching of Microbiology in public high schools of basic education, this research sought to present new proposals for teaching strategies through the elaboration of the titled E-book: "Biology that we do not see: practical classes for schools without laboratories". The educational product was prepared after conducting a bibliographic survey on the types of active methodologies and experimental practices related to Microbiology. The Teaching by Research methodology was selected for its ability to provide the development of active learning activities for the promotion of scientific literacy (AC) and critical investigative thinking of students, through the resolution of problems contextualized to everyday life, in addition to the feasibility of applying it in public schools of basic education by the Biology teacher. The learning objectives of the didactic sequences of investigative teaching (SEI) elaborated were chosen according to the current scenario of Brazilian public schools. The material prepared is suitable for the classes of the 1st, 2nd and 3rd years of high school and based on the competences and skills of the National Common Curricular Base (BNCC). The set of SEI are organized in an E-book to be made available in digital resource format for free download, targeting public Biology teachers from the public school system. Therefore, the provided product aims to motivate public school teachers to develop practical classes and experimental demonstrations, combined with the theoretical teaching of Microbiology, through the use of accessible and financially viable materials for the development of cognitive and metacognitive skills, aiming at gradual reach of scientific literacy and meaningful student learning. The didactic-pedagogical instrument developed was based on the current challenge of the lack of appropriate instruments and working conditions in which Biology teachers are found, working in high school in public elementary schools and their students, who daily have their rights to learning violated, due to the lack of infrastructure, basic inputs and active methodologies for conducting adequate and quality experimental practical classes. Demonstrating that contextualized teaching of microbiology in high school is possible, even in the absence of a well-equipped laboratory environment. The accomplishment of this work seeks the modernization and innovation of the teaching of Microbiology, by making the educational

product available in Brazilian public schools that are interested in using it. In developing them, we hope to assist in the development of more autonomous students and protagonists, for the future formation of more critical and conscious citizens about the role of science for the society to which they are inserted.

**Keywords:** Microbiology teaching. Researching teach. Scientific literacy. High school. Public education. Educational product. Active methodologies. Absence of laboratory.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Organograma 1	- Etapas realizadas para a seleção da metodologia utilizada no instrumento didático-pedagógico elaborado.....	28
Organograma 2	- Etapas realizadas para a seleção dos experimentos apresentados no instrumento didático-pedagógico elaborado.....	28
Organograma 3	- Etapas presentes em cada sequência de ensino investigativa contidas no produto elaborado.....	30
Quadro 1	- Componentes e elementos que constituem a capa e miolo do E-book produzido.....	32
Figura 1	- Capa do E-book contendo o título, a frase de chamada e os nomes dos autores.....	33
Figura 2	- Imagem do sumário dividido em três partes principais e subdividido em capítulos.....	34
Quadro 2	- Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.....	38
Figura 3	- Primeira parte do planejamento contido em cada sequência de ensino investigativa apresentada no produto elaborado.....	43
Figura 4	- Continuação do planejamento contendo os conteúdos propostos, organização da turma e tempo previsto de realização.....	44
Quadro 3	- Tabela de hipóteses.....	52
Figura 5	- Os Itens: “Para praticar” e Para refletir” presentes na terceira etapa das SEI.....	56
Quadro 4	- Sugestão de atividade 1.....	60
Quadro 5	- Sugestão de atividade 2.....	61
Figura 6	- Exemplos de recursos gráficos e tipos de recursos inseridos no produto.....	62
Quadro 6	- Cenários sugeridos pelo produto propondo combinações entre as SEI.....	65

Quadro 7	- Informa as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC e quais as SEI que contemplam a competência específica através do desenvolvimento das habilidades.....	67
Quadro 8	- Informa as habilidades da BNCC desenvolvidas por meio da aplicação das sequências de ensino investigativas indicadas.....	69
Figura 7	- Imagem presente no produto sobre como interpretar a estrutura dos códigos das habilidades da BNCC.....	72
Figura 8	- Modelo de normas de biossegurança contido no produto elaborado e sugerido pelos autores para a realização de trabalhos práticos em Microbiologia em escolas sem laboratórios.....	73

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CEP UFJF	Comitê de Ética em Pesquisa Humana – Universidade Federal de Juiz de Fora
CNS	Conselho Nacional de Saúde
DCNEB	Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica
ILC	Indicador de Letramento Científico
LC	Letramento Científico
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONG	Organização Não Governamental
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PDF	Formato Portátil de Documento
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PROFBIO	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
SD	Sequência Didática
SEI	Sequência de Ensino Investigativa

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>ALTERNATIVAS PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>26</b>
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1	ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO DO INSTRUMENTO DIDÁTICO.....	27
3.2	ESCOLHA DOS TEMAS.....	29
3.3	PÚBLICO – ALVO.....	29
3.4	SUBMISSÃO AO COMITÊ DE ÉTICA.....	30
3.5	ESTRUTURA DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS.....	30
3.6	ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EM FORMATO E-BOOK.	31
3.7	A ORGANIZAÇÃO DIDÁTICA DO PRODUTO.....	31
3.8	ESTRATÉGIAS INCLUÍDAS NO DESENVOLVIMENTO DOS TEXTOS DO E-BOOK.....	31
3.9	ESTRUTURA FÍSICA DA CAPA E MIOLO DO E-BOOK.....	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
4.1	UMA REFLEXÃO SOBRE O CENÁRIO EDUCACIONAL ATUAL.....	34
4.2	PARTE 1: ORIENTAÇÕES ESSENCIAIS PARA O PROFESSOR.....	36
<b>4.2.1</b>	<b>Capítulo 1: Entendendo melhor cinco aspectos fundamentais deste material.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Capítulo 2: Como construir e desenvolver uma abordagem investigativa: Por onde começar?.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Capítulo 3:Fornecendo informações fundamentais para o professor(a)...</b>	<b>43</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Capítulo 4: Como identificar os aspectos cognitivos e metacognitivos?....</b>	<b>46</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Capítulo 5: Como a sequência de ensino investigativa está estruturada?.</b>	<b>47</b>
4.2.5.1	<i>1ª Etapa: Apresentação do problema.....</i>	49
4.2.5.2	<i>2ª Etapa: Experimentação.....</i>	52
4.2.5.3	<i>3ª Etapa: Analisando resultados.....</i>	55
4.2.5.4	<i>4ª Etapa: Socialização das conclusões.....</i>	57
4.2.5.5	<i>5ª Etapa: Fase individual.....</i>	59

4.3	RECURSOS INCLUÍDOS NO MIOLO DO PRODUTO.....	61
<b>4.3.1</b>	<b>Tipos de Recursos.....</b>	<b>61</b>
4.3.1.1	<i>Dicas e sugestões.....</i>	62
4.3.1.2	<i>Sugestões de leitura.....</i>	62
4.3.1.3	<i>Para praticar.....</i>	63
4.3.1.4	<i>Referências para gabarito.....</i>	63
4.3.1.5	<i>Para refletir.....</i>	63
4.3.1.6	<i>Observação importante.....</i>	63
4.3.1.7	<i>Atenção.....</i>	64
4.3.1.8	<i>Fique por dentro.....</i>	64
4.4	PARTE 2: SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS.....	64
<b>4.4.1</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 1: o que é biossegurança? .....</b>	<b>72</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 2: o que são micro-organismos cosmopolitas? .....</b>	<b>75</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 3: comprovando a ubiquidade microbiana.....</b>	<b>77</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 4: cultivo de micro-organismos utilizando vegetais cozidos.....</b>	<b>79</b>
<b>4.4.5</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 5: o que é um meio de cultura? .....</b>	<b>80</b>
<b>4.4.6</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 6: inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana.....</b>	<b>82</b>
<b>4.4.7</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 7: segurança alimentar e controle do desenvolvimento microbiano.....</b>	<b>83</b>
<b>4.4.8</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 8: a prevenção de doenças através da higienização das mãos.....</b>	<b>85</b>
<b>4.4.9</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 9: eles estão entre nós.....</b>	<b>86</b>
<b>4.4.10</b>	<b>Sequência de ensino investigativa 10: existem micro-organismos no meu celular?.....</b>	<b>88</b>
4.5	PARTE 3: COMPARTILHANDO O CONHECIMENTO CONSTRUÍDO COM A COMUNIDADE ESCOLAR.....	89
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>91</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>92</b>

**ANEXO A – Parecer consubstanciado pelo CEP..... 98**

## **1 ALTERNATIVAS PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA**

O ensino público brasileiro enfrenta atualmente inúmeros problemas, desde a falta de infraestrutura em si das escolas, até problemas que não são perceptíveis a um primeiro olhar, como os índices inadequados de letramento científico (LC) dos estudantes. Segundo Branco *et al.* (2018, p. 702) “A falta de investimentos afeta o ensino de Ciências da Natureza, o desenvolvimento tecnológico do país e, conseqüentemente, dificulta a formação de sujeitos letrados cientificamente.” Segundo dados do censo da educação básica de 2019 que trata sobre os recursos relacionados à infraestrutura disponíveis nas escolas brasileiras, apenas 42,1% das escolas públicas que oferecem o ensino médio possuem laboratório de ciências (BRASIL, 2020).

Neste panorama, onde escolas são desprovidas de laboratórios, materiais, microscópios e reagentes, ensinar os conteúdos relacionados a Biologia, principalmente a Microbiologia, de maneira contextualizada tem sido um desafio para muitos docentes de escolas públicas. A ausência de laboratórios de ciências no ensino médio resulta em um ensino carente da Microbiologia, pois dificulta e desestimula o desenvolvimento de atividades práticas (FONSECA *et al.*, 2018). Por ser relativamente complexa e tratar de organismos invisíveis a olho nu, a Microbiologia costuma ser trabalhada nas escolas de forma teórica e com pouca experimentação, uma vez que a falta de equipamentos e materiais no ensino público dificulta as práticas de ciências (KIMURA *et al.*, 2013).

Uma vez que a abordagem teórica é a mais frequente, essa ação aumenta o nível de abstração do tema para os alunos. O ensino da Microbiologia carece de propostas inovadoras para incrementar o ensino exaustivamente expositivo que se é observado em muitas escolas. É necessário que as novas propostas contemplem temas da atualidade, considerem acontecimentos presentes na sociedade e de relevância social para os alunos (SILVA; BASTOS, 2012).

As diretrizes curriculares nacionais gerais da educação básica (DCNEB) reafirmam a importância de uma prática educativa efetiva por meio das práticas experimentais e metodologias ativas que relacione os conceitos ensinados em sala de aula com os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada ativas e sem significado para os estudantes que estabelecem relação expositiva e não coloca os estudantes em situação de vida real, de fazer, de elaborar (BRASIL, 2013).

Metodologias Ativas são formas que os docentes utilizam para conduzir a formação crítica dos estudantes no processo de ensino aprendizagem. E quando bem aplicadas, favorecem o desenvolvimento da autonomia do aprendiz, desperta a curiosidade, estimula a tomadas de decisões individuais e coletivas mais conscientes em sociedade (BORGES; ALENCAR, 2014). O que as caracteriza como ativas está relacionado com o engajamento dos estudantes em atividades nas quais eles são protagonistas da sua aprendizagem, desenvolvem estratégias cognitivas, capacidade crítica e reflexão sobre suas práticas, reconhecem a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos em seu cotidiano, aprendem a interagir com colegas e professor e exploram atitudes e valores pessoais e sociais (BERBEL, 2011; MORAN, 2015; PINTO *et al.*, 2013).

Segundo Andrade e Sartori (2016, p. 15), “aprendizagem é ação: atividade e experimentação sobre o mundo, mediada pelo outro, pelo contexto social.” Esta ação se dá por meio de atividades de aprendizagem que são divididas em dois grupos estratégicos, como atividades de aprendizagem ativa e passiva. As estratégias ativas e passivas podem ser combinadas de várias formas, isso dependerá dos objetivos de aprendizagem, competências e habilidades que o docente pretende alcançar. Sendo interessante mesclar as atividades passivas com atividades ativas de aprendizagem, e a medida que os estudantes e o docente se habituem com as atividades de aprendizagem ativas, ocorra gradativamente a incorporação delas no cotidiano escolar.

Estas combinações são importantes pois, se o docente se baseia apenas em atividades de aprendizagem passivas, o estudante tende a não formar memórias duradouras sobre os conteúdos apresentados. Sua tendência é construir memórias de curto e médio prazo, para atender a demandas relacionadas a testes e avaliações, esquecendo tudo posteriormente, pois não se envolve emocionalmente com o assunto e proposta apresentada pelo docente (ANDRADE; SARTORI, 2016; MORAN, 2015; ZABALA, 1998).

Dentre as atividades de aprendizagem passiva estão a memorização, reprodução de informações, estudo teórico, reprodução de protocolos, imitação de métodos, ausência de registro. O conjunto dessas ações contribuem para um foco atencional mais repetitivo, estático e individual.

Já na aprendizagem ativa, o estudante tem maiores chances de aprender de maneira significativa, pois se envolve na busca por respostas e forma memórias duradouras (MOREIRA, 2011). Entre as atividades de aprendizagem ativa estão: a observação de evidências dentro do contexto apresentado, formulação de hipóteses, experimentação prática, tentativa e erro, comparação de estratégias e registro ao longo de todas as etapas. O conjunto dessas ações

favorece o foco atencional dinâmico, onde os estudantes colaboram entre seus pares. Ao privilegiar as estratégias ativas de aprendizagem, é favorecido um ensino em que as competências e habilidades cognitivas e socioemocionais articulam-se efetivamente na prática educativa (ANDRADE; SARTORI, 2016).

A carência de aulas onde a Microbiologia está diretamente relacionada ao cotidiano estudantil tende a atrapalhar a aprendizagem desse conteúdo. A falta de conexão entre a Microbiologia e o cotidiano dificulta o aprendizado desse tema tão importante. Por isso, torna necessário o desenvolvimento de estratégias que auxiliem o professor na tarefa de estimular os estudantes para o conhecimento dos micro-organismos, bem como sua relação com a vida cotidiana que possibilita o despertar do aluno para a conscientização da aplicabilidade desta Ciência na vida das pessoas. É por essa razão que as atividades práticas de Microbiologia são de extrema importância para que o aluno possa compreender, interpretar e empoderar-se do conteúdo apresentado (KIMURA *et al.*, 2013).

A Lei de diretrizes e bases da educação nacional (LDB) define como finalidades do Ensino Médio que o ensino esteja pautado no aprimoramento do educando como pessoa humana incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico, bem como, que o educando compreenda os fundamentos científico-tecnológicos por meio de um ensino que relacione teoria à prática dentro de cada disciplina (BRASIL, 1996). No entanto, na prática, o atual modelo de ensino brasileiro demonstra pouca adesão ao uso de metodologias ativas para o desenvolvimento de um ensino de Biologia, em especial a Microbiologia, baseado em abordagens investigativas, experimentais e contextualizadas com a realidade dos discentes. Os currículos da educação básica do ensino médio são planejados para que os estudantes memorizem um vasto número de fatos não relacionados com sua vida diária (ZANCAN, 2000) que, somados à ausência de metodologias que priorizem o processo da reflexão crítica, faz com que o estudante aprenda de forma mecânica e engessada os conteúdos, não permitindo seu desenvolvimento intelectual na busca de soluções diante dos problemas, gerando os índices inadequados de LC entre os estudantes de nível médio.

Em meio a este cenário, o Instituto Abramundo, em parceria com o Instituto Paulo Montenegro e com a ONG Ação Educativa, desenvolveu o indicador de letramento científico (ILC) para avaliar a educação no país. Segundo os resultados do ILC publicados por Gomes (2015) sobre o ensino médio, um em cada sete pessoas desse grupo, cerca de 14%, permanece no nível ILC-1 com LC ausente, mesmo após pelo menos 9 anos de estudo. Os indivíduos pertencentes ao nível 1 conseguem localizar informações explícitas em textos simples envolvendo temas do cotidiano, mas não conseguem utilizar conceitos científicos.

Mais da metade, que representa 52% daqueles que cursaram ou estão cursando o ensino médio encontram-se no nível ILC-2 com LC rudimentar, significa que esses indivíduos conseguem resolver problemas simples que envolvam a interpretação e a comparação de informações e conhecimentos científicos básicos, mas não conseguem resolver problemas e/ou interpretar informações científicas mais complexas.

A outra parte se enquadra no nível ILC- 3 de LC básico representando 29%, sendo capazes de elaborarem propostas de resolução de problemas de maior complexidade, a partir de evidências científicas (contidas em manuais e infográficos por exemplo) fazendo relações intertextuais em diferentes contextos. Apenas 4% atingem o nível ILC-4 com LC proficiente. Essa pequena parcela consegue compreender de fato os conceitos científicos e são capazes de aplicar estes conceitos científicos envolvendo contextos diversos, seja dentro da sua realidade para resolverem problemas do cotidiano ou em contextos científicos. Portanto, o LC inadequado (por exemplo, nos níveis ILC-1 e ILC-2), ou mesmo o LC básico (ILC-3) contribuem para o baixo nível de inovação no país (GOMES, 2015).

Ainda sobre o desempenho insatisfatório de LC entre os estudantes, temos os resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) para a área de ciências da natureza realizado em 2018. Realizado a cada três anos, o PISA tem o objetivo de mensurar até que ponto os jovens de 15 anos adquiriram conhecimentos e habilidades essenciais para a vida social e econômica. Ao analisarmos os resultados do PISA, que compara o desempenho em três áreas, entre elas, Ciências da Natureza, vemos que o Brasil permanece a passos lentos. O desempenho do Brasil em ciências no PISA no ano de 2018 é bastante baixo, ficando em 66º lugar no ranking mundial (BRASIL, 2019).

Os resultados de Ciências da Natureza indicaram que 55% dos estudantes se encontram no nível 1 (sendo 4%, abaixo do nível 1b; 20% no nível 1b; 31% no nível 1a). Isso significa que estes estudantes não atingiram ao nível básico e ainda não conseguem recorrer a conhecimento cotidiano e a conhecimento procedimental básico para identificar uma explicação científica adequada ou interpretar dados e identificar a questão abordada em um projeto experimental simples. Também não conseguem usar conhecimento científico básico ou cotidiano para identificar uma conclusão válida em um conjunto simples de dados. Apenas 45% dos estudantes brasileiros que alcançaram o Nível 2 ou acima, demonstram ter conhecimento epistemológico básico ao conseguir identificar questões que podem ser investigadas cientificamente O relatório do PISA também informa que os diretores de instituições públicas consideram que a inadequação da infraestrutura, a insuficiência de recursos físicos e educacionais afeta o processo de aprendizagem dos alunos (BRASIL, 2019).

As causas do baixo desempenho do ensino médio relacionadas a dificuldade de utilizar conhecimentos científicos em situações do mundo real demonstradas nesse estudo possui inúmeras causas, entre elas: a falta de investimentos na área, ausência de infraestrutura adequada nas escolas para desenvolver uma educação científica de qualidade, a desvalorização dos professores e a utilização de metodologias de ensino pouco contextualizadas a realidade dos alunos. Os danos causados podem ser permanentes na vida desses estudantes, acarretando em sérias consequências pessoais e profissionais. O atual cenário brasileiro nos mostra que a grande maioria das escolas públicas não atingem o objetivo de construir um cidadão crítico (BRANCO *et al.*, 2018; DINIZ, J., 2018).

Os dados apresentados demonstram um ensino de Biologia carente na utilização de metodologias que priorizem o desenvolvimento do caráter investigativo e contextualizado das práticas educativas. Este conjunto de condições desfavoráveis demonstram a urgência na criação de prioridades que auxiliem na transformação do ensino de Biologia em uma maneira mais dinâmica e participativa, onde o LC e a AC dos discentes seja o foco. Há diversas interpretações sobre AC/LC levantadas por diferentes grupos preocupados com a educação científica. Segundo Soares (2004, p. 14):

Dissociar alfabetização e letramento é um equívoco porque, no quadro das atuais concepções psicológicas, linguísticas e psicolinguísticas de leitura e escrita, a entrada no mundo da escrita ocorre simultaneamente por esses dois processos: pela aquisição do sistema convencional de escrita – a alfabetização – e pelo desenvolvimento de habilidades de uso desse sistema em atividades de leitura e escrita, nas práticas sociais que envolvem a língua escrita – o letramento. Não são processos independentes, mas interdependentes, e indissociáveis: a alfabetização desenvolve-se no contexto de e por meio de práticas sociais de leitura e de escrita, isto é, através de atividades de letramento, e este, por sua vez, só se pode desenvolver no contexto da e por meio da aprendizagem das relações fonema–grafema, isto é, em dependência da alfabetização.

Para Krasilchick e Marandino (2004), AC já é um termo consolidado na prática social e amplamente utilizados no ensino das ciências, mas reconhecem a diferença entre AC e LC. Por mais que se tenha a compreensão de proximidade dos conceitos, uma pluralidade semântica como dito por Sasseron e Carvalho (2011), as preocupações sobre o ensino de Ciências são as mesmas, dentre elas, alfabetizar e letrar os estudantes em Ciências da Natureza por meio de um ensino que objetive a formação cidadã com o domínio e o uso de conhecimentos científicos. Sendo assim, Branco *et al.* (2018, p. 705) finalizam afirmando que, ainda que termos diferentes sejam utilizados, AC e LC possuem conceitos interligados e os objetivos para o ensino são

mesmos:

[...] democratizar o acesso ao conhecimento científico e tecnológico; formar cidadãos para compreender, atuar e transformar sua realidade; valorizar a Ciência enquanto fator de inclusão social; reconhecer que a Ciência pode trazer benefícios ou malefícios – a depender do uso de que faz dela. Assim, independente do conceito adotado, o que se evidencia é a formação do cidadão, vinculando a luta pela igualdade social e pelo fortalecimento de pesquisas, inovações e desenvolvimento.

Por haver muitas similaridades entre os termos AC e LC, adotaremos neste trabalho o termo AC para referirmos a necessidade de formar estudantes que sejam capazes de ir além do saber ler e escrever termos científicos, mas também de interpretarem sob um olhar crítico reflexivo, as informações apresentadas pelo mundo a qual está inserido (CHASSOT, 2018). Percebe-se a necessidade da inserção de métodos novos que despertem o protagonismo dentro de cada aluno, sendo fundamental agregar competências em adição aos métodos tradicionais (REEVE, 2009). Portanto, para que a transformação inicie-se, é necessário haver a preparação dos professores, pautado na AC dos estudantes, tanto para aqueles que irão se dedicar à ciência como profissionais, como aqueles que utilizarão a ciência como cidadãos esclarecidos (BRASIL, 2006; GOMES, 2015).

Dessa forma, há uma necessidade urgente de que o ensino básico passe por uma transformação, passando de um ensino informativo encontrado nas salas de aula mais tradicionais, para um ensino que seja formativo, transformador e criativo, que capacite o estudante a saber selecionar informações pertinentes para fundamentar seu raciocínio e tomar decisões conscientes (ZANCAN, 2000). Os conteúdos formais são importantes, mas é preciso também que os estudantes desenvolvam interesse e curiosidade pelos fenômenos da natureza, exercitem a criatividade, e percebam aplicabilidade em seu cotidiano dos conhecimentos adquiridos na escola.

Para haver uma transformação no ensino básico é preciso agregar esforços na formação dos docentes. Em muitos casos, a Microbiologia é negligenciada pelos docentes devido às dificuldades que estes apresentam em desenvolverem e aplicarem estratégias de ensino-aprendizagem mais dinâmicas e atraentes aos estudantes. É necessário que parta da comunidade escolar a valorização e apoio aos docentes na busca e aplicação de novas metodologias de ensino para obtenção de resultados melhores (CASSANTI *et al.*, 2007; ZANCAN, 2000).

“Os professores precisam estar conscientes de que a ciência não é só um conjunto de conhecimentos, mas sim um paradigma pelo qual se vê o mundo” (ZANCAN, 2000, p. 06), sendo papel do professor o de orientar os estudantes a interpretarem o mundo em que estão

inseridos, alfabetizando-os cientificamente para que sejam capazes de ir além da utilização de termos científicos, mas de fazer o uso destes termos com consciência e senso crítico (CHASSOT, 2018). O ato de alfabetizar cientificamente os estudantes é fundamental para a formação de cidadãos conscientes, “mas esse ato não deve estar voltado apenas a melhorar pontualmente o cotidiano das pessoas; ele deve transformar as próprias pessoas” (CARUSO, 2003). Um cidadão bem informado, alfabetizado cientificamente, seria capaz não só de orientar melhor a sua vida mas também influir, como membro da sociedade, nos rumos da própria ciência. (MUELLER, 2005).

Para reverter esse quadro devemos pensar em possibilidades viáveis, inovações no ensino que amenizem a ausência de infraestrutura adequada devido à falta de investimentos e que priorize a AC e o caráter investigativo dos estudantes. Nesse sentido, é necessário que haja uma modificação nas metodologias de ensino utilizadas na educação pública para o uso de novas abordagens metodológicas, preocupadas em desenvolver o pensamento crítico dos estudantes e atingir gradativamente uma AC de qualidade. Metodologias nas quais o estudante consiga desenvolver sua capacidade de buscar de forma autônoma o conhecimento, e utilizar procedimentos básicos de investigação para construção do conhecimento científico, visando à constituição de cidadãos ativos, bem instruídos e capacitados para o desenvolvimento de uma lógica científica na resolução de problemas e a aplicação do conhecimento adquirido para o benefício mútuo (BERBEL, 2011).

A AC demanda que o estudante consiga, dentro do problema apresentado, identificar em quais aspectos ele pode transformar a realidade para melhorar o meio no qual ele se encontra. Alfabetizar cientificamente é realizar a inserção dos estudantes na cultura científica (CHASSOT, 2018). No entanto, inseri-los tem sido um problema enfrentado no ensino público brasileiro de forma geral, pois o que se percebe é uma dificuldade em exercer o ensino por investigação no ambiente escolar (BORGES, 2002).

O desenvolvimento da compreensão do processo investigativo é preconizado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) para o alcance gradativo da AC através da competência geral: “investigação e compreensão”. Sendo assim, é necessário que o docente dê atenção especial a esta competência geral e por meio do desenvolvimento desta, propicie que o aluno tenha conhecimento acerca da importância da investigação científica, de seus procedimentos e métodos, saiba lidar com o enfrentamento de situações-problemas, sendo capaz de propor explicações para fenômenos observados, articulando explicações a teorias científicas (BRASIL, 2002).

O ensino por investigação pode ser exercido através da utilização de atividades baseadas

em situações-problema. Elas são apresentadas tanto pelo professor, como também pelos estudantes. No segundo caso, isso irá depender de qual nível de AC esses alunos encontram-se. Através da utilização da abordagem investigativa, o estudante é estimulado a pensar, questionar, discutir e analisar possibilidades que orbitam a situação-problema apresentada (SASSERON, 2015).

A figura do professor segundo Sasseron (2015) é valorizada quando este trabalha de maneira diferente do tradicional, estimulando o aluno a buscar sua autonomia e a ser mais ativo frente às atividades propostas. Por meio do processo investigativo o aluno é instigado a participar e interagir com as atividades e é vista a possibilidade de criar um ambiente investigativo em sala de aula, onde os estudantes possam ter condições de exporem seus conhecimentos prévios para iniciar a construção dos novos, terem ideias próprias e poderem discuti-las com seus colegas e com o professor(a), realizando assim, a transição do conhecimento espontâneo para o científico (CARVALHO, 2013).

A autonomia dos alunos é desenvolvida de modo que passam a ser capazes de refletir criticamente sobre questões e problemas, sugerindo soluções e emitindo opiniões. A autonomia dos alunos precisa ser estabelecida desde muito cedo no ambiente escolar. Tal habilidade pode ser construída por meio de atividades investigativas, estabelecendo processos de aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, projetos de aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades cognitivas (ZOMPERO; LABURÚ, 2011).

Desta forma, é importante que os professores conheçam e compreendam como empregar metodologias ativas de ensino. Com a compreensão do potencial de modernização do ensino que estas metodologias apresentam, os professores serão capazes de modificar a realidade das escolas públicas brasileiras. Sendo assim, estes teriam a oportunidade de oferecer para seus estudantes competências que lhe permitiriam passarem de meros espectadores para os principais responsáveis pela edificação do seu aprendizado, para emprego em situações reais no seu cotidiano (BERBEL, 2011).

Na expectativa de trazer contribuições para o ensino de Microbiologia no ensino médio de escolas de educação básica que não possuem infraestrutura adequada, apresentando ausência de laboratório de ciências, esta pesquisa procurou apresentar novas propostas de estratégias e métodos que habilitem o estudante a trabalhar em equipe, desenvolver autonomia, a ser capaz de resolver problemas e confiar em suas potencialidades, desenvolvendo assim a AC, o caráter investigativo dos estudantes para gerar uma aprendizagem significativa.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Elaborar um material didático-pedagógico, para docentes de biologia, que estimule o uso de abordagens investigativas para a promoção da Alfabetização Científica (AC) e o aprimoramento do caráter crítico investigativo das metodologias utilizadas no ensino médio dentro do tema Microbiologia.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar um levantamento bibliográfico sobre os tipos de metodologias ativas e práticas experimentais relacionadas à Microbiologia para definir a metodologia e os experimentos que serão incorporados ao instrumento didático-pedagógico.

Verificar previamente todas as experimentações sugeridas nas sequências didáticas elaboradas para excluir e/ou readequar processos que não apresentam resultados efetivos, para garantir sua funcionalidade, e apresentar sua metodologia detalhada no material didático-pedagógico.

Elaborar sequências didáticas, adequadas à metodologia ativa selecionada, embasadas nas competências e habilidades da Base Nacional Curricular Comum.

Disponibilizar um produto elaborado em formato de recurso digital para o download gratuito aos docentes de Biologia atuantes no ensino médio, contendo informações claras e detalhadas que os oriente sobre a sua utilização e aplicação com segurança junto aos estudantes do ensino médio.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção são apresentados os aspectos metodológicos relacionados à elaboração do conteúdo do instrumento didático que foi o objetivo do trabalho, com informações sobre a escolha dos temas e público-alvo, a estrutura das sequências de ensino investigativas, e as etapas da construção do produto em formato e-book, como a organização didática do produto, a estrutura física da capa e miolo do e-book e as estratégias incluídas no desenvolvimento dos textos do produto.

#### 3.1 ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO DO INSTRUMENTO DIDÁTICO

Para definir qual metodologia seria selecionada como o foco principal da elaboração do instrumento didático-pedagógico construído, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os tipos de metodologias ativas. A pesquisa, segundo Gil (2010), teve caráter exploratório, afim de que se conhecesse sobre o processo de aplicação das metodologias ativas no ambiente escolar e que se adequasse melhor ao objetivo proposto. Dentre os materiais coletados neste levantamento temos, dissertações, teses, livros e periódicos científicos. Estes materiais foram encontrados mediante a utilização da base de dados Google Acadêmico. Foi utilizado palavras-chaves: metodologias ativas no ensino médio; metodologia ativa no ensino de microbiologia.

Após a realização deste levantamento, foi realizada uma leitura exploratória com o objetivo verificar em que medida a obra consultada interessa à pesquisa. Em seguida, os textos foram submetidos aos critérios de seleção elaborados que auxiliassem a escolha da metodologia ativa. Foi utilizado como critério de seleção a capacidade de desenvolver atividades de aprendizagem ativas para a promoção da AC, do pensamento crítico e investigativo dos alunos por meio da resolução de problemas contextualizados ao cotidiano, formulações de hipóteses, da experimentação prática, do diálogo, tentativa e erro, da argumentação científica, reflexão e análise de resultados, produção de registros pelos estudantes (ANDRADE; SARTORI, 2016). Foi considerado também a viabilidade de aplicação da mesma em escolas públicas de educação básica pelo professor de Biologia. A metodologia Ensino por investigação delineada por Carvalho (2013) foi selecionada mediante a utilização dos critérios (organograma 1).

Para alcançar os objetivos indicados por esse estudo, foi realizado o segundo levantamento bibliográfico, utilizando o site de busca Google com a intenção de identificar quais seriam os experimentos disponíveis acerca da temática Microbiologia que o professor de Biologia do ensino médio se depara, quando pretende realizar uma atividade experimental com

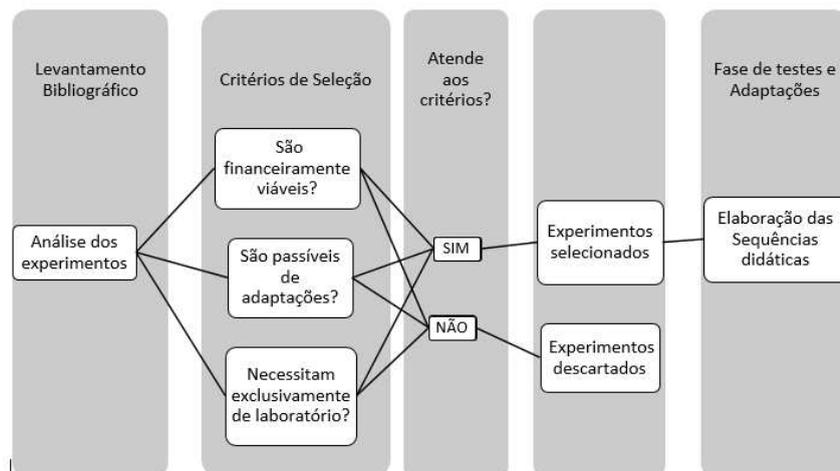
seus estudantes (organograma 2).

Organograma 1 - Etapas realizadas para a seleção da metodologia utilizada no instrumento didático-pedagógico elaborado



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Organograma 2 - Etapas realizadas para a seleção dos experimentos apresentados no instrumento didático-pedagógico elaborado



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Foi utilizada as seguintes palavras-chaves para a realização da busca: experimento de microbiologia, prática experimental de microbiologia, atividades práticas em microbiologia para o ensino básico.

Após a realização deste levantamento, e uma leitura exploratória das atividades experimentais pesquisadas, as atividades foram submetidas aos critérios de seleção. Como critério de seleção, foram avaliados a viabilidade da realização dos procedimentos práticos e os

recursos financeiros necessários para sua aplicação. Foram selecionadas as experiências passíveis de adaptação à realidade das escolas públicas brasileiras de educação básica. Após seleção, foi feita a leitura integral das atividades selecionadas (GIL, 2010).

Neste processo, dez atividades práticas possíveis de serem realizadas mediante adaptações foram selecionadas para a elaboração de sequências didáticas (SD) de acordo com a metodologia selecionada, ensino por investigação. Foi estabelecido que todas as sequências de ensino investigativas (SEI) criadas possuíssem custo reduzido e materiais acessíveis para sua execução. Também foram adaptados os procedimentos para que a sua realização fosse viável em ambientes escolares alternativos onde não há a presença de laboratório de ciências.

Para garantir a funcionalidade das sequências de ensino investigativas sugeridas, todas as experimentações foram verificadas previamente e sua metodologia detalhada para que os processos que não apresentavam resultados efetivos fossem excluídos e/ou readequados.

### 3.2 ESCOLHA DOS TEMAS

Os objetivos de aprendizagem das SEI foram escolhidos mediante o cenário atual das escolas públicas brasileiras onde não há acesso a ferramentas como o microscópio óptico e lupas eletrônicas, por exemplo. Então, o enfoque em identificação e morfologia microbiana cederam lugar para outras abordagens como: medidas de prevenção contra infecções e contaminações, transmissão de doenças, normas de biossegurança, ubiquidade microbiana, fatores de crescimento e desenvolvimento microbiano, formas de obtenção de energia realizada pelos micro-organismos, meios de seleção artificial por meio de controle do crescimento microbiano, entre outras.

### 3.3 PÚBLICO – ALVO

As SEI elaboradas foram fundamentadas no método de ensino por investigação e embasadas nas competências e habilidades da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) segundo a LDB, e podem ser utilizadas pelo docente para ensino de microbiologia nos três anos do ensino médio, dependendo dos objetivos de aprendizagem desejados (BRASIL, 1996). As SEI estão organizadas em um livro com a finalidade de ser disponibilizado em formato de recurso digital - PDF para download gratuito, tendo como público-alvo docentes de Biologia da rede pública de ensino, atuantes em turmas do ensino médio e interessados em desenvolver abordagens investigativas experimentais sobre a Microbiologia utilizando o método de ensino

por investigação para o desenvolvimento do processo gradual de AC dos discentes.

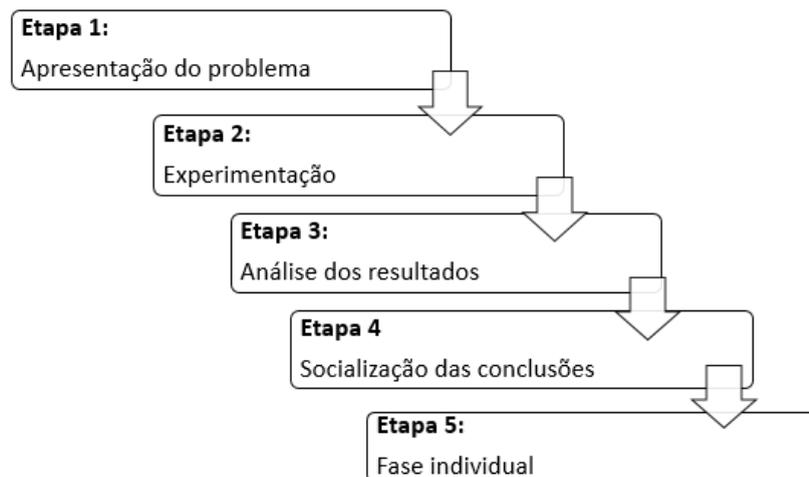
### 3.4 SUBMISSÃO AO COMITÊ DE ÉTICA

O trabalho foi desenvolvido de acordo com os princípios norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional No 001/2013 CNS, sendo aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa Humana (CEP-UFJF), sob parecer nº 3.482.392 (anexo A).

### 3.5 ESTRUTURA DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS

A construção das sequências didáticas foi inspirada na metodologia de ensino por investigação para ser aliada ao método expositivo com intuito de alcançar gradativamente a AC dos discentes do ensino médio. Foram criadas cinco etapas dentro de cada sequência de ensino investigativa para que o tema Microbiologia seja desenvolvido (organograma 3).

Organograma 3 - Etapas presentes em cada sequência de ensino investigativa contidas no produto elaborado



Fonte: Adaptado de Carvalho (2013).

As divisões são: Apresentação do problema; Experimentação; Análise de resultados; Socialização das conclusões e Fase individual. Estas etapas foram elaboradas através de adaptação de método sugerido por Carvalho (2013). A metodologia utilizada para a elaboração de todas as sequências de ensino investigativas, as orientações de como estão estruturadas e sua forma de aplicação pelos docentes com os estudantes do ensino médio estão descritas nos

resultados e discussão, e constitui o produto principal deste trabalho no mestrado profissional em ensino de biologia / PROFBIO.

### 3.6 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EM FORMATO E-BOOK

Foram obedecidas as seguintes etapas durante a criação do instrumento didático-pedagógico: 1- Definição dos conteúdos e formato do produto; 2 – Realização de leituras metodológicas do material para realização de reformulações necessárias pelo autor, e sugeridas pelo orientador; 3 – Correções no material com base nas revisões gramaticais, citações e referências bibliográficas; 4 – Diagramação do material; 5 – Criação da identidade visual (BASTOS *et al.*, 2010).

### 3.7 A ORGANIZAÇÃO DIDÁTICA DO PRODUTO

Segundo Bastos *et al.* (2010) “o material didático assume o papel de fio condutor de todo o processo, organizando o desenvolvimento e a dinâmica do ensino-aprendizagem.” Sua produção é orientada para estimular a interação do leitor/professor sobre a metodologia de ensino por investigação e sua estreita relação com a promoção da AC e aprendizagem significativa. Com essa intencionalidade, foram utilizadas diversas estratégias no produto que facilitasse o entendimento do docente ao tema apresentado e o estimulasse a aprender novos conhecimentos sobre a estratégias incluídas nas SEI e orientações claras e definidas sobre como aplicar as SEI sugeridas, se caracterizando como uma ferramenta de apoio para a prática educativa. O produto ficou dividido em três partes e cada parte foi subdividida em capítulos.

### 3.8 ESTRATÉGIAS INCLUÍDAS NO DESENVOLVIMENTO DOS TEXTOS DO E-BOOK

As estratégias pedagógicas, incluídas ao desenvolvimento do E-Book receberam destaques por meio de recursos gráficos (cor, fonte, fios e ícones) e *hiperlinks* para promoverem a interatividade do material, e dando maior visibilidade a informações, citações, indicações de leitura, gabaritos de atividades, reflexões, entre outros (BASTOS *et al.*, 2010). Os tipos de Recursos criados foram: Dicas e sugestões; Sugestões de leitura; Para praticar; Referências para gabarito; Para refletir; Observação importante; Atenção e Fique por dentro.

### 3.9 ESTRUTURA FÍSICA DA CAPA E MIOLO DO E-BOOK

A capa e conteúdo do E-book foram estruturados e organizados segundo Bastos *et al.* (2010) e possui os seguintes componentes e elementos:

Quadro 1 - Componentes e elementos que constituem a capa e miolo do E-book produzido

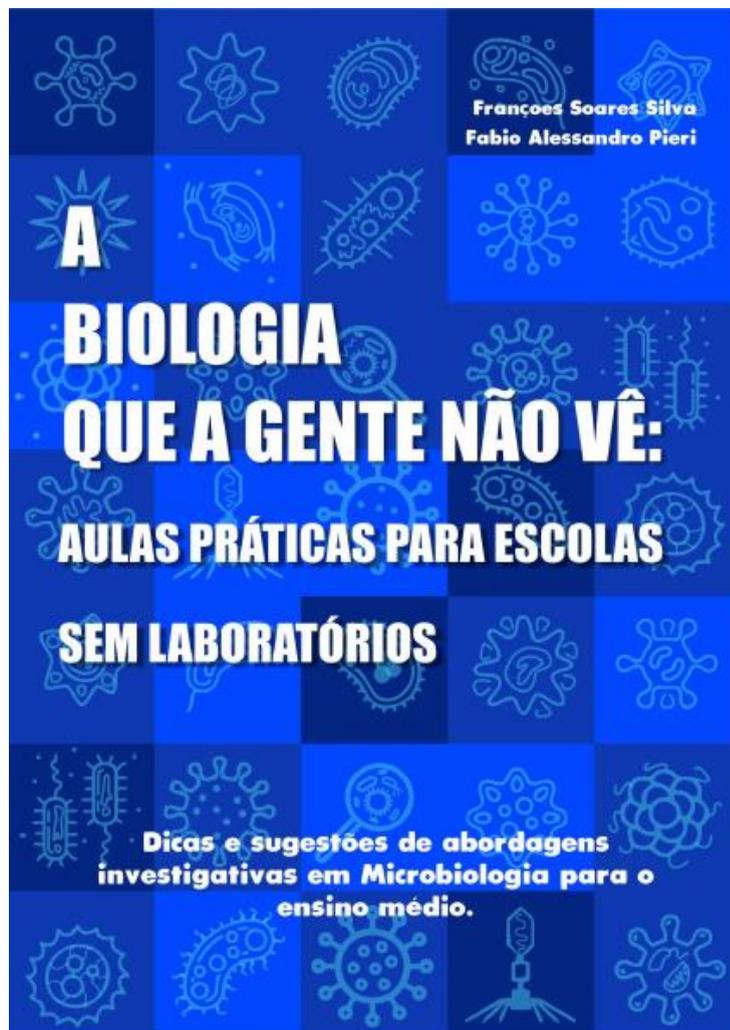
<b>Componente</b>	<b>Elemento</b>
Página 1	Capa contendo o título do livro e a frase de chamada. Os nomes dos autores.
Página 2	Contra capa
Página 3	Ficha catalográfica
Página 4	Nomes dos autores seguido de mini currículo contendo área de formação, última titulação atual e inserção institucional. Título do livro, local e ano.
Página 5	Agradecimentos a pessoas e instituições.
Página 6	Epígrafe
Página 7 e 8	Texto de apresentação
Página 9	Sumário
Página 10	Abertura da parte I: Orientações essenciais para o professor.
Páginas de 11 a 29	Desenvolvimento dos capítulos: 1,2,3,4 e 5 referentes a parte I.
Página 30	Abertura da parte II: Sequências de Ensino Investigativas.
Página 31 a 125	Desenvolvimento dos capítulos de 1 a 10 referentes a parte II.
Página 126	Abertura da parte III: Compartilhando o conhecimento construído com a comunidade escolar.
Página 127	Desenvolvimento da parte III: Compartilhando o conhecimento construído com a comunidade escolar.
Página 128 a 134	Referências Bibliográficas.

Fonte: Adptado de Bastos *et al.* (2010).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto elaborado é um instrumento didático-pedagógico em formato E-book e possui o título: “A Biologia que a gente não vê: aulas práticas para escolas sem laboratórios” (figura 1).

Figura 1 - Capa do E-book contendo o título, a frase de chamada e os nomes dos autores



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Foi elaborado e destinado aos docentes atuantes no ensino médio em escolas públicas de ensino básico. O livro se inicia com uma apresentação ao leitor, onde esclarece sobre do que se trata a obra e as intenções dos autores em auxiliar docentes de escolas públicas a desenvolverem aulas práticas e demonstrações experimentais aliadas ao ensino teórico, através de atividades inspiradas no método de SEI, para instigar a curiosidade, promover a AC e a aprendizagem significativa dos alunos sobre a temática. Demonstrando ser possível um ensino

contextualizado da Microbiologia no ensino médio, mesmo na ausência de um ambiente laboratorial bem equipado (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012).

#### 4.1 UMA REFLEXÃO SOBRE O CENÁRIO EDUCACIONAL ATUAL

O título “A biologia que a gente não vê: aulas práticas para escolas sem laboratórios” nos faz pensar em quais são os motivos que impedem a realização da descoberta do mundo microscópico por uma parcela considerável de estudantes de nível médio das escolas públicas brasileiras, que o desejam ver e conhecer, mas não possuem condições apropriadas para realizarem essa visualização e compreensão (BRASIL, 2020).

O livro é dividido em três partes principais: 1. Orientações essenciais para o professor, 2. Sequências de ensino investigativas e 3. Compartilhando o conhecimento construído com a comunidade escolar (figura 2).

Figura 2 - Imagem do sumário dividido em três partes principais e subdividido em capítulos

SUMÁRIO	
<b>1. ORIENTAÇÕES ESSENCIAIS PARA O PROFESSOR</b>	9
1.1. Entendendo melhor cinco aspectos fundamentais desse material	10
1.2. Como construir e desenvolver uma abordagem investigativa? Por onde podemos começar?	15
1.3. Fornecendo informações fundamentais para o professor(a)	17
1.4. Como identificar os aspectos cognitivos e metacognitivos?	20
1.5. Como a sequência de ensino investigativa está estruturada?	23
<b>2. SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS</b>	29
<b>2.1. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 1: o que é biossegurança?</b>	31
2.1.1. Normas de Biossegurança para trabalhos práticos em Microbiologia em escolas sem laboratórios	36
<b>2.2. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 2: o que são micro-organismos cosmopolitas?</b>	37
<b>2.3. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 3: comprovando a Ubiquidade Microbiana</b>	45
<b>2.4. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 4: cultivo de micro-organismos utilizando vegetais cozidos</b>	54
<b>2.5. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 5: o que é um meio de cultura?</b>	63
<b>2.6. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 6: inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana</b>	74
<b>2.7. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 7: segurança alimentar e o controle microbiano</b>	89
<b>2.8. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 8: a prevenção de doenças através da higienização das mãos</b>	99
<b>2.9. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 9: eles estão entre nós</b>	107
<b>2.10. SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 10: existem micro-organismos no meu celular?</b>	114
<b>3. COMPARTILHANDO O CONHECIMENTO CONSTRUÍDO COM A COMUNIDADE ESCOLAR</b>	121
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	123

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O instrumento didático-pedagógico elaborado foi baseado no atual desafio da falta de instrumentos e condições de trabalho apropriadas em que se encontram os docentes de Biologia, atuantes no ensino médio em escolas públicas de ensino básico e em seus estudantes, que tem diariamente seus direitos de aprendizagem violados, pela falta de infraestrutura, de insumos básicos e metodologias ativas para a realização de aulas práticas experimentais adequadas e de qualidade. Afinal, mais da metade das escolas públicas brasileiras que oferecem o ensino médio não possuem laboratórios de ciências (BRASIL, 2020).

Além da visualização do mundo microscópico ser afetada pela ausência de infraestrutura e recursos adequados, a compreensão do assunto também se encontra comprometida devido à ausência de metodologias apropriadas na abordagem da temática. Por conseguinte, tem-se registrado nos últimos anos, níveis de AC inadequados entre os estudantes de ensino médio, onde mais da metade deles apresentam déficit na capacidade de interpretação de informações e conhecimentos científicos para resolução de problemas complexos em diferentes contextos do mundo real (GOMES, 2015).

A ausência de recursos e investimentos na área é um dos principais motivos para a não execução de aulas práticas experimentais, tornando mais difícil o aprendizado significativo do ensino de Microbiologia (KIMURA *et al.*, 2013). Apresentar a Microbiologia dentro de um contexto é um desafio para muitos docentes de escolas públicas. Uma vez que a abordagem teórica desse tema é a mais frequente, essa ação exige dos estudantes um alto nível de abstração, o que dificulta ainda mais o processamento das informações e da compreensão do tema (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012).

Sendo assim, o produto informa ser imprescindível a criação de estratégias de ensino-aprendizagem que sirvam de complemento ao ensino teórico exercido, estimulando o interesse e facilitando a compreensão dos micro-organismos pelos estudantes e os auxiliarem a terem uma visão positiva sobre esses seres microscópicos (BARBOSA; BARBOSA, 2010; OLIVEIRA; AZEVEDO; SODRÉ NETO, 2016).

O livro compartilha uma reflexão com o leitor sobre o cenário atual a qual a educação brasileira está inserida, bem como o anseio e a necessidade de agregação, pelo professor(a), de uma metodologia que se aproxime cada vez mais das práticas próprias da ciência, que proporcione o desenvolvimento das competências e habilidades cognitivas e metacognitivas dos estudantes, que possibilite a abordagem dos conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais em sala de aula, para que os direitos de aprendizagem dos estudantes sejam exercidos na totalidade por meio da utilização de abordagens investigativas para a promoção progressiva da AC dos estudantes (BRASIL, 2018; RIBEIRO, 2003; ZABALA, 1998).

Diante disso, espera-se que as atividades práticas nesta área não deixem de ocorrer e a compreensão do tema seja satisfatória. O produto elaborado apresenta abordagens que fornecem subsídios para os docentes de escolas públicas desenvolverem aulas práticas e demonstrações experimentais em Microbiologia com o uso de materiais acessíveis e de baixo custo, através do ensino por investigação, ao encontro do proposto por Carvalho (2013) para o desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas e o alcance gradativo da AC dos estudantes.

A abordagem investigativa utilizada pelo livro tem o objetivo de auxiliar o docente a planejar e executar aulas contextualizadas ao cotidiano dos seus estudantes e dessa forma, ajudar os discentes a construir o próprio pensamento crítico e a desenvolverem uma aprendizagem significativa em Microbiologia. É por meio da utilização dessa abordagem, que os estudantes serão auxiliados a realizar a transição gradual da linguagem cotidiana, superficial e influenciada pelo senso comum, para uma linguagem cada vez mais científica, consciente e crítica acerca dos micro-organismos (OLIVEIRA; AZEVEDO; SODRÉ NETO, 2016).

## 4.2 PARTE 1: ORIENTAÇÕES ESSENCIAIS PARA O PROFESSOR

A primeira parte do livro é subdividida em cinco capítulos e é destinada especialmente para os docentes de Biologia interessados em desenvolver sequências de ensino investigativas em Microbiologia com os alunos do ensino médio para a promoção da AC. Os capítulos são:

Capítulo 1. Entendendo melhor cinco aspectos fundamentais desse material.

Capítulo 2. Como identificar uma abordagem investigativa? Por onde começar?

Capítulo 3. Fornecendo informações fundamentais para o professor(a).

Capítulo 4. Como identificar os aspectos cognitivos e metacognitivos?

Capítulo 5. Como a sequência de ensino investigativa está estruturada?

### 4.2.1 Capítulo 1: Entendendo melhor cinco aspectos fundamentais deste material

No capítulo 1 são esclarecidos cinco aspectos fundamentais do produto: AC, o ensino por investigação e comenta sobre como este método está interligado a prática da AC, destacando a relação existente entre eles; se todas as aulas práticas experimentais são consideradas investigativas, expondo as diferenças entre a aula prática e aula investigativa, esclarecendo porque não são sinônimas, a escolha pela Microbiologia como tema central da obra e por que contextualizar o problema e as atividades a serem aplicadas é importante.

Os três primeiros aspectos são: o conceito de AC, o Ensino por investigação e quais são

os aspectos que determinam se uma aula experimental é ou não investigativa. O item inicia-se com a definição de AC como conjunto de todos os conhecimentos que auxiliam os estudantes a interpretarem o mundo em que estão inseridos, indo além do saber ler e escrever termos científicos, mas exigindo também criticidade na interpretação que esse sujeito faz do mundo no qual está inserido. Demanda que o estudante consiga, dentro de um problema apresentado, identificar em quais aspectos ele pode transformar a realidade para melhorar o meio no qual ele se encontra.

Segundo Chassot (2018), alfabetizar cientificamente é realizar a inserção dos estudantes na cultura científica, sendo um fator que fortalece o caminho para uma educação mais comprometida. No entanto, inseri-los tem sido um problema enfrentado no ensino público brasileiro de forma geral, pois o que se percebe é uma dificuldade em exercer o ensino por investigação no ambiente escolar (BORGES, 2002). Sendo assim, há uma inquietação gradativa, no decorrer dos anos, em inserir como objetivo principal do ensino de Ciências da Natureza na formação básica, a AC, para que tenhamos cidadãos mais conscientes acerca do uso dos conhecimentos científicos adquiridos na escola (CARVALHO *et al.*, 2011).

Em seguida, temos uma breve descrição do que seria o ensino por investigação e destaca-se a sua estreita relação com o desenvolvimento dos índices de AC. Segundo os autores Gil-Pérez e Vilches-Peña (2001), o ensino por investigação tem se mostrado um excelente modo de favorecer o desenvolvimento da AC.

O método de ensino por investigação é elencado como a base deste produto, pois sua prática permite que o professor consiga criar ambientes investigativos com os estudantes em sala de aula através da apresentação de atividades investigativas baseadas em problemas e dessa forma, no decorrer da busca pelas respostas, possibilitar a transição do conhecimento espontâneo e baseado no senso comum para o conhecimento científico, ampliando assim a linguagem e cultura científica e exercitando a AC (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015).

O ensino por investigação determina que o docente ensine os conteúdos programáticos e proporcione aos estudantes momentos de reflexão, nos quais eles possam elaborar as próprias linhas de raciocínio; expressar suas ideias e argumentos acerca dos conhecimentos construídos; praticar a interpretação e análise crítica daquilo que foi lido e/ou observado, a questionar o problema apresentado e expressar através da escrita a clareza das ideias expostas (CARVALHO, 2018). O produto afirma que o ensino por investigação só pode se concretizar quando há a ocorrência desses momentos. É preciso que durante o processo seja possível verificar não apenas se os estudantes aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo, demonstrando indícios de A.

O produto ainda comenta sobre quais são os dois aspectos centrais que sustentam uma sequência de ensino por investigação: a elaboração cuidadosa pelo professor(a) do problema que constituirá as atividades investigativas apresentadas e qual o grau de liberdade intelectual que este oferece aos seus alunos. O produto informa ao leitor que uma SEI é composta por várias etapas e em cada etapa há atividades investigativas que orbitam o problema inicial. O problema inicial poderá também ser apresentado tanto pelo professor(a), como também ser proposto pelos estudantes. No segundo caso, isso irá depender de qual nível de AC esse aluno encontra-se e sobre qual grau de liberdade intelectual o professor (a) oferece a turma (CARVALHO, 2018; CHASSOT, 2018; SASSERON, 2008).

Portanto, o capítulo deixa claro que tanto a liberdade intelectual quanto a elaboração cuidadosa de problemas são essenciais para o professor criar condições em sala de aula para os alunos interagirem com o material e construírem seus conhecimentos em uma situação de ensino por investigação. Estes requisitos caracterizam o terceiro aspecto fundamental do produto, sobre as diferenças entre os graus de liberdade intelectual que podem ser oferecidos pelo professor durante uma aula prática experimental, caracterizando-a como uma aula investigativa ou não. Esclarecendo porque não são sinônimas.

O terceiro item destaca que a apresentação do problema permite que os alunos interajam com o tema, mas sem a liberdade intelectual, os alunos não conseguirão expor suas ideias e argumentos acerca do tema. Sendo necessário que o professor permita que os estudantes errem e acertem, expressem suas ideias, deixando-os pensarem, argumentarem com os demais colegas. O produto apresenta a imagem do quadro a seguir (quadro 2), que informa o grau de liberdade intelectual oferecido aos alunos pelo professor em atividades experimentais.

Quadro 2 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais

ETAPAS	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho *et al.* (2010).

Segundo Carvalho *et al.* (2010) o grau 1 representa um modelo de ensino diretivo da aula experimental. A participação do aluno é solicitada apenas na fase de obtenção de dados. Neste caso, o problema, as hipóteses, o roteiro de trabalho e a conclusão final são expostos pelo professor. Geralmente nestes casos os alunos tendem a modificar seus resultados para não

demonstrar que cometeu erros frente ao professor, e tendem a não acreditar nos próprios dados obtidos. No grau 2, o professor permite a participação do aluno nas discussões do tema, no entanto o problema, as hipóteses e plano de trabalho ainda é apresentado pelo professor, sendo também classificado como ensino diretivo, pois é linha de raciocínio intelectual do professor que orienta todo trabalho (CARVALHO, 2018).

O grau 3 caracteriza a criação de um ambiente investigativo pelo professor, onde alunos e professor elaboram hipóteses juntos e o plano de trabalho fica a cargo dos alunos, sendo eles os responsáveis por criarem maneiras de comprovar as hipóteses elaboradas. Neste caso, os estudantes tem a oportunidade de criarem seus próprios argumentos e explicações, o que a diferencia da sequência didática executada sob o grau 2.

Portanto, os graus 3 e 4 são classificados como ensino por investigação. Nesses casos, o aluno não segue apenas o entendimento do professor, mas também cria a sua própria linha de raciocínio intelectual e aprende com os erros cometidos. O erros e acertos são discutidos com o professor e as linhas de raciocínio são compartilhadas com toda a turma. O grau 5 também segue o modelo de ensino por investigação, porém sua incidência é rara em turmas do ensino médio. Representa uma classe acostumada com as abordagens investigativas e ao trabalho em grupo. São autônomos na resolução dos problemas (CARVALHO *et al.*, 2010).

No quarto aspecto: as razões que justificam a escolha pela Microbiologia como tema central da obra, o produto afirma que as atividades práticas em Microbiologia são muito importantes para o desenvolvimento do estudante, favorecendo a compreensão do tema pelo o aluno e viabilizando discussões quanto a possibilidade da aplicação cotidiana do conhecimento adquirido em aula. O livro também afirma que a carência de aulas práticas experimentais onde o tema Microbiologia esteja diretamente relacionado ao cotidiano estudantil tende a atrapalhar a aprendizagem desse conteúdo e que um dos motivos desta carência está relacionada a insegurança dos professores em lecionar de forma inovadora um conteúdo comumente considerado complexo como a Microbiologia. (SODRÉ NETO; SOUZA; AZEVEDO, 2015).

As atividades práticas que apenas ilustram conceitos apresentados em aulas teóricas são comuns nas aulas de Biologia. Dessa forma, na busca de amenizar a deficiência na oferta de aulas práticas experimentais sob um viés investigativo na área, o produto tem a Microbiologia como foco, afirmando ser importante que haja uma ampliação da aplicação de aulas práticas experimentais que utilizem a metodologia de ensino por investigação.

Segundo os PCNEM, as atividades experimentais, não devem apenas servir para constatar fenômenos ensinados na teoria, mas devem possuir o propósito de desafiar o estudante a correlacionar informações e reconstruir conceitos. Os PCNEM afirmam que, embora a

manipulação correta de materiais seja uma habilidade a ser desenvolvida, não deve ser a finalidade única da experimentação e que esta não devem ser, simplesmente, “a aula teórica dada de outra maneira” (BRASIL, 2000).

O produto deixa claro que o objetivo é difundir informações, apresentar possibilidades e sugestões de sequências de ensino investigativas em Microbiologia aos docentes de Biologia de escolas públicas de ensino médio. E para isso, afirma ser necessário que o professor conheça a metodologia do ensino por investigação para que proporcione cada vez mais, um ensino problematizado e contextualizado aos seus alunos, visando a AC. O livro apresentado deseja auxiliar o docente a desenvolver a Microbiologia em suas aulas, auxiliando os estudantes a enxergarem o significado e a utilidade da Microbiologia e conseqüentemente criar conexões entre este tema e seu cotidiano. Uma vez que os estudantes comumente consideram que os temas lecionados em sala de aula não passam de meros conceitos científicos de complexa compreensão e pouco próximos ao dia-a-dia (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012).

O produto comenta que muitos alunos do Ensino Médio apresentam uma visão incorreta sobre os micro-organismos, associando-os somente a doenças, desconhecendo que os mesmos também participam da manutenção da vida. (OLIVEIRA; AZEVEDO; SODRÉ NETO, 2016). E apresenta as atividades práticas propostas como uma maneira de mediar as relações entre os conhecimentos prévios dos alunos e as novas informações, corrigindo conceitos equivocados, motivando a formular hipóteses, comprová-las por meio do experimento e sistematizarem seus resultados e conclusões ampliando o senso crítico e interesse pelo conhecimento científico (BARBOSA; BARBOSA,2010; PIATTI *et al.*, 2008).

O quinto e último aspecto destacado pelo produto busca esclarecer ao leitor/professor por que contextualizar o problema e/ou atividades a serem apresentadas para os estudantes é importante. Sodré Neto, Souza e Azevedo (2015) afirmam que apesar da Biologia fazer parte da vida diária da popula o, o seu ensino frequentemente se encontra distanciado da realidade, impossibilitando   popula o perceber o vínculo estreito existente entre o que   estudado na disciplina Biologia e o cotidiano. A Microbiologia, assim como outras áreas da Biologia,   repetidamente citada como conteúdo de difícil entendimento por parte dos alunos, exigindo um maior nível de abstra o mesmo possuindo uma estreita rela o com o cotidiano.

Sendo assim, para enfrentar esses desafios e contradi es, o produto nos informa que o ensino de Biologia, em especial da Microbiologia, necessita ser pautado pela AC. Segundo Freire (1996), o ambiente escolar não deve apenas ser pautado em um ensino conteudista, mas deve estar voltado para uma prática que estimule a forma o de cidadãos críticos e aut nomos, preparados para a vida em sociedade, e que a tarefa docente precisa ir além de ensinar os

conteúdos, ensinando também a tomar decisões de forma ética e responsável.

Dessa forma, o produto identifica a contextualização como ferramenta crucial para que uma prática educativa semelhante seja estabelecida nas escolas de ensino médio, afirmando ser fundamental que haja o estabelecimento de conexões diretas entre o conteúdo programático e a realidade, onde o ponto de partida para o aprendizado e compreensão da Biologia, esteja dentro do contexto do aluno, da escola e da sociedade a qual estão inseridos.

Portanto faz-se necessário que o docente perceba que a contextualização deve ser efetivada não apenas com a finalidade de tornar o conteúdo mais interessante e fácil de ser assimilado, mas também, permitir que o estudante desenvolva um olhar diferente acerca da sua realidade, sendo capaz de compreender o valor daquele conhecimento para a sua vida, visando transformá-la para melhor, enxergando nela possibilidades de mudança (BRASIL, 2000).

#### **4.2.2 Capítulo 2: Como construir e desenvolver uma abordagem investigativa: Por onde começar?**

O capítulo tem a intenção de orientar os docentes de Biologia, de modo claro e objetivo, sobre quais são os principais aspectos indispensáveis para a elaboração de uma sequência de ensino investigativa. Os passos estão descritos de modo que possam ser utilizados pelo professor não apenas nas aulas de Microbiologia, mas em outros temas da Biologia, ampliando o uso da metodologia de ensino por investigação no ensino médio em momentos futuros.

São descritos 10 passos por onde o docente de Biologia poderá seguir, guiados pelos pressupostos teóricos do ensino por investigação delineados por Carvalho (2013), para que consigam construir e desenvolver uma abordagem investigativa com seus estudantes do ensino médio. Dentre eles está destacado a importância do planejamento das ações e atividades investigativas, a elaboração cuidadosa do problema, o cuidado para que ele esteja dentro do conteúdo programático, seja interessante e contextualizado a realidade do estudante. Também recebe destaque a decisão do professor sobre o grau de liberdade que estará disposto a dar para seus estudantes para que tenham liberdade intelectual para expressarem suas opiniões. Afinal, para que o estudante aproprie-se deste problema e o investigue, é necessário haver liberdade intelectual suficiente. Comenta a importância do desenvolvimento das atividades investigativas em grupos pequenos entre os estudantes e recomenda essa prática para que exercitem a capacidade de colaboração através do trabalho em equipe, troquem informações e aprendam com seus pares (CARVALHO, 2018).

Entre outros pontos relevantes estão a elaboração de hipóteses pelos alunos e formas de

comprová-las, sendo de grande importância que o professor ofereça aos alunos tempo para promoverem discussões, reflexões, pesquisas e tentativas experimentais, tendo assim a chance de errar e acertar. Percebe-se que é de interesse que o docente não dê as respostas de imediato, ao invés disso, auxilie e oriente seus estudantes indicando leituras ou sites que abordem o problema levantado, para criarem a sua própria linha de raciocínio, elaborarem argumentos, fazer observações, seguir protocolos de segurança, analisar os resultados e estabelecer conclusões mediados pelo professor(a), auxiliando-os a organizarem de forma clara e objetiva os resultados observados para que cheguem as conclusões.

Ao conduzir os alunos na exploração do problema, é importante que o docente valorize conhecimentos prévios dos estudantes, e principalmente esclareça quaisquer dúvidas relacionadas a interpretação do problema. Pois o estudante só elaborará boas hipóteses e sugerirá bons meios de comprovação das hipóteses que elaborou se estiver ciente sobre o que se trata o problema. Por isso é importante que os problemas estejam contextualizados à realidade do estudante, para que este produza um bom trabalho e tenha uma avaliação satisfatória pelo professor (a).

Após a análise dos resultados pelos alunos, é evidenciado no produto que o docente realize um momento avaliativo de socialização dos resultados e conceitos construídos com os estudantes. Questionando-os como fizeram para resolverem o problema, quando e onde eles reconhecem em seu cotidiano o fenômeno estudado. Neste momento, o docente conseguirá estimular a reflexão sobre as ações executadas durante a construção do conceito para que busquem uma justificativa para o fenômeno estudado, exercitando assim, a argumentação científica. Além de fazer com que os estudantes percebam a possibilidade de aplicação em suas vidas do que foi aprendido na escola. O docente, neste exercício, irá verificar competências, habilidades cognitivas e a AC de seus estudantes por meio do exercício das habilidades metacognitivas, levando-os a refletir sobre quais foram os objetivos dessa experiência, sobre quais foram os processos cognitivos utilizados e necessários para se alcançar a conclusão.

Segundo Ribeiro (2003), uma SEI que contemple, além de atividades cognitivas, atividades metacognitivas, têm apresentado melhores resultados, observa-se que os estudantes que apresentam resultados satisfatórios na execução de atividades escolares possuem capacidades metacognitivas bem desenvolvidas.

Por fim, o capítulo sugere que o docente solicite que cada estudante, em uma etapa avaliativa individual, escreva o que aprendeu ao final da realização da prática. Dando abertura para que o aluno se expresse sobre o que mais o agradou e contribuiu nessa experiência, com sugestões que venham a agregar o trabalho do professor. Essa reflexão sobre o próprio

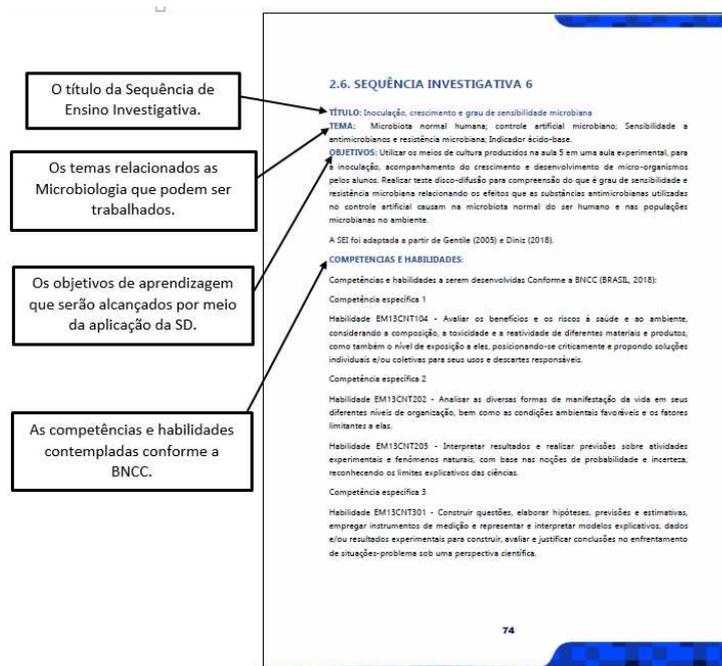
aprendizado se faz necessária para que encorajemos os alunos a terem compromisso e responsabilidade pela sua própria aprendizagem, desenvolvendo o que tem sido denominado de consciência metacognitiva (RIBEIRO, 2003).

#### 4.2.3 Capítulo 3: Fornecendo informações fundamentais para o professor(a)

É um capítulo destinado a oferecer orientações aos professores de Biologia. São fornecidas informações sobre a maneira como cada sequência de ensino investigativa se encontra estruturada. Neste capítulo, é informado sobre a parte introdutória contida em cada SEI apresentada neste material.

A parte introdutória é composta por um planejamento com informações essenciais para o professor(a), contendo o título dado a SEI sugerida e qual a matéria/conteúdo que estará sendo desenvolvida através da aplicação da SEI (figura 3).

Figura 3 - Primeira parte do planejamento contido em cada sequência de ensino investigativa apresentada no produto elaborado

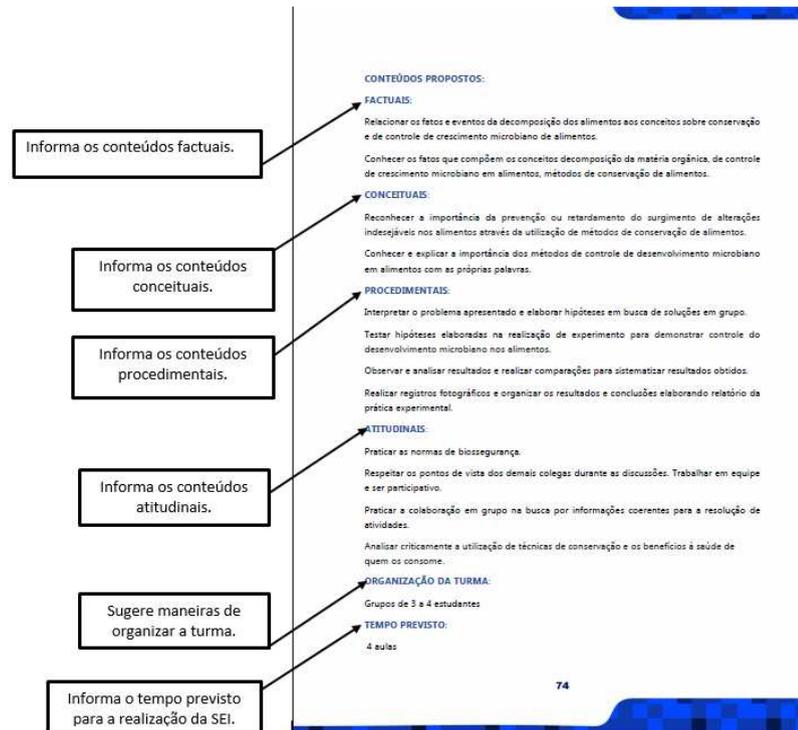


Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Neste planejamento também é fornecido a descrição dos objetivos de aprendizagem, ou seja, quais são os conceitos que os estudantes precisam saber e que o produto sugere que seja ensinado (figura 4). Como esses conceitos serão ensinados na determinada SEI, quais metodologias serão utilizadas e como será articulado esse conhecimento ao cotidiano do

estudante e a outros assuntos pertinentes.

Figura 4 - Continuação do planejamento contendo os conteúdos propostos, organização da turma e tempo previsto de realização



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Em seguida são informadas quais são as competências e habilidades da BNCC que a SEI contempla. Consta os direitos de aprendizagem, alinhados a BNCC preconizados para o Ensino Médio que serão desenvolvidos a partir da aplicação da SEI sugerida. Segundo a LDB, as decisões pedagógicas tomadas pelo professor(a) devem estar voltadas para o desenvolvimento de competências e habilidades definidas pela BNCC (BRASIL, 2018).

No planejamento também está contido quais serão os conteúdos propostos: factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais que poderão ser desenvolvidos durante a sua aplicação. Para que o ensino de biologia seja relevante e significativo para o indivíduo, a aprendizagem não deve ser puramente factual ou conceitual, mas atitudinal e processual também. Sendo assim, os conteúdos propostos não podem ser trabalhados de maneira fragmentada, mas em conjunto e contextualizados (ZABALA,1998). O produto afirma que os docentes devem pautar o desenvolvimento de habilidades pelos alunos de acordo com os princípios da AC, conforme também recomendado pela BNCC para o ensino médio.

O capítulo comenta que é necessário perceber se o aluno está desenvolvendo os conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais através da análise de sua

participação, na correção dos relatórios avaliativos produzidos durante as aulas práticas experimentais e atividades avaliativas individuais. Em seguida o capítulo segue trazendo definições sobre os conteúdos propostos e sugestões de como avaliar o seu desenvolvimento pelo aluno ao longo das sequências de ensino investigativas.

Os conteúdos factuais são os fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e únicos. Percebe-se que houve a aprendizagem factual significativa quando o estudante conhece e compreende os conceitos envolvidos na atividade (ZABALA, 1998).

Os conteúdos conceituais são o conjunto de fatos com as características comuns, não há como trabalhar um conceito sem trabalhar os conteúdos factuais. São indissociáveis (ZABALA, 1998). Sendo assim, para que seja desenvolvido um conceito é indispensável que o discente tenha compreendido o seu significado, e explique adequadamente utilizando suas próprias palavras, fazendo relação com os fatos. Esse conteúdo também pode ser verificado quando o aluno utiliza os conceitos prévios para elaborar hipóteses e quando constroem e reconstróem conceitos com uma incidência muito maior de explicações causais do que legais. Segundo Piaget e Garcia (1984) o termo legal é usado quando a explicação é descritiva e o aluno faz uso de palavras já conhecidas para explicarem o fenômeno observado. E o termo causal é usado quando o aluno procura uma palavra nova para descrever o fenômeno observado, caracterizando o enriquecimento do vocabulário científico.

Segundo o capítulo, o desenvolvimento dos conteúdos procedimentais podem ser verificados quando os alunos discutem entre eles buscando ideias que servirão de hipóteses e as testam. Quando os alunos trabalham com os dados obtidos em uma investigação e os organizam e classificam os resultados.

O produto sugere neste momento que o docente observe como os estudantes descrevem as ações realizadas que os levaram aos resultados, relacionando causa e efeito, para explicarem o fenômeno observado. Como desenvolvem habilidades de planejamento, argumentação, e se são capazes de organizarem suas próprias linhas de raciocínio (ZABALA, 1998). Se elaboram registros sobre suas investigações e experimentações, relatando por escrito a sequência de ações realizadas e a relação existente entre as ações realizadas e o fenômeno investigado, reparando se eles realizam pesquisas, guiadas ou não pelo docente, conseguindo selecionar informações relevantes do texto que o auxilie na resolução do problema ou da prática experimental. Esses aspectos são indicadores de AC (SASSERON, 2008).

E por fim, temos os conteúdos atitudinais, que são manifestações de características como o protagonismo, a autonomia e a habilidade de trabalhar em equipe através de ações colaboração em equipe para a solução do problema, a procura pelas respostas para seus próprios

questionamentos ao invés de recorrer inicialmente o professor(a). Os estudantes esperam a sua vez para falar, prestam atenção, considerando a fala do colega como importante também. Em grupo, se questionam sobre como conseguirão alcançar a resolução do problema, dando opiniões. E nos trabalhos escritos escrevem verbos de ação na terceira pessoa do plural mostrando respeito pelo trabalho em equipe (CARVALHO, 2013).

O planejamento continua com sugestões de como a turma poderá ser organizada. O capítulo oferece propostas sobre a organização das turmas para o desenvolvimento das abordagens investigativas por meio de pequenos grupos para que os estudantes exercitem a capacidade de colaboração através do trabalho em equipe, troquem informações e aprendam com seus pares.

A aprendizagem colaborativa tem como fundamento o fato de que o conhecimento é construído na interação. Essa interação acontece de diferentes modos, entre docentes e estudantes, e entre estudantes em diferentes composições de grupos. Na aprendizagem colaborativa a relação entre os estudantes é o fundamento principal. Os desafios são enfrentados de modo participativo, estimulando que cada aluno desenvolva competências – tendo em vista aspectos cognitivos e metacognitivos. Os estudantes são estimulados a desenvolver a autonomia e a capacidade de fazer escolhas, convivendo com diferentes pontos de vista e com a necessidade de tomar decisões (BACICH *et al.*, 2020).

Em turmas muito cheias que dificultam o acompanhamento pelo docente, o produto sugere, além da formação de grupos, que ocorra a atribuição de tarefas distintas entre os integrantes dos grupos como: serem responsáveis pela organização e guarda de materiais, limpeza das mesas e bancadas a serem utilizadas, coordenador do grupo, redator das ideias e principais observações, entre outros.

O último item do planejamento é sobre a administração do tempo necessário para a aplicação das atividades sugeridas nas SEI. Segundo o produto, o tempo informado nas SEI é apenas uma sugestão, ainda mais se tratando de atividades práticas e experimentais, onde nem tudo pode ocorrer como planejamos. Afinal, o professor(a) poderá optar em aprofundar temas no decorrer do percurso, sendo assim, relativo a cada realidade.

#### **4.2.4 Capítulo 4: Como identificar os aspectos cognitivos e metacognitivos?**

Neste capítulo, o produto traz orientações esclarecedoras sobre o que são os processos cognitivos e metacognitivos e como identificá-los ao longo das etapas de uma sequência de ensino investigativa. O capítulo destaca que, é importante que os docentes tenham

conhecimento de que o desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas pelos estudantes são os fatores que tornam o ensino por investigação uma metodologia diferenciada, onde os conteúdos programáticos, os aspectos cognitivos (factuais e conceituais) e os aspectos metacognitivos (procedimentais e atitudinais) são igualmente valorizados (CARVALHO, 2013; RIBEIRO, 2003; ZABALA, 1998).

O produto esclarece que os dois processos, cognitivo e metacognitivo, possuem uma estreita relação e necessitam ocorrer simultaneamente, por todas as etapas, para que a AC no ensino de Biologia seja alcançada gradativamente pelos estudantes. Dessa forma, para que o docente aplique as SEI com satisfatoriedade é importante compreender o significado dos processos cognitivos e metacognitivos, para conseguir diferenciá-los e conseqüentemente realizar uma avaliação eficaz e proveitosa de todas as etapas da SEI. (CARVALHO, 2018; RIBEIRO, 2003).

O capítulo ainda nos informa sobre os indicadores de AC que evidenciam o modo como o estudante reage e age quando se depara com algum problema durante uma abordagem investigativa, e quais são as habilidades desenvolvidas pelos alunos durante a aplicação da SEI (CARVALHO, 2013).

Sendo de suma importância que o professor compreenda que através das abordagens investigativas é possível não somente desenvolver os conteúdos programáticos e científicos, mas também as características que compõem a natureza desse conhecimento, o desenvolvimento da argumentação científica e senso crítico. E essa reflexão sobre o próprio aprendizado, através do exercício metacognitivo, se faz necessária para que encorajemos os alunos a terem compromisso e responsabilidade pela sua própria aprendizagem, desenvolvendo o que tem sido denominado de consciência metacognitiva (CARVALHO, 2013; RIBEIRO, 2003).

#### **4.2.5 Capítulo 5: Como a sequência de ensino investigativa está estruturada?**

O capítulo cinco tem a finalidade de elucidar o que ocorre, etapa por etapa, durante uma SEI. As etapas são baseadas no método Ensino por Investigação que estimula os estudantes a encontrarem as informações por si próprios, através da pesquisa, observações de fatos, ações e fenômenos, e reconstruam conceitos significativos e contextualizados a sua realidade, dando início a uma AC e tendo o professor como mediador de todos esses processos (CARVALHO, 2013).

A intenção do produto é a de instruir os professores de Biologia do ensino médio, motivando-os a ler e estudar sobre a metodologia de ensino por investigação, além de fornecer esclarecimentos e informações valiosas sobre o processo de aplicação da abordagem investigativa, orientando a direção durante a utilização da metodologia de ensino por investigação. Cada SEI apresentada pelo produto está dividida em cinco etapas distintas constituindo uma abordagem investigativa.

Na primeira etapa, ao entrar em contato com uma questão ou situação problema, propõe-se que os alunos realizem investigações e formulem hipóteses e meios de comprová-las, na segunda etapa irão realizar experimentações. E ao longo do processo durante a terceira etapa irão analisar resultados e na quarta etapa a socializem as conclusões obtidas. Por fim, na quinta etapa, em uma fase individual, solicita-se que os alunos escrevam o que aprenderam, quais são impressões sobre a experiência, e quais foram suas dificuldades, podendo opinar, dando sugestões que venham a agregar a prática docente em futuras atividades investigativas (CARVALHO, 2013; SASSERON; CARVALHO, 2011).

A forma como a SEI está estruturada permite que não somente os conteúdos factuais e conceituais sejam desenvolvidos, mas também que os conteúdos procedimentais e atitudinais sejam evidenciados. Temos o desenvolvimento não somente das habilidades cognitivas, como também das metacognitivas ao longo das etapas. Espera-se que o professor estimule seus estudantes a encontrarem as informações necessárias através da realização de pesquisas, observações de fatos, ações e fenômenos, e reconstruam conceitos significativos e contextualizados a sua realidade, desenvolvendo assim a AC e tendo o professor(a) como mediador da transição do aluno da fase manipulativa para a fase intelectual em todos esses processos (CARVALHO, 2013).

A fase manipulativa pode ser percebida logo na primeira etapa da SEI, no primeiro contato dos alunos com a questão problema, que geralmente vem acompanhada por textos e reportagens por exemplo e na realização dos experimentos propostos na segunda etapa. A transição para a fase intelectual é percebida também na primeira etapa, durante a elaboração das primeiras hipóteses pelos os estudantes e nas sugestões de meios de comprovação das hipóteses elaboradas. Na segunda etapa, a fase manipulativa ainda se faz resente na realização dos experimentos, juntamente com a fase intelectual durante a elaboração do relatório da prática. O desenvolvimento da fase intelectual dos estudantes segue ao longo da terceira etapa durante a análise dos resultados, no aprimoramento da linguagem científica durante a construção do relatório da prática experimental, na quarta etapa durante a elaboração e socialização das conclusões entre os alunos e o professor e na quinta etapa durante a fase individual onde o

estudante expõe o que aprendeu e compartilha sugestões. Sendo assim, compreende-se que a transição da fase manipulativa para a fase intelectual ocorre sob a mediação do professor, pois este auxilia o aluno a tomar consciência de como resolveu o problema, ou seja, de suas próprias ações (CARVALHO,2013).

#### *4.2.5.1 1ª Etapa: Apresentação do problema*

O ambiente investigativo em uma SEI é criado a partir da elaboração cuidadosa do problema e sua apresentação pelo professor(a) aos estudantes na primeira etapa. Sasseron (2014) afirma que uma questão problema atua como o agente promotor da investigação. Segundo Carvalho (2018, p. 772), “nas aulas experimentais um bom problema é aquele que dá condições para que os alunos passem das ações manipulativas às ações intelectuais”. Para que isso aconteça é fundamental a definição adequada da liberdade intelectual que o docente decide oferecer aos seus alunos.

Sem liberdade intelectual adequada, não há a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos pelo professor, não haverá a transição da fase manipulativa para a intelectual dos alunos, e o aluno não fará a transição dos conhecimentos prévios baseados no senso comum para uma aprendizagem sólida e significativa, não desenvolvendo assim a AC por meio das competências e habilidades cognitivas e metacognitivas. É por meio da liberdade intelectual que o professor “cria condições em sala de aula para os alunos interagirem com o material e construïrem seus conhecimentos em uma situação de ensino por investigação” (CARVALHO, 2018, p. 767).

É necessário que os alunos tenham liberdade intelectual para se apropriarem do problema, reflita sobre ele e tenha espaço para explorar e investigar o problema elaborando as hipóteses que busquem comprovar suas ideias. É preciso que o professor leve em consideração as opiniões dos estudantes e os instigue a especificarem seus pontos de vista, pois não há ensino por investigação na ausência intelectual dos estudantes, e preciso a participação dos alunos nas discussões. (SASSERON, 2014). Sendo crucial que o professor valorize os conhecimentos prévios dos alunos, no entanto é importante frisar que “o saber cotidiano pode significar o ponto de partida no processo de formação, mas não o ponto de chegada.” (KASPCHAK, 2013, p. 53). Portanto, estes não devem permanecer apenas nos conhecimentos espontâneos, sendo necessária também a leitura e pesquisa dos termos desconhecidos para adquirirem mais informações sobre o tema, para o enriquecimento da experiência investigativa. Dessa forma, Sodré Neto, Souza e Azevedo (2015, p. 48), “consideram que os conhecimentos prévios dos

estudantes devem ser resgatados durante a abordagem da Microbiologia, a fim de evitar a permanência de concepções equivocadas e promover uma aprendizagem mais contextualizada e significativa do tema”, realizando assim, a transição dos conhecimentos prévios e espontâneos para os conhecimentos científicos.

O produto afirma também ser fundamental que o problema não tenha uma única forma de resolução, mas que possibilite a apresentação de várias soluções (CARVALHO, 2013), sejam interessantes, para que a atenção dos alunos seja mantida atraída ao longo da SEI. Os problemas elaborados para o produto possuem como tema central a Microbiologia. Eles vem acompanhados de uma reportagem, uma circunstância que a contextualize com o cotidiano do estudante, ou ainda com informações e conteúdos abordados em aulas anteriores, constituindo um cenário de investigação com o intuito de mobilizar a ação dos alunos (SASSERON, 2008).

Sendo assim, todo problema apresentado na primeira etapa da SEI sempre apresenta conexões com os temas apresentados nas sequências anteriores. Isso possibilita que o cenário para o próximo problema seja composto por ideias trabalhadas em aulas anteriores. Essa linearidade favorece o processo didático.

Após a apresentação do problema, é importante que o professor(a) solicite que os estudantes apropriem-se do problema, estimulando o trabalho dos estudantes na elaboração de hipóteses em busca de uma solução. Nessa fase é fundamental que o professor (a) atue como um mediador do processo, não dando as respostas de imediato, estimulando a participação dos estudantes e esclarecendo dúvidas referentes a interpretação do problema, pois todos os participantes precisam entender a proposta da atividade investigativa em curso (CARVALHO, 2013).

É importante que o aluno compreenda primeiro o problema proposto para depois tentá-lo resolver. Dessa forma, o estudante conseguirá migrar da fase manipulativa para a fase intelectual. Um aluno que compreende bem o problema apresentado pelo professor elaborará boas hipóteses e sugerirá bons meios de comprovação das hipóteses que elaborou. Ainda que o professor que proponha o experimento para comprovação das hipóteses, o aluno irá conseguir propor, ainda que pequenas modificações nesse processo, irá realizar a atividade experimental com mais consciência, e não apenas meramente repetir as ações observadas de outros colegas. Todas essas características nos indica o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas (CARVALHO, 2013; RIBEIRO, 2003).

O desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas pelos estudantes podem ser observadas durante todas as etapas da SEI, o que torna o ensino por investigação uma metodologia diferenciada, pois não são valorizados apenas os conteúdos programáticos e os

aspectos cognitivos (factuais e conceituais) mas os aspectos metacognitivos também (procedimentais e atitudinais).

Na atividade investigativa da 1ª etapa, são vários os aspectos que podem comprovar o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas. Por exemplo, quando o aluno finalmente compreende o problema apresentado pelo professor, isso ilustra o desenvolvimento da habilidade cognitiva. Quando o aluno começa a fazer aquilo que compreendeu ele estará exercitando as habilidades metacognitivas, por exemplo: quando ele elabora as hipóteses e planeja a forma como poderá comprová-la, quando sugere alterações no experimento proposto pelo professor e quando ele avalia o seu processo de aprendizagem, manifestando suas dúvidas, anseios, e certezas sobre o tema (RIBEIRO, 2003; ZABALA, 1998).

É preciso que exista no processo de ensino-aprendizado uma relação de dependência entre a cognição e a metacognição. Segundo Ribeiro (2003, p. 110), “a metacognição é o conhecimento do próprio conhecimento, à avaliação, à regulação e à organização dos próprios processos cognitivos”, sendo assim, para que os aspectos cognitivos sejam desenvolvidos pelos alunos de maneira satisfatória, é necessário que se tenha a atenção voltada também para os aspectos metacognitivos, exercendo um ensino-aprendizagem significativo entre os estudantes através das abordagens investigativas propostas neste livro. Caso contrário, o aluno irá apenas “aprender por aprender”. É preciso que consigamos demonstrar sempre que possível a aplicabilidade do que se é ensinado aos estudantes, para que mantenhamos atraídos, estimulados e motivados. É preciso que o estudante “aprenda a aprender” para que conquiste a autonomia e protagonismo e a AC.

Durante a primeira etapa, a indicação de que a AC está sendo desenvolvida poderá ser verificada a partir do levantamento de hipóteses, seleção de informações relevantes obtidas em pesquisas, elaboração de meios de comprovação das hipóteses elaboradas. É sugerido em várias SEI a utilização de uma tabela de hipóteses para a coleta e organização das hipóteses levantadas pelos os alunos (ANDRADE; SARTORI, 2016). Para preencher esta tabela é necessário que não haja nenhuma indução dos alunos a “possíveis respostas corretas”. Os alunos preenchem na primeira etapa, a primeira coluna da tabela. E durante a quarta etapa, na socialização das conclusões, os alunos preenchem a segunda coluna, para compararem desenvolvimento intelectual conquistado (quadro 3).

A utilização desta tabela possibilita verificar os conhecimentos prévios dos alunos e como esse conhecimento inicial e espontâneo do aluno se transformou (ou não), no decorrer do desenvolvimento do assunto apresentado.

Quadro 3 - Tabela de hipóteses

<b>Grupos:</b>	<b>Hipóteses iniciais</b>	<b>Hipóteses finais</b>
	<b>Espaço para o grupo 1</b>	
	<b>Grupo 2...</b>	
	<b>E assim sucessivamente...</b>	

Fonte: Adaptado de Andrade e Sartori (2016).

#### 4.2.5.2 2ª Etapa: Experimentação

Nessa etapa ocorre a realização dos experimentos de Microbiologia pelos alunos ou demonstrações experimentais pelo professor(a). As aulas práticas experimentais, sob uma abordagem investigativa, contidas no produto são essenciais para compreensão da Microbiologia pelos estudantes. Uma vez que não restringem o aprendiz a ter que seguir um modelo pronto ou encontrar apenas uma resposta previamente anunciada pelo docente, mas, que possam contribuir para o desempenho de competências e habilidades durante a construção do conhecimento científico (LIMA; GARCIA, 2011). Sendo de suma importância para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, podendo ajudar na interpretação e compreensão dos conteúdos microbiológicos (BARBOSA; BARBOSA, 2010). A escolha por uma metodologia que traz consigo novas práticas de ensino, que confira aos estudantes mais do que a função de expectadores do conteúdo, contribui para o desenvolvimento pleno da AC dos alunos.

Na grande maioria das escolas públicas brasileiras a Microbiologia geralmente é apresentada de forma teórica, com poucas ou nenhuma aula experimental, pois há a falta de materiais e equipamentos para a realização das aulas experimentais, sendo este o principal motivo pela não execução dessa prática de ensino (KIMURA *et al.*, 2013).

A parceria entre a teoria e prática favorece a aprendizagem significativa, servindo como uma boa alternativa para complementar as tradicionais aulas teóricas que ainda predominam em muitas escolas públicas brasileiras de nível médio (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012). A escolha exclusiva pelo método tradicional aumenta consideravelmente o nível de abstração da Microbiologia pelos estudantes.

Segundo Oliveira e Amaral (2001, recurso online), para que um assunto seja considerado abstrato é necessário que “ele exista apenas no pensamento ou na teoria e não na matéria ou na prática.” Sendo assim, o objeto de estudo de um tema considerado abstrato não apresenta características como massa, forma, cores ou dimensões. Considerando essas características citadas, o estudo da Microbiologia em condições ideais não exigiria grandes

níveis de abstração, pois os micro-organismos possuem massa, forma, cores e dimensões. Podemos percebê-los através dos órgãos sensoriais, como o olfato e paladar por exemplo, quando sem intenção provamos alimentos em decomposição ou visualizamos amostras de culturas destes seres via microscópio.

Dessa forma, o nível de abstração durante o ensino da Microbiologia varia conforme a metodologia escolhida e quais os recursos que estão à disposição do docente e dos estudantes durante a realização das atividades. Ou seja, a escolha inadequada da metodologia somadas a ausência de instrumentos didáticos e ambientes adequados podem aumentar a abstração deste tema. Essas circunstâncias dificultam o aprendizado significativo e demanda altos níveis de abstração por parte dos alunos (ANDRADE; SARTORI, 2016). Baseado nisso, o produto elaborado apresenta sequências didáticas de ensino investigativas como uma opção viável e possível para o ensino de Microbiologia em escolas sem a estrutura laboratorial adequada.

Sendo assim, ao invés do ensino da Microbiologia estar focado em temas que exijam a utilização de um microscópio como: identificação de estruturas microscópicas, e classificação dos micro-organismos, as sequências didáticas propostas no produto possuem novos alvos, como: normas de biossegurança, ubiquidade microbiana, segurança alimentar, fatores que favorecem e controlam o crescimento e sensibilidade microbiana, todos eles contextualizados ao cotidiano dos estudantes.

Quanto aos materiais sugeridos pelo produto, houve o cuidado em selecionar materiais que fossem de fácil aquisição e acessíveis financeiramente para compor as experiências de Microbiologia das SEI elaboradas. Há um equívoco em pensar que para a realização práticas experimentais seja preciso haver alto investimento em materiais como vidrarias, estufa, armário entre outros. Todos esses insumos podem ser substituídos por materiais alternativos e de baixo custo (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012).

O produto propõe a construção de lamparinas, estufas caseiras, e meios de cultura utilizando materiais simples e acessíveis. Caixa de papelão, luminária e termômetro de cozinha para construção de estufa caseira, frascos de vidro com tampa de metal, pavio e álcool absoluto para a construção da lamparina caseira, além de demais materiais como cartolina, folhas de papel A4 e pincéis, caneta permanente, fita crepe, plástico filme transparente, luminária, lâmpada fluorescente, potes de plástico descartáveis, filtro de papel, papel alumínio, copos plásticos descartáveis, tubetes de acrílico descartáveis com tampa, Ágar simples, placas de Petri descartáveis, hastes de cotonetes descartáveis, seringas plásticas descartáveis, fogareiro elétrico portátil são alguns exemplos.

Espera-se que o aluno esteja atento as normas de biossegurança, pensando nisso o

produto possui a primeira SEI totalmente voltada para o tema biossegurança e elaboração das normas de biossegurança a serem seguidas pela turma, afim de que seja praticada a prevenção de acidentes. É esperado que o aluno participe ativamente do processo ao realizar o experimento, explorando a temática, e o guia destaca a importância dos grupos desenvolverem as atividades e manipularem os materiais das aulas práticas com responsabilidade e segurança, sendo imprescindível a realização desta SEI antes de qualquer atividade experimental.

No caso das demonstrações experimentais, onde o experimento é realizado pelo professor(a), percebe-se a preocupação em não permitir que a atividade perca seu enfoque investigativo. Nessas situações, é proposto ao professor(a) que sugira aos grupos de alunos que relatem os resultados esperados a partir do procedimento realizado. Ou ainda, que reflitam sobre o que poderia ocorrer se algum procedimento, item ou material sugerido fosse alterado (CARVALHO, 2013).

Em atividades que possuem o grau de liberdade intelectual entre 3 e 4, (quadro 2) a produção do plano de trabalho para o teste de hipóteses, obtenção de dados experimentais e conclusão fica a cargo do estudante, tendo o professor a tarefa de mediar o trabalho dos grupos. O preparo das atividades investigativas em diferentes níveis de abertura permite a aprendizagem por meio de investigação entre alunos com diferentes perfis e dificuldades na área de ciências da vida e da natureza (MUNFORD; LIMA, 2007). As práticas experimentais que se restringem a um formato roteiro de instruções, onde as respostas já são dadas e o aluno é um mero expectador e não participa no processo de construção do seu conhecimento, não contribuem para o desenvolvimento de habilidades importantes no processo de formação do pensamento crítico científico e para a inovação do ensino da Microbiologia (LIMA; GARCIA, 2011).

Nestes casos, o professor, ao fornecer um roteiro de instruções com respostas premeditadas, induz o estudante a trilhar um caminho específico, pre determinado pelo professor. Sendo assim, seria mais interessante e coerente com o ambiente investigativo criado, que o professor conduza o estudante por um caminho escolhido pelo próprio estudante. Portanto, a decisão sobre entregar ou não um roteiro em branco ou parcialmente preenchido fica a critério do professor(a), afinal essa atitude depende bastante do nível de AC a qual os seus estudantes se encontram no determinado momento e do grau de liberdade intelectual a qual o professor está disposto a oferecer para conduzir o processo investigativo instaurado.

No entanto, o produto determina que a responsabilidade em escrever o relatório da prática realizada é inteiramente dos integrantes do grupo. Os integrantes devem estar atentos sobre qual é o título e objetivo da prática, quais são os materiais a serem utilizados, quais foram os procedimentos que o seu grupo realizou, quais são os resultados esperados e se eles irão ou

não alcançar as suas expectativas. A realização dessas ações indicam o desenvolvimento de conteúdos procedimentais, atitudinais e da AC, preconizados pela BNCC e contribuem para a formação de um estudante mais autônomo e comprometido com sua aprendizagem (BRASIL, 2018).

#### *4.2.5.3 3ª Etapa: Analisando resultados*

Nessa fase, os grupos de alunos tem contato com os resultados de seus experimentos. O momento é reservado para a realização de observações dos resultados obtidos e comparações com suas hipóteses iniciais para descobrirem se as comprovaram ou não, propondo uma, ou quem sabe várias, explicações ou soluções para o problema apresentado na primeira etapa.

Os grupos devem dar continuidade ao relatório que iniciaram na etapa anterior, registrando os resultados obtidos, suas comparações e análises dos resultados e elaborarem suas conclusões. O registro inicial, processual e final da aprendizagem favorece a aprendizagem ativa e o desenvolvimento efetivo de habilidades cognitivas e metacognitivas (ANDRADE; SARTORI, 2016; RIBEIRO, 2003).

Segundo Krasilchick (2008), o ensino pautado apenas na apresentação de conceitos prontos direciona os estudantes a memorização de conhecimentos, distanciando-os portanto da formação biológica e conseqüentemente de uma aprendizagem significativa. Portanto, para que o aluno crie a própria linha de raciocínio, e se torne um cidadão tenha a capacidade de tomar decisões individuais e coletivas, é exigido muito comprometimento por parte do professor, para que os estudantes compreendam e sejam conscientes de seu aprendizado, construir conhecimento e senso crítico ao escrever, argumentar sobre o assunto, expor opinião.

Todas as SEI do produto, em sua terceira etapa, sugerem várias questões acerca do tema, apresentadas no item “Para praticar” e no item: “Para refletir” para que os estudantes busquem respondê-las com base nos resultados que encontraram e em pesquisas sobre o assunto abordado (figura 5).

É importante que o docente esteja sempre presente para instigar os estudantes, realizando questionamentos ou sugerindo fontes de pesquisa, para que os discentes criem a própria linha de raciocínio para a construção do conhecimento (CARVALHO, 2013).

A AC poderá ser verificada por meio da produção intelectual dos alunos, através da seleção das informações relevantes e descarte das informações desnecessárias para a elaboração das explicações causais e/ou legais que comporão o relatório experimental, a comparação dos resultados obtidos com as hipóteses iniciais feitas e elaboração das soluções para o problema

apresentado (PIAGET; GARCIA, 1984).

Figura 5 - Os Itens: “Para praticar” e Para refletir” presentes na terceira etapa das SEI

deve ser adquirido em supermercados ou na internet. Possui ótimo custo benefício, com 24g podemos preparar 1600ml de meio de cultura. O que renderia 80 placas!

**3ª ETAPA: ANALISANDO RESULTADOS**

Após a montagem das placas solicite que os grupos respondam:

**PARA PRATICAR**

1. Por que devemos utilizar placas de Petri estéreis ou realizar a sua desinfecção antes de colocar o meio de cultivo? por que devemos fazer o procedimento de preparo ao lado de uma lamparina ou bico de Bunsen? Porque é importante que tudo seja feito com técnicas assépticas?
2. Quais são as diferenças fundamentais entre os dois meios de cultura elaborados?
3. Por que meios de cultivo propiciam o crescimento de micro-organismos? Qual o papel da batata e do caldo de carne no meio?
4. Na próxima aula, iremos inocular micro-organismos nos meios de cultura produzidos. Sendo assim, escolha em grupo de qual local, área corporal ou objeto será coletado a amostra para ser inoculada nos meios de cultura e elabore hipóteses sobre quais serão os resultados esperados.

**PARA REFLETIR**

Discuta e responda em grupo: Existe um meio de cultura que atenda a todos os tipos de micro-organismos? ou cada micro-organismo tem sua exigência? Peçam que entreguem o relatório no final de aula.

**4ª ETAPA: SOCIALIZAÇÃO DAS CONCLUSÕES**

Após realizado a demonstração experimental, a ação intelectual deve ser realizada pelos alunos. Professor(a), auxilie a sistematização do conhecimento questionando "como vocês resolveram o problema?" "Como chegamos a essas conclusões?" perguntas assim ajudam os

57

A Terceira etapa da SEI.

Item "Para praticar" com as questões sugeridas acerca do tema.

Item "Para refletir" com questões sugeridas para estimular discussões e reflexões sobre o tema.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A incorporação de novas palavras, próprias do vocabulário científico, em suas falas e produção textual relacionadas ao tema da SEI em curso também devem ser utilizadas para a verificação da AC. Quando os estudantes buscam substituir palavras corriqueiras e vagas como: “achar”, “acreditar”, “sentir”, “encontrar” por exemplo, por palavras capazes de nomear e representar seus pensamentos como: “conclusão”, “hipóteses”, “teorias” e “evidências” para elaborar e escrever frases, como: “a minha hipótese é...”, “a minha conclusão é...”, “investigando o assunto...”, “esta ideia foi confirmada pelas seguintes evidências...”, “eu interpreto estes dados...” (DAVIS; NUNES; NUNES, 2005) e assim por diante, podemos verificar o desenvolvimento da AC em curso. É nessa fase que os estudantes desenvolvem as habilidades cognitivas, e são estimulados a relacionar os fatos ocorridos com os conhecimentos

já adquiridos para a construção dos conceitos pertinentes a Microbiologia.

O papel do docente está em instruir e incentivar os estudantes na criação da própria linha de raciocínio e planejamento das ações e a praticar a cooperação mútua ao longo das atividades investigativas realizadas. Avaliar as habilidades cognitivas, as produções textuais, o enriquecimento do vocabulário científico, se estão construindo conceitos com base nos conhecimentos adquiridos.

É importante destacar ainda que, considerando esse processo de aprendizagem significativa, o estudante passa a atuar ativamente na construção dos conhecimentos conforme atribui novos significados ao mundo que o cerca, sendo capaz de revelar suas habilidades, visto que aprendeu de forma adequada, essas informações não serão facilmente perdidas (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

#### *4.2.5.4 4ª Etapa: Socialização as conclusões*

Esta fase é destinada a promoção de discussões com a turma, para a socialização das conclusões obtidas, troca de conhecimento adquirido entre os grupos e entre os grupos e o professor(a). Durante a discussão, espera-se que o docente conceda liberdade intelectual suficiente para que cada grupo de estudantes apresente os resultados encontrados e compare com os resultados obtidos por outros grupos, exponham suas opiniões respeitando opiniões dos colegas e exercitando a sua argumentação e pensamento crítico sobre os temas, participando cada vez mais de debates e reflexões, inserindo-se com qualidade nas discussões (CARVALHO, 2018).

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a aprendizagem significativa deve ser gerada através da combinação entre os novos conhecimentos e os conceitos prévios dos estudantes, baseado nisso, o momento é propício para que o professor retome a tabela de hipóteses para o preenchimento da segunda coluna com as hipóteses finais. Inclusive, esse preenchimento pode ser o pontapé inicial para as discussões nesta etapa. A partir da análise da tabela, discussões interessantes com a turma poderão surgir e o professor(a) pode estimular os alunos a refletirem sobre como e por que o aprendizado aconteceu, exercitando as habilidades metacognitivas com vistas a uma aprendizagem significativa. É esperado que ao longo das discussões estabelecidas sejam realçadas a importância das ações desempenhadas pelos micro-organismos, contribuindo assim para que possíveis pontos de vista equivocados sejam superados e modificados. Este momento é propício para que o professor avalie o progresso de cada grupo, baseado na participação durante as exposições dos pontos de vista e soluções

encontradas, pela tabela de hipóteses e pelos relatórios confeccionados pelos grupos (ANDRADE; SARTORI, 2016).

Para averiguar se os objetivos de aprendizagem e as habilidades cognitivas foram alcançadas, o produto propõe a realização de um exercício metacognitivo com os estudantes, com o intuito de que seja verificado pelo docente o desenvolvimento de competências, habilidades, conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados a temática Microbiologia, e perceber se os objetivos de aprendizagem da aula foram alcançados. Segundo Ribeiro (2003), o desenvolvimento da metacognição está relacionado a todas as ações que o sujeito realiza para adquirir o conhecimento. São reflexões sobre as ações executadas, é estar consciente sobre os processos e competências necessárias para a realização de uma determinada tarefa.

Todas as sequências de ensino investigativas possuem como objetivos cognitivos: elaborar hipóteses, resolução dos problemas, construção de conceitos sobre os fenômenos observados dentro da temática. Mas para isso, é necessário que os objetivos metacognitivos sejam trabalhados também, exercitando a reflexão sobre a ação realizada – Quais são as ações necessárias que devo planejar? - como fiz para dar certo? - como cheguei a essa conclusão? essas questões são feitas pelo professor aos alunos para condução do desenvolvimento da competência metacognitiva. O exercício metacognitivo proposto nessa etapa é importante pois, é por meio da realização de questionamentos aos estudantes, que estes irão refletir sobre o que foi preciso para que suas ações fossem realizadas, como eles as realizaram e em quais momentos esse conhecimento adquirido lhes serão úteis (CARVALHO, 2013; RIBEIRO, 2003).

O exercício metacognitivo foi baseado em três questionamentos aos alunos. Através da realização do primeiro questionamento “como vocês fizeram para resolverem o problema?” os alunos tomam consciência das ações que realizaram durante a prática para organizarem os resultados obtidos e estruturarem as explicações para o fenômeno estudado. Além disso, o docente tem a chance de valorizar o vocabulário científico de tal modo: se o aluno diz: – “Eu acho isso a respeito daquilo”, o professor deve responder, por exemplo: – “Interessante essa sua teoria”, indicando que o aluno pode expressar sua opinião e ideias com mais exatidão (DAVIS; NUNES; NUNES, 2005).

Ao realizar o segundo questionamento: “Por que deu certo?” leva os alunos a relacionar causa e efeito, demonstrando a construção de conceitos. E com o terceiro questionamento: “Você consegue perceber aplicabilidade do que foi aprendido em seu cotidiano?” os estudantes aplicam o conceito construído em seu cotidiano e percebemos a aprendizagem significativa

através da compreensão do que foi estudado. Sendo sinais da AC (CARVALHO, 2013).

Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (2001), o mau desempenho escolar de muitos alunos não pode ser atribuído a problemas cognitivos e, sim, a dificuldades metacognitivas. Foi constatado que aqueles que não se saem bem na escola dispõem de diversos conhecimentos e competências. No entanto, a dificuldade reside, não na falta de saberes e habilidades, mas no fato de não conseguirem utilizá-los, nem transferi-los para outras situações. De acordo com Albuquerque, Braga e Gomes (2012) os estudantes frequentemente apresentam dificuldades em assimilar os conteúdos relacionados a Biologia e a contextualizarem ao seu cotidiano. Eles consideram que os temas trabalhados em sala de aula são conceitos científicos de difícil compreensão e distantes da sua realidade.

É preciso que a relação de interdependência entre os processos cognitivos e metacognitivos sejam exercidos durante a execução das atividades escolares, para alcançar o desenvolvimento satisfatório das habilidades cognitivas pelo aluno e em áreas basais da aprendizagem escolar, como: comunicação, compreensão oral e escrita e na resolução de problemas, constituindo assim, um elemento chave no processo de “aprender a aprender” (VALENTE *et al.*, 1989). Se não, será apenas o velho “aprender por aprender”. É preciso contextualizar as atividades para demonstrar aplicabilidade no que se é ensinado para que os estudantes descubram a relevância do tema estudado e mantenham-se atraídos, estimulados e motivados.

#### 4.2.5.5 5ª Etapa: Fase individual

Nessa última etapa da SEI o produto propõe que o docente realize o exercício da metacognição individual com os estudantes. Uma auto avaliação com seus alunos para o autoconhecimento. Para que tenhamos estudantes comprometidos com o seu aprendizado, é necessário que estes tenham a oportunidade de refletir sobre as ações e atitudes tomadas durante as aulas. Dessa forma, o docente deve questionar se as ações relacionadas a colaboração e trabalho em equipe, respeito a opiniões diferentes, participação durante as aulas, obediência as normas de biossegurança, entre outros aspectos, foram atendidos satisfatoriamente, ou se é necessário que haja melhorias e mudanças em suas atitudes (ANDRADE; SARTORI, 2016; RIBEIRO, 2003).

O produto sugere que o docente solicite que cada estudante escreva em uma etapa individual, o que ele aprendeu durante a SEI, utilizando suas próprias palavras. Nessa atividade o docente coletará as percepções dos estudantes sobre a realização do trabalho em grupo, dos

experimentos e desta etapa individual. Qual a relação entre o que ele aprendeu com seu cotidiano, se há a possibilidade de aplicar o que foi aprendido em sua vida. Por meio desta atividade o docente permite que o estudante compreenda a importância desse aprendizado e o aplique dentro da sua realidade, alfabetizando-os cientificamente (CHASSOT, 2018). É importante que o docente ofereça liberdade intelectual para que o estudante aponte aspectos que possam ser melhorados para as próximas aulas, demonstrando que a opinião dele é importante para a realização do trabalho (CARVALHO, 2018). O produto apresenta duas sugestões de atividades para serem aplicadas aos estudantes, a atividade 1 e a atividade 2.

Na atividade 1 (quadro 4) verificamos se a AC ocorreu. É sugerido que o aluno escreva o seus conhecimentos prévios acerca do tema, o que aprendeu com a experiência vivenciada, bem como, qual conceito ainda permanece obscuro mesmo depois da realização do experimento, para que o professor(a) pense como proceder.

Quadro 4 – Sugestão de atividade 1

<b>Deixe aqui sua opinião:</b>	
<b>Eu pensava antes que ...</b>	Coleta de conhecimentos prévios.
<b>Eu aprendi que...</b>	Coleta de conhecimentos adquiridos mais importantes.
<b>Ainda não está claro para mim...</b>	Conceitos ou informações que não foram esclarecidas.
<b>Poderei aplicar em meu cotidiano quando...</b>	Aplicabilidade e relevância do conteúdo aprendido.
<b>Eu proponho que da próxima vez...</b>	Sugestões para enriquecer as próximas aulas.

Fonte: Adaptado de Andrade e Sartori (2016).

Essa atitude permite revelar ao professor(a) lacunas que necessitam de maior atenção. A atividade também possibilita que o aluno expresse em quais momentos os conhecimentos adquiridos em sala de aula poderão ser utilizados nas situações em que se depara diariamente, permitindo que o estudante reconheça a relevância no estudo da Microbiologia e a demonstre a habilidade de transpor o conteúdo aprendido para explicar cientificamente o fenômeno estudado. O último item da atividade permite a coleta de sugestões dos alunos para as próximas aulas temas que dê continuidade do estudo (ANDRADE; SARTORI, 2016).

A atividade 2 (quadro 5) permite que o docente colete opiniões dos estudantes sobre os aspectos negativos que requerem atenção e aspectos positivos que devem permanecer nas

próximas SEI. Além de sugestões para enriquecer as próximas aulas.

Quadro 5 - Sugestão de atividade 2

<b>Deixe aqui a sua opinião:</b>	
<b>Que pena ...</b>	Aspectos negativos que precisam melhorar.
<b>Que legal!</b>	Aspectos interessantes que devem permanecer.
<b>Que tal?</b>	Sugestões para enriquecer as próximas aulas.

Fonte: Elaborado pela autora, (2020).

Outra ação interessante é solicitar os alunos que relacionem o que foi aprendido na aula com o que foi aprendido na aula anterior. Assim, a contextualização com a aula anterior, servirá para dar início ao desenvolvimento do problema da próxima aula, além de transformar o assunto mais interessante para o aluno.

#### 4.3 RECURSOS INCLUÍDOS NO MIOLO DO PRODUTO

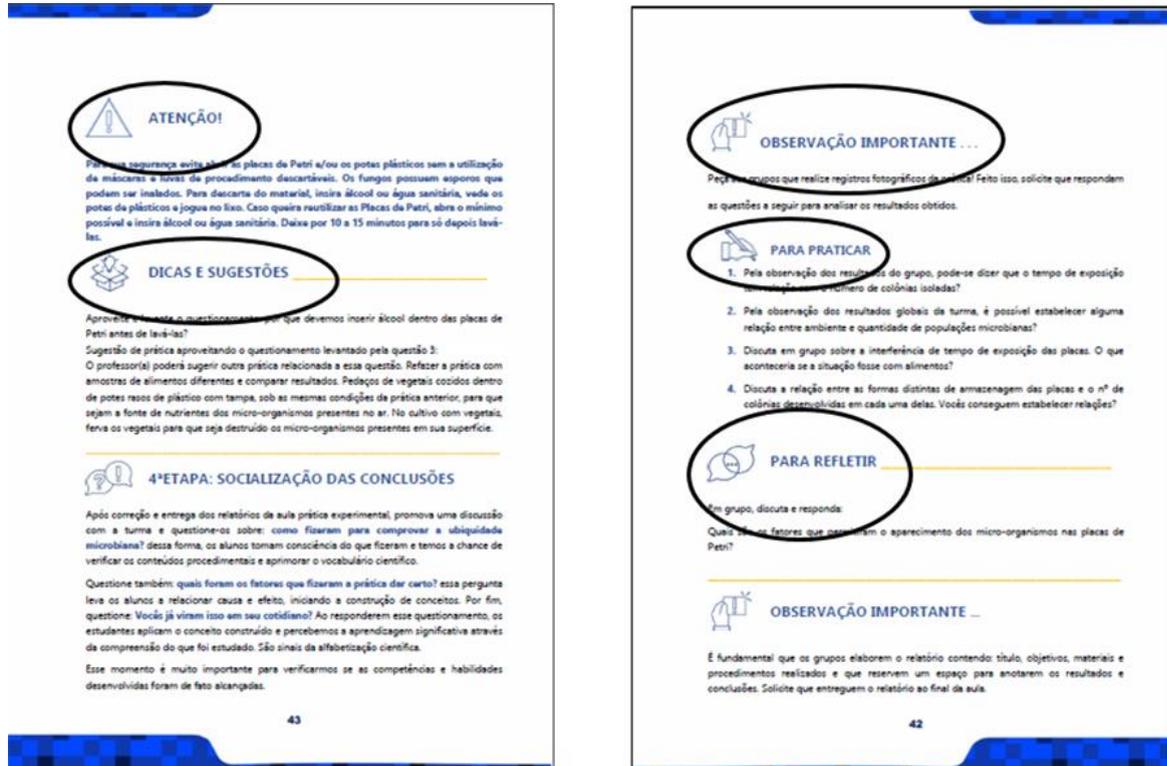
A estrutura física do miolo do produto possui recursos de apoio intercalados aos textos principais. Com a finalidade de orientar o leitor docente, fornecem informações claras, objetivas e interessantes que tendem a complementar o conteúdo discutido nas SEI. Os recursos, articulados ao texto principal e destacadas por meio de recursos gráficos como cor, fonte e ícones, promovem um aumento na interatividade do docente com o material, dando maior visibilidade a pontos-chave, citações, indicações de fontes de consulta, dicas e sugestões de materiais, sugestões de gabarito, e propõem reflexões (BASTOS *et al.*, 2010).

Esses recursos possuem o intuito de facilitar a interpretação das ideias apresentadas e auxiliar o professor no desenvolvimento das problematizações em sala de aula, e possibilitar que seus estudantes registrem suas conclusões à medida que avança nos estudos, refletindo sobre sua experiência profissional.

##### 4.3.1 Tipos de Recursos

Os recursos de apoio foram subdivididos em subseções como: dicas e sugestões; sugestões de leitura; para praticar; referências para gabarito; para refletir; observação importante; atenção; e fique por dentro (figura 6).

Figura 6 - Exemplos de recursos gráficos e tipos de recursos inseridos no produto



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

#### 4.3.1.1 Dicas e sugestões

“Em geral, é uma informação nova ou útil que se dá ao leitor/aluno para realizar uma determinada ação, resolver um problema etc” (BASTOS *et al.*, 2010). Está presente ao longo das três primeiras etapas das sequências de ensino investigativas. Possui o intuito de informar e auxiliar o desenvolvimento das atividades pelo professor (a). São dicas e sugestões de como apresentar o problema, de improvisar instrumentos, de incorporar novos elementos nas atividade, para substituir itens que por ventura não estejam disponíveis no momento, sempre considerando as diferenças e adversidades enfrentadas nas escolas e adotando uma abordagem diversificada conforme as características e desafios locais.

#### 4.3.1.2 Sugestões de leitura

São convites ao leitor para buscar informações em outras publicações; realizar pesquisas e consultar páginas eletrônicas, com a finalidade de aprofundar ou integrar aos assuntos tratados e estimular a autonomia nos estudos (BASTOS *et al.*, 2010). São propostas de leituras que agreguem na apresentação e construção do problema, enriquecendo a problematização. Servem

também para acrescentar conhecimentos e auxiliar o professor(a) em sua prática ou até mesmo ser compartilhado com os alunos durante a realização de pesquisas.

Ao sugerir diversas fontes de estudo, é importante oferecer ao leitor o caminho rigorosamente exato para chegar até elas (BASTOS *et al.*, 2010), sendo fundamental que as referências possuam uma identificação completa, afim de facilitar o acesso à informação, ao invés de desmotivar o seu encontro. Ao indicar as leituras, as referências devem sempre estar em acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (SILVA; SILVA, 2015).

#### *4.3.1.3 Para praticar*

Neste item são sugeridas atividades acerca dos experimentos realizados e sobre o tema do problema apresentado aos estudantes, com a intenção de que o estudante mobilize conhecimentos prévios e relacionando-os com as ideias em discussão e os novos conhecimentos adquiridos.

#### *4.3.1.4 Referências para gabarito*

Nessa parte, o professor(a) tem acesso as respostas de todas as questões elaboradas para as atividades sugeridas nesse material.

#### *4.3.1.5 Para refletir*

Recomenda questões para que o docente apresente aos seus estudantes, para que reflitam sobre a temática. Vale também instigar o aluno à pesquisa sobre determinado tema (SILVA; SILVA, 2015). O item é apresentado em momentos pertinentes da SEI e tem a intenção possibilitar que leitor/professor ofereça aos estudantes uma pausa para pensar um pouco mais sobre o assunto que está sendo abordado. Mobilize conhecimentos prévios, relacione as ideias apresentadas pelo professor com os conhecimentos teóricos e práticos que possui sobre o assunto e formule a própria linha de raciocínio (BASTOS *et al.*, 2010).

#### *4.3.1.6 Observação importante*

É um recurso que amplia as possibilidades de diálogo entre professor e aluno. O item

apresenta informações extras e pertinentes sobre a realização das atividades investigativas propostas pelas SEI do produto. Possui o potencial de promover discussões envolvendo os discentes sobre temas relacionados as SEI.

#### 4.3.1.7 Atenção

“É um recurso para reforçar pontos importantes no texto, sintetizar, advertir, recomendar” (BASTOS *et al.*, 2010, p. 34). É geralmente encontrado na segunda etapa das SEI elaboradas, visando a realização de práticas seguras baseadas nas normas de biossegurança.

#### 4.3.1.8 Fique por dentro

Apresenta a explicação de um termo utilizado durante a atividade investigativa, para uma melhor compreensão do leitor/ docente do contexto. Texto complementar ou informação importante sobre o assunto que faz parte da unidade.

### 4.4 PARTE 2: SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS

A segunda parte do livro possui as sequências de ensino investigativas elaboradas a partir da realização das adaptações nos experimentos obtidos pelo levantamento bibliográfico e selecionados através dos critérios de inclusão e exclusão mencionados na metodologia.

Foram adaptadas 10 sequências de ensino investigativas para o ensino investigativo em Microbiologia, possíveis de serem executadas em escolas públicas de ensino médio da educação básica com ausência de laboratório de Ciências. São elas:

- a) sequência de ensino investigativa 1: o que é biossegurança?
- b) sequência de ensino investigativa 2: o que são micro-organismos cosmopolitas?
- c) sequência de ensino investigativa 3: comprovando a ubiquidade microbiana;
- d) sequência de ensino investigativa 4: cultivo de micro-organismos utilizando vegetais cozidos;
- e) sequência de ensino investigativa 5: o que é um meio de cultura?
- f) sequência de ensino investigativa 6: inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana;

- g) sequência de ensino investigativa 7: segurança alimentar e controle do desenvolvimento microbiano;
- h) sequência de ensino investigativa 8: a prevenção de doenças através da higienização das mãos;
- i) sequência de ensino investigativa 9: eles estão entre nós;
- j) sequência de ensino investigativa 10: existem micro-organismos no meu celular?

As conexões estabelecidas entre uma SEI e outra do produto mantém a linearidade do aprendizado e fluidez às aulas. No entanto, sabe-se que os docentes de Biologia possuem restrições relacionadas ao tempo, tendo apenas duas aulas semanais nas escolas, partindo desta limitação, onde o docente precise optar por desenvolver apenas algumas das sugestões apresentadas neste material, o produto propõe alguns cenários (quadro 6), combinações as quais o(a) professor(a) poderá optar de acordo com os objetivos de aprendizagem, competências específicas e habilidades que desejam alcançar com seus estudantes.

Quadro 6 - Cenários sugeridos pelo produto propondo combinações entre as SEI

<b>Cenários:</b>	<b>Combinações entre as SEI:</b>
<b>1</b>	Optar em desenvolver a SEI 1: o que é biossegurança? e em seguida optar por alguma outra SEI. Por exemplo: SEI 3: comprovando a ubiquidade microbiana.
<b>2</b>	SEI 1: o que é biossegurança? + SEI 2: o que são micro-organismos cosmopolitas? + SEI 3: comprovando a ubiquidade microbiana.
<b>3</b>	SEI 1: o que é biossegurança? + SEI 3: comprovando a ubiquidade microbiana + SEI 4: cultivo de micro-organismos utilizando vegetais cozidos.
<b>4</b>	SEI 1: o que é biossegurança? + SEI 5: o que é meio de cultura? + SEI 3: comprovando a ubiquidade microbiana.
<b>5</b>	SEI 1: o que é biossegurança? + SEI 5: o que é meio de cultura? + SEI 6: inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana.
<b>6</b>	SEI 1: o que é biossegurança? + SEI 7: segurança alimentar e controle microbiano + SEI 8: a prevenção de doenças através da higienização das mãos.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O docente tem a possibilidade de transitar pelos temas, mudando a ordem entre uma SEI e outra, sem acarretar prejuízos. Respeitando e promovendo democratização do ensino, levando em consideração as diversas realidades de cada escola, dos contextos diferentes (BRASIL, 2013).

O docente possui total autonomia para reorganizar a ordem de aplicação entre as SEI,

para que sejam atendidas as necessidades da turma. Cada SEI traz um tema relevante a respeito da Microbiologia e foram elaboradas dentro do grau 3 de liberdade intelectual, podendo alcançar o grau 4 ou 5, dependendo a intenção do docente e dos níveis de AC em que as turmas se encontram. Os temas escolhidos estão presentes nas questões abertas propostas na primeira etapa de cada SEI. Estão contextualizados com o cotidiano e a sociedade, conforme é preconizado pela DCNEB . As diretrizes recomendam que o ensino exercido no nível médio seja capaz de estabelecer um conjunto necessário de saberes integrados e significativos para o prosseguimento dos estudos, para o entendimento e ação crítica do estudante a cerca do mundo, indo além do mero acúmulo de informações e conhecimentos, fragmentado e descontextualizado. (BRASIL, 2013).

Os temas escolhidos são bastante versáteis e permitem esta contextualização. O produto visa um ensino por competências mediante o desenvolvimento de habilidades durante a aplicação de abordagens investigativas, conforme orientam os PCNEM (BRASIL, 2002, p. 36):

Um ensino por competências nos impõe um desafio que é organizar o conhecimento a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. Trata-se, portanto, de inverter o que tem sido a nossa tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais, e colocar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao qual os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções.

Os PCNEM recomendam organizar o ensino da Microbiologia a partir de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno e sejam baseadas no cotidiano, para ampliar a compreensão do estudante sobre a realidade, e dos fenômenos relacionados a Microbiologia (BRASIL, 2002).

Sendo assim, as SEI são norteadas pelas competências específicas e suas respectivas habilidades da base nacional comum curricular para Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Os quadros a seguir informam quais são as competências específicas de Ciências da Natureza e suas tecnologias e quais são as habilidades que podem ser desenvolvidas por meio da aplicação das sequências de ensino investigativas indicadas pelo produto educacional elaborado (quadros 7 e 8).

Quadro 7 - Informa as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC e quais as SEI que contemplam a competência específica através do desenvolvimento das habilidades

(continuação)

Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:	SEI que contemplam a competência específica através do desenvolvimento das habilidades:
<p><b>Competência específica 1:</b> 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#"><sup>1</sup>SEI 1</a>: o que é biossegurança?</li> <li>• <a href="#">SEI 6</a>: inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana</li> <li>• <a href="#">SEI 7</a>: segurança alimentar e controle do desenvolvimento microbiano.</li> </ul>
<p><b>Competência específica 2:</b> Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">SEI 2</a>: o que são micro-organismos cosmopolitas?</li> <li>• <a href="#">SEI 3</a>: comprovando a ubiquidade microbiana</li> <li>• <a href="#">SEI 4</a>: cultivo de micro-organismos utilizando vegetais cozidos</li> <li>• <a href="#">SEI 5</a>: o que é um meio de cultura?</li> <li>• <a href="#">SEI 6</a>: inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana</li> <li>• <a href="#">SEI 7</a>: segurança alimentar e controle do desenvolvimento microbiano</li> <li>• <a href="#">SEI 8</a>: a prevenção de doenças através da higienização das mãos</li> <li>• <a href="#">SEI 9</a>: eles estão entre nós</li> <li>• <a href="#">SEI 10</a>: existem micro-organismos no meu celular?</li> </ul>

<sup>1</sup> Todos os termos sublinhados do quadro 7 são hiperlinks que direcionarão o leitor para as respectivas SEI localizadas na seção terciária dos resultados e discussão. Prescione a tecla Ctrl+clique com o botão esquerdo do mouse para seguir o link.

Quadro 7 - Informa as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC e quais as SEI que contemplam a competência específica através do desenvolvimento das habilidades

(conclusão)

Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:	SEI que contemplam a competência específica através do desenvolvimento das habilidades:
<p><b>Competência específica 3:</b> 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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">SEI 1</a>: o que é biossegurança?</li> <li>• <a href="#">SEI 2</a>: o que são micro-organismos cosmopolitas?</li> <li>• <a href="#">SEI 3</a>: comprovando a ubiquidade microbiana</li> <li>• <a href="#">SEI 4</a>: cultivo de micro-organismos utilizando vegetais cozidos</li> <li>• <a href="#">SEI 5</a>: o que é um meio de cultura?</li> <li>• <a href="#">SEI 6</a>: inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana</li> <li>• <a href="#">SEI 7</a>: segurança alimentar e controle do desenvolvimento microbiano</li> <li>• <a href="#">SEI 8</a>: a prevenção de doenças através da higienização das mãos</li> <li>• <a href="#">SEI 9</a>: eles estão entre nós</li> <li>• <a href="#">SEI 10</a>: existem micro-organismos no meu celular?</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Nota: Baseado na BNCC (BRASIL, 2018).

Quadro 8 - Informa as habilidades da BNCC desenvolvidas por meio da aplicação das sequências de ensino investigativas indicadas

(continuação)

Habilidades desenvolvidas por meio da aplicação da SEI:	SEI
<p><b>EM13CNT101:</b> Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p>	<p><sup>2</sup><a href="#">SEI 7</a></p>
<p><b>EM13CNT104:</b> Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p>	<p><a href="#">SEI 1</a> <a href="#">SEI 6</a> <a href="#">SEI 7</a></p>
<p><b>EM13CNT201:</b> Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente</p>	<p><a href="#">SEI 2</a> <a href="#">SEI 4</a></p>
<p><b>EM13CNT202:</b> Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>	<p><a href="#">SEI 5</a> <a href="#">SEI 6</a></p>

<sup>2</sup> Todos os termos sublinhados do quadro 8 são hiperlinks que direcionarão o leitor para as respectivas SEI localizadas na seção terciária dos resultados e discussão. Prescione a tecla Ctrl+clique com o botão esquerdo do mouse para seguir o link.

Quadro 8 - Informa as habilidades da BNCC desenvolvidas por meio da aplicação das sequências de ensino investigativas indicadas

(continuação)

Habilidades desenvolvidas por meio da aplicação da SEI:	SEI
<p><b>EM13CNT203:</b> Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>	<p><a href="#">SEI 4</a></p>
<p><b>EM13CNT205:</b> Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p>	<p><a href="#">SEI 3; SEI 4;</a>  <a href="#">SEI 6; SEI 7</a>  <a href="#">SEI 8; SEI 9</a>  <a href="#">SEI 10</a></p>
<p><b>EM13CNT207:</b> Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.</p>	<p><a href="#">SEI 8</a></p>
<p><b>EM13CNT301:</b> 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><a href="#">SEI 3; SEI 4</a>  <a href="#">SEI 5; SEI 6</a>  <a href="#">SEI 7; SEI 8</a>  <a href="#">SEI 9; SEI 10</a></p>

Quadro 8 - Informa as habilidades da BNCC desenvolvidas por meio da aplicação das sequências de ensino investigativas indicadas  
(conclusão)

Habilidades desenvolvidas por meio da aplicação da SEI:	SEI
<p><b>EM13CNT302:</b> 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><a href="#">SEI 8</a></p>
<p><b>EM13CNT303:</b> 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><a href="#">SEI 2</a> <a href="#">SEI 5</a></p>
<p><b>EM13CNT304:</b> 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, neurotecnologias, 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><a href="#">SEI 2</a></p>
<p><b>EM13CNT306:</b> Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.</p>	<p><a href="#">SEI 1</a> <a href="#">SEI 5</a></p>

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Nota: Baseado na BNCC (BRASIL,2018).

Cada habilidade possui um código de identificação, e cada parte de sua estrutura carrega uma informação referente a habilidade (figura 7). O par de letras “EM” indica a etapa do ensino médio; o par de números “13” nos informa que esta habilidade poderá ser desenvolvida do 1º ao 3º anos do ensino médio, sendo assim, a habilidade deve ser trabalhada dentro desse período. O trio de letras “CNT” indica a área de Ciências da Natureza; O número que sucede as letras CNT, indica a competência específica e os dois últimos números do código representam a habilidade relacionada à competência indicada. O fato de as competências específicas e habilidades estarem organizadas em ordem crescente não significa uma hierarquia esperada das aprendizagens.

Figura 7 – Imagem presente no produto sobre como interpretar a estrutura dos códigos das habilidades da BNCC



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

#### 4.4.1 Sequência de ensino investigativa 1: o que é biossegurança?

A SEI 1 possui o título: “o que é biossegurança?” e seu tema central são as normas de Biossegurança. Este tema foi escolhido para ser a primeira SEI pois é necessário antes de tudo, que o tema biossegurança seja apresentado e discutido com os estudantes em sala de aula, para a aplicação de aulas práticas experimentais seguras. Esta SEI é autoral e traz no final das etapas uma sugestão de normas de biossegurança elaboradas pelos autores do produto (figura 8).

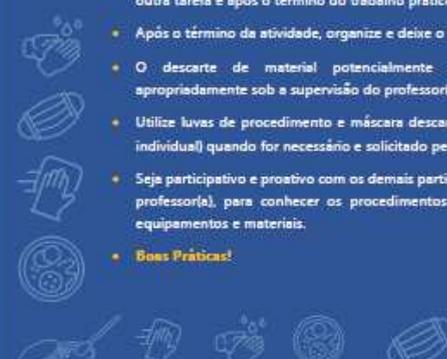
Carneiro e Fiori (2014) afirmam que, em várias ocasiões as atividades práticas deixam de ocorrer no ambiente escolar muitas vezes pelo fato dos docentes não se sentirem seguros para trabalharem juntos aos estudantes utilizando os materiais e instrumentos laboratoriais, uma vez que estes ambientes requerem certas precauções e cuidados, algumas vezes desconhecidos

pelos participantes, o que potencializam a ocorrência de acidentes.

Figura 8 - Modelo de normas de biossegurança contido no produto elaborado e sugerido pelos autores para a realização de trabalhos práticos em Microbiologia em escolas sem laboratórios

**2.1.1. NORMAS DE BIOSSEGURANÇA PARA TRABALHOS PRÁTICOS EM MICROBIOLOGIA EM ESCOLAS SEM LABORATÓRIOS:**

- É obrigatório o uso de Jaleco ou Avental descartável durante a prática, para evitar respingos de produtos em partes desprotegidas do corpo.
- Cabelos longos devem se manter presos e evite o uso de pulseiras, relógios, anéis, colares e adornos, pois podem esbarrar em objetos e bancada contaminada.
- É necessário o uso de roupas adequadas como calças e sapatos fechados para prevenção de acidentes.
- Consulte o roteiro da aula prática sempre que necessário antes e durante as atividades práticas para melhor entendimento e realização eficaz das atividades propostas.
- Em hipótese alguma realize atividades experimentais sem a presença e orientação do professor(a).
- Não aplicar produtos cosméticos ou levar a boca qualquer objeto utilizado na prática experimental ou que possa ter sido contaminado durante a realização da atividade.
- Não inalar, ingerir ou por em contato com mucosas qualquer material ou substância manipulada durante a prática. Também não ingerir alimentos no local da prática.
- Evite distrações e brincadeiras desnecessárias durante a atividade prática. Se algo inesperado ocorrer, comunique o professor(a) imediatamente.
- Verifique se todos os materiais necessários e prática estão disponíveis. Mantenha apenas o necessário e realização da atividade. Não esqueça lápis e caneta para as anotações.
- Sempre lavar as mãos com água e sabão ao iniciar ou interromper para a realização de outra tarefa e após o término do trabalho prático.
- Após o término da atividade, organize e deixe o local limpo e organizado.
- O descarte de material potencialmente contaminante deve ser descartado apropriadamente sob a supervisão do professor(a).
- Utilize luvas de procedimento e máscara descartáveis (EPI – equipamento de proteção individual) quando for necessário e solicitado pelo professor(a).
- Seja participativo e proativo com os demais participantes. Esteja atento as orientações do professor(a), para conhecer os procedimentos realizados, assim como manuseio de equipamentos e materiais.
- **Boas Práticas!**



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Dessa forma, espera-se com a aplicação da SEI 1, permitir que o professor de Biologia e seus estudantes sintam-se mais seguros e capazes de iniciar o desenvolvimento de práticas experimentais investigativas no ambiente escolar, de forma mais consciente. A intenção da SEI 1 se assemelha em vários aspectos ao trabalho desempenhado por Carneiro e Fiori (2014), quando opta em estimular os estudantes a realizarem pesquisas e estudarem textos que abordem sobre normas de biossegurança necessárias para o desenvolvimento das atividades experimentais, para que tais normas sejam adaptadas a realidade da escola a qual fazem parte. A SEI 1 permite que o docente proporcione a realização de discussões com seus estudantes sobre como tornar o ambiente o qual será utilizado para a realização das práticas experimentais

mais seguro aos seus usuários, minimizando os riscos e assegurando a integridade pessoal dos participantes.

De acordo com Capeletto (1992), não existem normas padronizadas sobre como cobrar da turma uma boa conduta. Tal cobrança dependerá da relação que cada professor tem com seus alunos. Sendo assim, partindo de tal necessidade, os objetivos de aprendizagem estão voltados para que os alunos conheçam o significado e importância das normas de biossegurança, através da promoção de discussões com a turma, visando a construção coletiva pelos os estudantes das normas de biossegurança individuais e coletivas a serem utilizadas nas aulas práticas. Pois, ainda que não haja o espaço físico laboratorial adequado, é de suma importância o estabelecimento de normas de biossegurança, que sejam do conhecimento de todos, para que as atividades práticas aconteçam de forma segura e priorizem a integridade de todos os participantes.

Almeja-se que o docente oriente e estimule a argumentação dos estudantes por meio da realização de perguntas didáticas que estimulem a participação e a construção dos conceitos acerca do tema apresentado (CARVALHO, 2018), afim de que seja reconhecida as normas de biossegurança como fator essencial para a realização de atitudes conscientes e seguras do início ao fim de todas as aulas práticas experimentais, prevenindo de acidentes.

Pretende-se com essa SEI, desenvolver as competências específicas e suas respectivas habilidades. Para que a [competência específica 1](#) (quadro 7) seja contemplada, a habilidade [EM13CNT104](#)<sup>3</sup> (quadro 8) deve receber a devida atenção e ser praticada com os estudantes (BRASIL, 2018). Simultaneamente a competência 1, a SEI pretende desenvolver de modo articulado a [competência específica 3](#) (quadro 7). A habilidade que necessita ser desenvolvida para que a competência seja alcançada é a [EM13CNT306](#) (quadro 8) (BRASIL, 2018).

Os conteúdos factuais e conceituais a serem contemplados com os estudantes estarão na utilização de:

- a) aspectos do cotidiano e conhecimentos prévios estudantis para a elaboração de hipóteses iniciais;
- b) durante a construção do conceito, explicando com suas próprias palavras o conceito de biossegurança;
- c) em relacionar as ações e atitudes de prevenção de acidentes ao conceito de biossegurança,

---

<sup>3</sup>Todas as competências específicas e habilidades citadas através de seus códigos, estão sublinhados, pois são hiperlinks que direcionarão o leitor para as informações localizadas nos quadros 7 e 8. Pressione a tecla Ctrl + clique com o botão esquerdo do mouse para seguir o link.

compreendendo sua importância para a realização de práticas experimentais.

Os conteúdos procedimentais e Atitudinais a serem contemplados estarão respectivamente presentes:

- a) durante a elaboração coletiva pelos estudantes das normas de biossegurança necessárias para a realização das atividades práticas em microbiologia, sob a mediação do professor;
- b) por meio do uso de conhecimentos prévios e/ou adquiridos na em pesquisas sobre o tema;
- c) ter autonomia durante a pesquisa por informações coerentes para a elaboração do quadro de normas de biossegurança,
- d) perceber que atitudes responsáveis e sensatas são necessárias durante a realização das práticas experimentais na prevenção de acidentes;
- e) praticar o respeito à opinião do outro (ZABALA, 1998).

O tema biossegurança está presente e é necessário em todas as demais execuções das SEI. O tempo previsto é de duas horas/aulas, e a organização da turma sugerida é a formação de grupos de 3 a 4 estudantes.

#### **4.4.2 Sequência de ensino investigativa 2: o que são micro-organismos cosmopolitas?**

A SEI 2 é autoral e possui o título: “o que são micro-organismos cosmopolitas?” e pode ser trabalhada dentro de vários temas, como: origem e evolução da Vida; Teoria da Abiogênese e Biogênese; Ubiquidade microbiana; Dispersão e Adaptação de micro-organismos nos ambientes.

A SEI traz como objetivos de aprendizagem, conhecer e compreender o conceito de ubiquidade microbiana por meio da apresentação de questões problema sobre o tema e da leitura e interpretação de artigos que contemplam o assunto. Relacionar a ubiquidade microbiana a comprovação da teoria da Biogênese por Louis Pasteur. Possibilitar que os estudantes consigam construir de forma significativa o conceito de ubiquidade microbiana e no final consigam reconhecê-lo em seu dia a dia.

Espera-se com essa SEI, desenvolver a [competência específica 2](#) (quadro 7). Esta competência propõe que tópicos relativos a origem e evolução da vida na Terra e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente sejam trabalhados. Dessa forma, a SEI propõe que o docente ao abordar os conceitos de ubiquidade microbiana, dê destaque a informações

como o fato dos micro-organismos terem sido os primeiros seres vivos a colonizar a Terra e que a grande diversidade de seres vivos no planeta está intimamente conectada à diversidade e à atividade metabólica dos micro-organismos na natureza (MANFIO, 2003). A intensa atividade metabólica realizada pelos primeiros micro-organismos durante milhões de anos que possibilitou uma atmosfera farta em oxigênio, permitindo o surgimento e evolução de novas formas de vida aeróbias, organismos multicelulares complexos, plantas e animais superiores (MANFIO, 2003).

Espera-se que, com essa competência, que o estudante seja capaz de reconhecer que a ciência se transforma ao longo do tempo, identificando a importância da experimentação e da interpretação de resultados com base na probabilidade e incerteza, além de aplicar seus conhecimentos na construção de argumentos e posicionamentos frente aos diferentes desafios cotidianos, sempre com ética, responsabilidade. A habilidade necessária para se alcançar esta competência é a [EM13CNT201](#) (quadro 8), que visa analisar e discutir teorias da abiogênese e biogênese, comparar as distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida com teorias aceitas cientificamente e relacionar com o conceito construído de ubiquidade microbiana. Concomitante a competência 2, deve ocorrer o desenvolvimento da [competência específica 3](#) (quadro 7). Para se alcançar esta competência é necessário que os estudantes desenvolvam a habilidade [EM13CNT303](#) (quadro 8) (BRASIL, 2018).

Conteúdos factuais e conceituais a serem contemplados estarão relacionados aos fatos que constituem o conceito de micro-organismo e cosmopolita, e o conceito de ubiquidade microbiana com dispersão e adaptação. Ao pesquisarem sobre Louis Pasteur e relacionarem os fatos pesquisados com as evidências da teoria da Biogênese e com o conceito construído sobre a ubiquidade microbiana, compreenderão o conceito de ubiquidade microbiana e o relacionarão com o conceito de dispersão e adaptação e com os resultados do experimento de Louis Pasteur.

Entre os conteúdos procedimentais e atitudinais a serem contemplados estão em:

- a) os estudantes serem capazes de interpretar o problema apresentado pelo professor(a) e elaborar hipóteses em busca de soluções com os colegas;
- b) construir aprendizagem significativa sobre os temas;
- c) realizar a leitura dos artigos indicados pelo professor(a) para destacar as ideias principais e estabelecer relações entre os dois artigos e o conceito de ubiquidade microbiana;
- d) utilizar sites confiáveis para pesquisar sobre a resolução das atividades propostas pelo professor(a);

- e) elaborar hipóteses sobre como comprovar a ubiquidade microbiana;
- f) trabalhar em conjunto, respeitando os pontos de vista dos demais colegas durante as discussões;
- g) e terem autonomia durante a pesquisa por informações coerentes para a elaboração de hipóteses (ZABALA, 1998).

Nas atividades propostas nesta SEI a leitura aparece como elemento da cultura científica. Para auxiliar o docente na correção das atividades e atribuição de créditos, o produto sugere uma análise dos grifos realizados pelos alunos elaborada por Sedano (2013) para reconhecer os avanços que os alunos apresentam no desenvolvimento do trabalho escrito.

Espera-se que o docente oriente a argumentação de seus estudantes através de perguntas didáticas que estimulem a participação e a construção dos conceitos. Quando o aluno estuda, pesquisa e explica a sua linha de raciocínio e relata confiante como fez para chegar à conclusão, explicando os conceitos com suas próprias palavras, ele desenvolveu conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais (CARVALHO 2018; SASSERON 2014; ZABALA, 1998). A SEI sugere que a turma seja organizada em grupos pequenos de 3 a 4 estudantes e o tempo estimado é de duas horas/aulas para a realização.

#### **4.4.3 Sequência de ensino investigativa 3: comprovando a Ubiquidade Microbiana**

A SEI 2 finaliza propondo aos estudantes a elaboração e o compartilhamento de maneiras viáveis de se comprovar a ubiquidade microbiana. Na SEI 3 de título: “Comprovando a Ubiquidade Microbiana”, possui como temas centrais à ubiquidade microbiana e as populações microbianas e retoma ao questionamento levantado na SEI 2: “Como podemos comprovar que podemos encontrar micro-organismos em todos os lugares?” e estimula o diálogo e reflexão entre os estudantes sobre as hipóteses que elaboraram para o problema. O objetivo de aprendizagem proposto aos alunos pela SEI é o de comprovarem a ubiquidade microbiana através da realização de uma prática experimental para verificar a presença de populações de micro-organismos no ambiente. A SEI foi adaptada para o ensino médio a partir de Diniz, C.G. (2018). Esta SEI, assim como no trabalho de Lima e Garcia (2011) pretende demonstrar que as aulas práticas se diferenciam quando colocam o estudante como “investigador”, possibilitando que o este construa seus conhecimentos, e chegue as suas próprias conclusões, construindo assim memórias duradouras acerca da temática abordada. (MOREIRA, 2011).

A Competência a qual a SEI está baseada é a [competência específica 2](#) (quadro 7), para isso, a habilidade necessária a ser desenvolvida é a [EM13CNT205](#) (quadro 8). Simultaneamente à competência 2, temos o desdobramento da [competência específica 3](#) (quadro 7) que recomenda que o estudante investigue uma situação problema, sendo capaz de selecionar e discernir as informações relevantes para a obtenção da(s) solução(s), que construa e teste suas hipóteses através da prática experimental, e ao final do experimento consiga avaliar a aplicabilidade do conhecimento adquirido para o seu cotidiano com ética e responsabilidade. Para isso é necessário que a habilidade [EM13CNT301](#) (quadro 8) seja desenvolvida. Afim de que o estudante se torne mais autônomo no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento (BRASIL, 2018).

Os conteúdos factuais e conceituais a serem trabalhados com a aplicação da SEI estão relacionados aos fatos e dados obtidos do fenômeno estudado por meio da realização do experimento para comprovar o conceito de ubiquidade microbiana, em reconhecer e explicar o conceito de ubiquidade microbiana e relacionar os fatores tempo de exposição no ar e ambiente escolhido com o surgimento de micro-organismos.

Os conteúdos procedimentais e atitudinais que podem ser desenvolvidos com a aplicação da SEI estão relacionados às habilidades de:

- a) interpretar o problema apresentado e elaborar hipóteses em busca de soluções em grupo;
- b) testar hipóteses elaboradas na realização de experimento para comprovar a ubiquidade microbiana;
- c) observar e analisar resultados e realizar comparações utilizando tabelas para sistematizar resultados obtidos;
- d) realizar registros fotográficos e organizar os resultados e conclusões elaborando relatório da prática experimental;
- e) confeccionar e manejar uma estufa caseira, monitorando os resultados;
- f) praticar as normas de biossegurança, respeitar os pontos de vista dos demais colegas durante as discussões;
- g) ter autonomia durante a busca por informações coerentes para a elaboração do relatório e desenvolver um trabalho em equipe e sendo participativo (ZABALA, 1998).

A SEI sugere que a turma seja organizada em grupos pequenos de 3 a 4 estudantes e o tempo previsto para a SEI é de 3 horas/aulas.

#### 4.4.4 Sequência de ensino investigativa 4: cultivo de micro-organismos utilizando vegetais cozidos

A SEI 4 possui como temas: A decomposição da matéria orgânica por micro-organismos; Teoria da Abiogênese e Biogênese; Formas de obtenção de energia pelos micro-organismos. A SEI foi adaptada a partir de Rossi-Rodrigues *et al.* (2011) sendo incorporada a prática vários elementos novos como por exemplo, o grupo controle e a possibilidade de abertura para discussão sobre a utilização de conservantes e agrotóxicos e sua influência no processo de decomposição dos alimentos. Na SEI 4, será aprofundado o assunto tratado na SEI 3 sobre o crescimento de micro-organismos, dessa vez sugerindo que o teste seja realizado utilizando alimentos. Os objetivos de aprendizagem são os de realizar uma demonstração experimental utilizando vegetais cozidos como meio de cultura para cultivar micro-organismos e verificar o crescimento dos mesmos. Serão trabalhados conceitos de decomposição da matéria orgânica pelos micro-organismos para a obtenção de energia. Também pretende ser trabalhado a relação entre o surgimento dos micro-organismos nos vegetais com a teoria da Biogênese (BRASIL, 2018).

Com esta sequência estamos atendendo a [competência específica 2](#) (quadro 7), que só será contemplada mediante o desenvolvimento das habilidades [EM13CNT201](#), [EM13CNT203](#) e a habilidade [EM13CNT205](#) (quadro 8). Com essa SEI estamos desenvolvendo da [Competência específica 3](#) (quadro 7) que só é contemplada através da habilidade [EM13CNT301](#) (quadro 8) (BRASIL, 2018).

Segundo Silva e Bastos (2012), grande parte dos estudantes possuem conhecimentos prévios que resumem as funções microbianas às doenças, por não terem conhecido informações suficientes sobre esses seres microscópicos, não associam a funções importantes como a reciclagem de nutrientes a natureza. Dessa forma, os conteúdos factuais e conceituais necessários de serem desenvolvidos, para que esta situação seja transformada estão relacionadas a ações realizadas pelos estudantes, como:

- a) destacar fatos relacionados ao fenômeno do surgimento de micro-organismos no meio de cultura e relacionar com a teoria da Biogênese;
- b) relacionar os fatos sobre a decomposição da matéria orgânica com o conceito de obtenção de energia;
- c) reconhecer que os micro-organismos do meio de cultura são provenientes do ar e não

surgem espontaneamente;

d) relacionar os fatores: umidade, calor e presença de oxigênio com o surgimento de micro-organismos;

e) identificar os alimentos como fontes de energia e nutrição para os micro-organismos e reconhecer a função de decomposição exercida pelos micro-organismos.

Os conteúdos procedimentais e atitudinais estão voltados para ações relacionadas a:

a) capacidade de interpretar o problema apresentado e elaborar hipóteses em busca de soluções em grupo;

b) testar hipóteses elaboradas na realização de experimento para comprovar a teoria da Biogênese;

c) observar e analisar resultados e realizar comparações para sistematizar resultados obtidos;

d) realizar registros fotográficos e organizar os resultados e conclusões elaborando relatório da prática experimental;

e) confeccionar e manejar uma estufa caseira, monitorando os resultados;

f) praticar as normas de biossegurança;

g) respeitar os pontos de vista dos demais colegas durante as discussões;

h) ter autonomia durante a busca por informações coerentes para a elaboração do relatório;

i) trabalhar em equipe e ser participativo (ZABALA, 1998).

O tempo previsto para a realização da SEI é de 3 horas/aulas.

#### **4.4.5 Sequência de ensino investigativa 5: o que é um meio de cultura?**

Nas sequências didáticas 3 e 4, é abordado o tema Ubiquidade Microbiana e sugerimos a sua comprovação por meio das atividades práticas. Ao final de ambas as SEI é levantado um questionamento sobre quais são os fatores que permitiram o aparecimento dos micro-organismos nas placas de Petri e nos vegetais cozidos. Este será o problema que motivará o desenvolvimento da SEI 5: “O que é um meio de cultura?”, adaptada a partir de Rossi-Rodrigues *et al.* (2011). Espera-se que o docente perceba que o problema precisa ser apresentado obedecendo um nível crescente e gradativo de complexidade, para que o aluno compreenda bem o problema, e seja capaz de elaborar melhor suas hipóteses, sabendo onde deseja chegar (MOREIRA, 2011).

Os temas propostos para essa SEI são: Fatores de crescimento microbiano e fontes de

energia e nutrição. Os objetivos de aprendizagem são: realizar uma demonstração experimental para elaboração de meios de cultura caseiros utilizando extratos vegetais e animais; preparar dos meios de cultura buscando maior aproximação possível da técnica asséptica para compreender o que é um meio de cultura e quais os fatores que permitem o aparecimento dos micro-organismos nos meios de cultura.

Com esta SEI estamos atendendo a [competência específica 2](#) (quadro 7). Para que a competência seja alcançada, o produto sugere que a habilidade [EM13CNT202](#) (quadro 8) seja trabalhada. Ao mesmo tempo, temos o a possibilidade de desenvolver a [competência específica 3](#) (quadro 7) e para que seja contemplada é necessário que estejam consideradas as habilidades: [EM13CNT301](#), [EM13CNT303](#) e a habilidade [EM13CNT306](#) (quadro 8) sejam praticadas com os estudantes (BRASIL, 2018).

Os conteúdos factuais e conceituais propostos são:

- a) conhecer os fatos que constituem os conceitos de meio de cultura e da técnica asséptica e de obtenção de energia e nutrição;
- b) conhecer e relacionar os fatores que favorecem o aparecimento dos micro-organismos: calor, umidade, oxigênio e nutrientes com o conceito de meio de cultura;
- c) identificar e explicar o que é um meio de cultura e a importância da técnica asséptica para o êxito no desenvolvimento do trabalho;
- d) identificar e explicar com suas próprias palavras os fatores de crescimento microbiano com o surgimento dos mesmos.

Os conteúdos procedimentais e atitudinais estão presentes em ações como:

- a) interpretar o problema apresentado e elaborar hipóteses em busca de soluções em grupo;
- b) testar hipóteses elaboradas na realização de experimento para compreender os fatores de crescimento microbiano;
- c) realizar registros fotográficos e organizar os resultados e conclusões elaborando relatório da prática experimental;
- d) praticar as normas de biossegurança;
- e) respeitar os pontos de vista dos demais colegas durante as discussões;
- f) ter autonomia durante a busca por informações coerentes para a elaboração do relatório;
- g) trabalhar em equipe e ser participativo (ZABALA, 1998).

O produto sugere que a turma seja organizada em grupos pequenos de 3 a 4 integrantes. O tempo estimado para a realização da SEI é de 3 horas/ aulas.

#### **4.4.6 Sequência de ensino investigativa 6: inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana**

A SEI 6 “Inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana” tem a intenção de dar continuidade ao que foi proposto na SEI 5. A elaboração de meios de cultura de origem animal e vegetal realizados e os conceitos estudados e construídos na SEI 5 serão imprescindíveis para o desenvolvimento da SEI 6 sobre a inoculação, crescimento e desenvolvimento dos micro-organismos nos meios de cultura.

Os temas que podem ser abordados dentro desta SEI são: Microbiota normal humana; controle artificial microbiano; Sensibilidade a antimicrobianos e resistência microbiana; Indicador ácido-base. Os objetivos de aprendizagem estão em: utilizar os meios de cultura produzidos em uma aula experimenta na SEI 5, para a inoculação, acompanhamento do crescimento e desenvolvimento de micro-organismos pelos alunos e realizar teste disco-difusão para compreensão do que é grau de sensibilidade e resistência microbiana, relacionando os efeitos que as substâncias antimicrobianas utilizadas no controle artificial causam na microbiota normal do ser humano e nas populações microbianas no ambiente. A Sequência didática foi adaptada a partir de Gentile (2005) e Diniz, C.G. (2018). Foi feita uma junção entre estas propostas de atividades afim de criar uma abordagem investigativa apropriada para ser aplicada no ensino médio. Dessa forma, foram valorizados vários aspectos trazidos por Diniz, C.G. (2018) relacionados a sementeira e inoculação das amostras e foi incorporada a prática a utilização de o grupo controle e o repolho roxo como indicador de pH do meio cultivado. Esperamos que com o desenvolvimento das aulas práticas experimentais permita o desenvolvimento dos processos cognitivos dos alunos, auxiliando também na interpretação e compreensão dos conteúdos programáticos relacionados a Microbiologia, no desenvolvimento do senso crítico e autonomia intelectual (BARBOSA; BARBOSA, 2010; CARVALHO, 2013).

O produto recomenda que a [competência específica 1](#) (quadro 7) seja trabalhada. Para que a competência 1 seja contemplada é fundamental que a habilidade [EM13CNT104](#) (quadro 8), receba a devida atenção e seja abordada com os estudantes. A [Competência específica 2](#) (quadro 7), será alcançada satisfatoriamente caso haja o desenvolvimento das habilidades [EM13CNT202](#) e [EM13CNT205](#) (quadro 8). A [Competência específica 3](#) (quadro 7) é contemplada caso a habilidade [EM13CNT301](#)(quadro 8) seja trabalhada com os estudantes

(BRASIL, 2018).

Os conteúdos factuais e conceituais que espera-se que os estudantes desenvolvam são:

- a) conhecer os fatos que constituem os conceitos de: sensibilidade e resistência microbiana;
- b) relacionar a ação dos antimicrobianos ao controle artificial microbiano e as consequências geradas a microbiota normal humana;
- c) conhecer o conceito de microbiota normal sendo capaz de explicar com suas palavras e reconhecer como parte integrante dos organismos vivos;
- d) relacionar o conceito microbiota normal com controle microbiano;
- e) reconhecer os efeitos ligados ao grau de sensibilidade e resistência microbiana.

Os conteúdos procedimentais e atitudinais esperados são:

- a) interpretar o problema apresentado e elaborar hipóteses em busca de soluções em grupo;
- b) testar hipóteses elaboradas na realização de experimento para compreender e comprovar os conceitos estudados;
- c) observar e analisar resultados e realizar comparações para sistematizar resultados obtidos;
- d) realizar registros fotográficos e organizar os resultados e conclusões elaborando relatório da prática experimental;
- e) reconhecer e registrar dados obtidos através da observação e análise de resultados;
- f) comportar-se de acordo com as normas de biossegurança;
- g) respeitar os pontos de vista dos demais colegas durante as discussões;
- h) ter autonomia durante a busca por informações coerentes para a elaboração do relatório;
- i) trabalhar em equipe e ser participativo (ZABALA, 1998).

O produto sugere que a turma seja organizada em grupos pequenos de 3 a 4 estudantes. O tempo sugerido para que a SEI seja executada é de 4 horas/aulas.

#### **4.4.7 Sequência de ensino investigativa 7: segurança alimentar e controle do desenvolvimento microbiano**

A SEI 7, adaptada a partir de Gentile (2005) sendo incorporada a atividade experimental

a criação de grupos controle. A SEI possui como temas o controle microbiano em alimentos e os métodos de conservação de alimentos. Os objetivos de aprendizagem da SEI se concentram na realização de uma aula prática experimental para simular o processo de apodrecimento dos alimentos e do uso de técnicas de conservação para explicar sobre controle do desenvolvimento microbiano nos alimentos. Relacionar a necessidade de armazenar corretamente os alimentos e a utilização de técnicas de conservação para se evitar a contaminação por micro-organismos, visando eliminar riscos à saúde de quem os consome. É preciso estimular os estudantes a analisarem criticamente o assunto e a relacionarem com o seu cotidiano e a valorizar os conhecimentos prévios acerca do assunto. Esperamos que o desenvolvimento desta abordagem investigativa sobre o tema possa contribuir na construção gradativa das dimensões iniciais da AC e conseqüentemente potencializar alternativas que privilegiam uma educação cada vez mais comprometida (CHASSOT, 2018; FREIRE, 1996).

Com o intuito de alcançar a [competência específica 1](#) (quadro 7), é fundamental que a habilidade [EN13CNT101](#) seja desenvolvida com os estudantes, bem como também a habilidade [EM13CNT104](#) (quadro 8). Para que a [competência específica 2](#) (quadro 7) seja contemplada, a habilidade [EM13CNT205](#) (quadro 8) receba a devida atenção e seja praticada com os estudantes. Com o propósito de desenvolver a [competência específica 3](#) (quadro 7) é necessário que a habilidade [EM13CNT301](#) (quadro 8) seja trabalhada com os estudantes (BRASIL, 2018).

Os conteúdos factuais e conceituais que o produto espera contemplar estão relacionados aos:

- a) fatos e eventos da decomposição dos alimentos aos conceitos sobre conservação e de controle de crescimento microbiano de alimentos;
- b) em conhecer os fatos que compõem os conceitos decomposição da matéria orgânica, de controle de crescimento microbiano em alimentos, métodos de conservação de alimentos;
- c) reconhecer a importância da prevenção ou retardamento do surgimento de alterações indesejáveis nos alimentos através da utilização de métodos de conservação de alimentos;
- d) conhecer e explicar a importância dos métodos de controle de desenvolvimento microbiano em alimentos com as próprias palavras.

Espera-se que os conteúdos procedimentais e atitudinais a serem desenvolvidos sejam:

- a) interpretar o problema apresentado e elaborar hipóteses em busca de soluções em grupo;
- a) testar hipóteses elaboradas na realização de experimento para demonstrar controle do desenvolvimento microbiano nos alimentos;

- b) observar e analisar resultados e realizar comparações para sistematizar resultados obtidos;
- c) realizar registros fotográficos e organizar os resultados e conclusões elaborando relatório da prática experimental;
- d) praticar as normas de biossegurança;
- e) respeitar os pontos de vista dos demais colegas durante as discussões,
- f) trabalhar em equipe e ser participativo;
- g) praticar a colaboração em grupo na busca por informações coerentes para a resolução de atividades;
- h) analisar criticamente a utilização de técnicas de conservação e os benefícios à saúde de quem os consome sejam trabalhados também entre os grupos de alunos (ZABALA, 1998).

O produto sugere que a organização da turma seja feita em grupos pequenos de 3 a 4 estudantes. O tempo previsto para a realização da SEI é de 3 horas/aulas.

#### **4.4.8 Sequência de ensino investigativa 8: a prevenção de doenças através da higienização das mãos**

A SEI 8, adaptada a partir de Diniz, C.G. (2018), possui como temas principais a antissepsia das mãos; Transmissão de doenças por contato e Microbiota normal, transitória e residente. Os objetivos de aprendizagem são: Realizar uma aula prática experimental para verificação da ação de antissépticos sobre a microbiota das mãos para que os estudantes compreendam a importância do dever de se higienizar corretamente as mãos e planejem a divulgação dos conhecimentos adquiridos a comunidade escolar. Assim como Albuquerque, Braga e Gomes (2012), o produto destaca a necessidade de inserção dos conteúdos microbiológicos no cotidiano dos alunos para facilitar a compreensão de forma mais ampla sobre a importância da higienização das mãos na prevenção de doenças. Analisando criticamente efeitos negativos da atividade microbiana, como a causa de doenças, como também associar os microrganismos aos inúmeros benefícios para a vida dos demais seres.

Para que a [competência específica 2](#) (quadro 7) seja contemplada, devem ser desenvolvidas as habilidades [EM13CNT205](#) e [EM13CNT207](#) (quadro 8). Para que a [competência específica 3](#) (quadro 7) seja desenvolvida é necessária sejam abordadas as habilidades [EM13CNT301](#) e [EM13CNT302](#) (quadro 8) (BRASIL, 2018).

Dentre os conteúdos factuais e conceituais a serem desenvolvidos pela SEI estão:

- a) compreender a ação dos antissépticos na microbiota normal das mãos e relacionar a ação de higienizar as mãos com a prevenção da transmissão e veiculação de infecções;
- b) reconhecer os conceitos de antissepsia e microbiota normal;
- c) conhecer os conceitos de microbiota transitória e residente e realizar comparações;
- d) relacionar a higienização das mãos ao ato de prevenir doenças transmitidas por contato.

Os conteúdos procedimentais que o produto almeja contemplar são:

- a) promover discussões em grupo sobre as informações necessárias para a elaboração de hipóteses e maneiras de testá-las;
- b) investigar, anotar, organizar e classificar os dados obtidos para a elaboração de relatório experimental;
- c) planejar e descrever as ações realizadas que levaram aos resultados e conclusões obtidas;
- d) relacionar causa e efeito para explicar o fato observado;
- e) selecionar informações coerentes para auxiliá-lo na resolução do problema apresentado.

Espera que os estudantes:

- a) sejam participativos, trabalhem em equipe, sendo proativos durante a atividade e comportem-se de acordo com as normas de biossegurança;
- b) respeitem os posicionamentos dos colegas, as diferenças de opinião e o trabalho em equipe;
- c) tenham autonomia na busca de informações para resolução de questões, desenvolvendo assim os conteúdos atitudinais propostos pela SEI (ZABALA, 1998).

No produto se sugere que as turmas sejam organizadas em grupos pequenos de 3 a 4 estudantes. O tempo recomendado para a realização da SEI é de 4 horas/ aulas.

As SEI 9 e 10 apresentam aulas práticas experimentais investigativas que abordam o tema sobre a importância da higienização das mãos.

#### **4.4.9 Sequência de ensino investigativa 9: eles estão entre nós**

A SEI 9, adaptada a partir de Gentile (2005), possui como temas a antissepsia das mãos;

Transmissão de doenças por contato; Indicador ácido-base e Microbiota normal, residente e transitória. Seu objetivo de aprendizagem é demonstrar por meio da realização da aula prática experimental, que mãos visivelmente limpas podem apresentar micro-organismos, detectando micro-organismos por indicador ácido-base. Reforçar a importância da higienização correta das mãos.

Assim como no trabalho publicado por percepção de Lima e Garcia (2011), o produto entende que a realização de atividades experimentais são essenciais para compreensão dos conteúdos pelos estudantes, possibilitando o desenvolvimento da argumentação científica e autonomia intelectual, pois não limita o aluno a ter um formato pronto que o faça ter uma resposta esperada. Essa metodologia permite fugir do modelo de aulas tradicionais, as quais não contribuem para AC dos estudantes, pelo fato de atribuí-los a função de expectadores de conteúdo. Desta forma, através de materiais alternativos de baixo custo, as abordagens investigativas fluem de forma simples e dinâmica, favorecendo o aluno e o professor (CARVALHO; SASSERON, 2011; OLIVEIRA; AZEVEDO; SODRÉ NETO, 2016).

Afim de que a [competência específica 2](#) (quadro 7) seja contemplada, a habilidade [EM13CNT205](#) (quadro 8) deve ser desenvolvida com os estudantes. Para que a [competência específica 3](#) (quadro 7) seja desenvolvida é necessária que a habilidade [EM13CNT301](#) (quadro 8) seja desenvolvida (BRASIL, 2018).

Os principais conteúdos factuais estão relacionados a:

- a) ação dos antissépticos na microbiota das mãos e sua relação com a prevenção da transmissão de doenças por contato;
- b) relacionar as alterações do Indicador ácido-base com o desenvolvimento microbiano.

Dentre os conteúdos conceituais que o produto visa desenvolver entre os estudantes estão:

- a) reconhecer os conceitos de antissepsia e microbiota normal;
- b) conhecer os conceitos de microbiota transitória e residente e realizar comparações;
- c) relacionar a higienização das mãos ao ato de prevenir doenças transmitidas por contato.

Os conteúdos procedimentais e atitudinais a serem desenvolvidos pelos alunos estão relacionados em:

- a) discutir em grupo as informações para a elaboração de hipóteses e maneiras de testá-las;
- b) realizar o experimento e organizar os dados obtidos para a elaboração de relatório experimental;

- c) planejar e descrever as ações realizadas que levaram aos resultados e conclusões obtidas;
- d) relacionar causa e efeito para explicar o fato observado;
- e) selecionar informações coerentes para auxiliá-lo na resolução do problema apresentado;
- f) ser participativo, trabalhar em equipe durante a realização da atividade;
- g) comportar-se de acordo com as normas de biossegurança;
- h) respeitar os posicionamentos dos colegas, respeitando as diferenças de opinião e ao trabalho em equipe;
- i) ter autonomia na busca de informações para resolução de questões fundamentais (ZABALA, 1998).

O produto sugere que a turma seja organizada em grupos de 3 a 4 estudantes. O tempo previsto para a realização da SEI é de 3 horas/ aulas.

#### **4.4.10 Sequência de ensino investigativa 10: existem micro-organismos no meu celular?**

A SEI 10, foi adaptada a partir de Usberco (2015), e possui como temas principais a utilização de antimicrobianos e a ubiquidade microbiana. Entre os objetivos de aprendizagem está a verificação por meio da realização de aula prática experimental, se objetos pessoais depois de limpos com antimicrobianos, ainda apresentam bactérias e /ou fungos. Destacar a importância de higienização regular de objetos de uso pessoal, como lentes de contato, aparelhos ortodônticos, óculos, maquiagens, bijuterias e celulares.

Esta SEI visa o desenvolvimento de atividades investigativas, que leve o estudante a refletir, discutir, explicar, relatar sua própria linha de raciocínio ao invés de se limitar a manipulação de objetos e a observação dos fenômenos. Em uma atividade investigativa, o estudante deve ser submetido a situações nas quais ele seja desafiado a fazer algo mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em uma situação semelhante (BORGES, 2002; SASSERON 2015).

Com a aplicação desta SEI, a [competência específica 2](#) (quadro 7) será contemplada mediante o desenvolvimento da habilidade [EM13CNT205](#) (quadro 8), portanto esta habilidade deve receber a devida atenção e ser abordada com os estudantes. Para que a [competência específica 3](#) (quadro 7) seja desenvolvida é necessária que a habilidade [EM13CNT301](#) (quadro 8) seja desenvolvida (BRASIL, 2018).

Os conteúdos factuais e conceituais que o produto espera desenvolver com os

estudantes, estão relacionados em:

- a) reconhecerem que a utilização de antimicrobianos atuam no controle artificial microbiano;
- b) conhecerem os fatos que constituem o conceito de ubiquidade microbiana;
- c) relacionarem o fato que o ato de higienizar objetos previne a transmissão de doenças;
- d) reconhecerem a importância do conceito de higienização regular de objetos de uso pessoal na prevenção da transmissão de doenças.

Os conteúdos procedimentais e atitudinais propostos estão relacionados a:

- a) promover discussões em grupo sobre as informações para a elaboração de hipóteses e maneiras de testá-las;
- b) realização do experimento e organização dos dados obtidos para a elaboração de relatório experimental;
- c) planejamento das ações realizadas que levaram aos resultados e conclusões obtidas;
- d) construir relações de causa e efeito para explicarem o fato observado;
- e) selecionar informações coerentes que os auxiliem na resolução do problema apresentado;
- f) ser participativo, trabalhar em equipe durante a realização da atividade;
- g) comportar-se de acordo com as normas de biossegurança;
- h) respeitar os posicionamentos dos colegas;
- i) ter autonomia na busca de informações para resolução de questões (ZABALA, 1998).

O produto sugere que a turma seja organizada em grupos pequenos de 3 a 4 estudantes. O tempo previsto para a realização da SEI é de 3 horas/aulas.

#### 4.5 PARTE 3: COMPARTILHANDO O CONHECIMENTO CONSTRUÍDO COM A COMUNIDADE ESCOLAR

Ao final das 10 sequências de ensino investigativas, o produto sugere ao docente oportunizar a divulgação dos resultados e conclusões obtidas pela turma para a comunidade escolar. Dentre as ações recomendadas pelo produto está a criação e planejamento de um evento na escola onde os estudantes tenham a oportunidade de expor os conhecimentos adquiridos com

as experiências para os demais professores e profissionais que atuam na escola, aos estudantes de outras turmas e por pais e/ou responsáveis dos estudantes.

Oportunizar este envolvimento dos estudantes com a comunidade escolar através do desenvolvimento de ações como essas proporcionam o desenvolvimento da [Competência específica 3](#) e sua respectiva Habilidade [EM13CNT302](#) da BNCC (BRASIL, 2018, p. 559) que recomenda:

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.

Outra sugestão está em propor aos estudantes a criação de jogos didáticos que sintetizem os conceitos aprendidos durante as aulas práticas, para que eles joguem com outras turmas e compartilhem seus conhecimentos com os colegas. Podendo surgir muitas ideias interessantes e futuros materiais didáticos. O uso de jogos didáticos permitem a construção de conhecimentos e atuam como instrumentos educativos com o objetivo principal de realizar as atividades de forma prazerosa e colaborando para o processo de ensino-aprendizagem (CABRERA, 2007).

Ou ainda, estimular a criação de um perfil em uma rede social para fins educacionais onde seja realizada pela turma, sob a supervisão do professor(a), a divulgação das descobertas de suas investigações sobre a Microbiologia, sobre ações de prevenção e promoção da saúde. Em todas as sugestões os estudantes terão a oportunidade de dar prosseguimento ao desenvolvimento do protagonismo, da autonomia e compromisso com sua aprendizagem.

Ações como estas são preconizadas pelas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+), “não se pode pensar na ação de mediar como uma ação que leve o aluno apenas a melhorar a sua capacidade cognitiva.” Sendo fundamental que o professor crie possibilidades onde os estudantes sintam-se capazes, produtivos e sejam criativos. Desenvolvam a habilidade comunicativa, exercitando maneiras de expressarem o seu pensamento e estabelecendo uma relação dialógica positiva com a comunidade escolar (BRASIL, 2002).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na expectativa de trazer contribuições para o melhoria do ensino de Microbiologia no ensino médio de escolas públicas de educação básica que não possuem infraestrutura adequada, apresentando ausência de laboratório de ciências, esta pesquisa apresenta como produto final o E-Book: “A Biologia que a gente não vê: aulas práticas para escolas sem laboratórios.”

O produto educacional traz um conjunto de sequências de ensino investigativas em Microbiologia, baseadas na metodologia de ensino por investigação que contemplam as competências específicas e habilidades da BNCC com profundidade adequada para as turmas do ensino médio. Foram elaboradas com a finalidade de tornar o tema menos abstrato e mais contextualizado a realidade dos estudantes, para promover progressivamente a AC e despertar o senso crítico e o caráter crítico investigativo dos estudantes dentro do tema Microbiologia. Além disso, contém informações claras e detalhadas que orientam os docentes de Biologia sobre a sua utilização e aplicação com segurança junto aos estudantes do ensino médio, com dicas e sugestões de como realizar aulas práticas utilizando materiais de fácil acesso e aquisição.

O produto educacional fornece aos docentes de Biologia formas de demonstrar aos estudantes a ubiquidade da Microbiologia, contribuindo assim, para a construção de um olhar crítico científico dos estudantes, onde o objetivo do ensino não esteja apenas relacionado à abordagem de conteúdos curriculares, mas também em levar para a sala de aula práticas próprias da ciência como a investigação, elaboração de hipóteses, atividades de experimentação e discussão acerca de um problema. Espera-se com o produto educacional demonstrar a importância da escolha adequada da metodologia e do nível de liberdade intelectual para a criação de ambientes de aprendizagem investigativos que visem o desenvolvimento da autonomia do estudante.

Perante o exposto, a realização desse trabalho busca a modernização e inovação do ensino de Microbiologia através do produto educacional em escolas públicas brasileiras que apresentem interesse em utilizá-lo. A criação deste material didático-pedagógico pretende ampliar a prática de abordagens investigativas dinâmicas e criativas, adaptadas e viáveis para serem realizadas na ausência de ambientes laboratoriais, façam parte do cotidiano escolar, e leve os estudantes a descobrirem suas potencialidades críticas. Ao desenvolvê-las, esperamos auxiliar no desenvolvimento de alunos autônomos e protagonistas, para a formação futura de cidadãos mais críticos e conscientes a cerca do papel da ciência para a sociedade que a qual estão inseridos.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. G.; BRAGA, R. P. S.; GOMES, V. Conhecimento dos estudantes sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 58-68, 2012.
- ANDRADE, J.P.; SARTORI, J. **Educação que faz sentido para a vida: metodologia de contextualização da aprendizagem**. São Paulo: Atina, 2016.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACICH, L. *et al.* **Matriz curricular Ensino Médio: Ciências da Natureza**. São Paulo: Instituto Reúna, 2020. Disponível em: <https://institutoreuna.org.br/categoria-bncc/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias/> Acesso em: 10 ago. 2020.
- BARBOSA, F. H. F.; BARBOSA, L. P. J. L. Alternativas metodológicas em Microbiologia: viabilizando atividades práticas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p.134 – 143, 2010.
- 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.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326/10999> .Acesso em: 05 abr. 2020.
- BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BORGES, T.S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**, Salvador, ano 03, n° 04, p. 119-143, 2014. Disponível em: <https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/napecco/Metodologias/Metodologias%20Ativas%20na%20Promocao%20da%20Formacao.pdf> . Acesso em: 10 ago. 2020.
- BRANCO, A. B. G. *et al.* Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 3, p. 702-713, 2018. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/174/185>. Acesso em: 09 set. 2020.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. 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: 22 dez. 2019.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Básica 2019: Notas estatísticas**. Brasília: Inep, MEC, 2020.



CARVALHO, A.M.P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CARVALHO, A.M.P.(org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CASSANTI, A.C. *et al.* **Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores**. São Paulo: Colégio Dante Alighieri, 2007.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora UNIÚÍ, 2018.

DAVIS, C.; NUNES, M. M. R.; NUNES, C. A. A. Metacognição e Sucesso Escolar: articulando teoria e prática. **Cadernos de Pesquisa**, Caxambu, v. 35, n. 125, p. 205-230, 2005.

DINIZ, C.G. **Roteiro de aulas práticas**. Juiz de Fora: UFJF, Departamento de Microbiologia, Parasitologia e Imunologia, 2018. Disponível em: <https://www.ufjf.br/microbiologia/files/2013/05/ROTEIRO-PARA-AULAS-PR%c3%81TICAS-bacteriologia-2018-vers%c3%a3o-02-2018.pdf> . Acesso em: 2 nov. 2019

DINIZ, J. **Sistema educacional brasileiro: Uma análise crítica**. Brasília: ABMES, 2018. Disponível em: <https://abmes.org.br/noticias/detalhe/2644/artigo-sistema-educacional-brasileiro-uma-analise-critica>. Acesso em: 23 abr.2019.

FONSECA, K.T. *et al.* Experimentação sobre Micro-organismos e Higienização das Mãos em Escolas de nível Fundamental II e Médio. **COGITARE**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 47-62, 2018. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/cogitare/article/view/700>. Acesso em: 06 abr. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GENTILE, P. Como ensinar microbiologia, com ou sem laboratório, **Revista Nova escola**. São Paulo, 01 jun. 2005. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/385/como-ensinar-microbiologia>. Acesso em: 11 nov. 2019.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES-PEÑA, A. Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos y Propuestas de Actuación, **Investigación en la Escuela**, Sevilha, v.43, n.1, p. 27-37, 2001.

GOMES, A. S. L. (org.). **Letramento Científico: um indicador para o Brasil**. São Paulo: Instituto Abramundo, 2015. Disponível em: [http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2014/10/ILC\\_Letramento-cientifico\\_um-indicador-para-o-Brasil.pdf](http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2014/10/ILC_Letramento-cientifico_um-indicador-para-o-Brasil.pdf). Acesso em: 28 abr. 2020.

KASPCHAK, M. **Contribuição da pedagogia histórico crítica no processo de formação**

**docente discente**. 2013. Dissertação (Mestrado em educação) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

KIMURA, A.H. *et al.* Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p.254-267, 2013. Disponível em: <https://177.101.17.124/index.php/conexao/article/view/5516/3664%20> . Acesso em: 11 dez. 2019.

KRASILCHICK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

KRASILCHIK, M; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

LIMA, D.B.; GARCIA, R.N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 2011.

MANFIO, G.P. **Avaliação do Estado Atual do Conhecimento Sobre a Diversidade Microbiana no Brasil**. São Paulo: CPQBA – UNICAMP, 2003. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/defesa/livros/MICROBIOTA%20-%20MINISTERIO%20DO%20MEIO%20AMBIENTE.pdf> . Acesso em:10 abr. 2020.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. v. 2. p. 15-33. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf) . Acesso em: 2 mai. 2020.

MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas: UEPS. **Aprendizagem significativa em revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf) . Acesso em: 01 mar. 2020.

MUELLER, S. P. M. Popularização do Conhecimento Científico. **Revista de Ciência da Informação**, Brasília, v. 3, n. 2, p.1-11, 2005. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/990> . Acesso em: 4 set. 2020.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf> . Acesso: 05 abr. 2020.

OLIVEIRA, J. M.; AMARAL, J.R.O pensamento Abstrato, Cérebro e Mente. Universidade Estadual de Campinas, 2001. Disponível em: <https://cerebromente.org.br/n12/opiniaopensamento.html>. Acesso em: 15 de ago. 2020.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; SODRÉ NETO, L. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 260-276, 2016.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Conhecimentos e atitudes para a vida: resultados do Pisa 2000**. São Paulo: Moderna, 2001.

PIAGET, J.; GARCIA R. **Psicogênese e história de la ciencia**. 2. ed. Cidade do México: Siglo Veintiuno Editores, 1984.

PIATTI, T.M. *et al.* A formação do professor pesquisador do ensino médio: uma pesquisa ação em educação e saúde. **Experiências em Ensino de Ciências**, Maceió, v. 3, n.1, p.23-41, 2008.

PINTO, S. *et al.* O Laboratório de Metodologias Inovadoras e sua pesquisa sobre o uso de metodologias ativas pelos cursos de licenciatura do UNISAL, Lorena: estendendo o conhecimento para além da sala de aula. **Revista de Ciências da Educação**, São Paulo, v. 2, n. 29, p. 67-79, 2013.

REEVE, J. Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive. **Educational Psychologist**, v. 44, n.3, p. 159–175, 2009.

RIBEIRO, C. Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Lisboa, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003.

ROSSI-RODRIGUES, B. C. *et al.* Investigação de micro-organismos por meio de cultivo e observação de fungos e bactérias - Aula 1,2 e 3, Projeto EMBRIO. Campinas, 23 set. 2011. Disponível em: <http://www.embriao.ib.unicamp.br/embriao2/visualizarMaterial.php?idMaterial=1259> . Acesso em: 06 dez. 2019.

SASSERON, L. H. **A Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L.H. Ensino por investigação: pressupostos e práticas. *In*: SASSERON, L.H. **Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências: a sala de aula**. São Paulo: USP/Univesp, 2014. Disponível em: [https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704\\_12.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf) . Acesso em: 05 mai. 2020.

SEDANO, L. Ciências e leitura: um encontro possível. *In*: CARVALHO, A.M.P.(org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 77-91.

SILVA, A.R.L.; SILVA, D. **Guia do professor conteudista**. 1ªed. Florianópolis: IFSC, 2015.

SILVA, M. S.; BASTOS, S. N. D. Ensino de microbiologia: percepção de docentes e discentes nas Escolas públicas de Mosqueiro, Belém, Pará. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE*, 2012, Niterói. Disponível em: <http://www.enecienciasanais.uff.br/index.php/ivenecienciassubmissao/eneciencias2012/paper/viewFile/414/285>. Acesso em: 27 dez. 2020.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Rev. Bras. Educ.**, Belo Horizonte, n. 25, p.5-17, 2004.

SODRÉ NETO, L.; SOUZA, P.F.; AZEVEDO, T.M. Microbiologia no ensino médio: a visão de Estudantes sobre o tema e as possíveis causas de Dificuldades de aprendizagem. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Campina Grande, v. 5, n. 1, 2015.

USBERCO, J. *et al.* **Companhia das Ciências**: 7º ano. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

VALENTE, M.O. *et al.* A metacognição. **Revista de Educação**, [s.l.], v. 1, n. 3, p. 47-51, 1989.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANCAN, G.T. Educação científica: uma prioridade nacional. **São Paulo Perspec.**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 3-7, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/spp/v14n3/9764.pdf>. Acesso em: 06 set. 2020.

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

## ANEXO A – Parecer consubstanciado pelo CEP



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Metodologias alternativas no ensino de biologia para a promoção da alfabetização científica e Do caráter Investigativo dos estudante

**Pesquisador:** Fábio Alessandro Pieri

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 14105419.8.0000.5147

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.482.392

**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.

**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.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 38.098-000  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.proposa@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.402.392

**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, 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: julho de 2020.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 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.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-000  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 1.482.392

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PE_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1342664.pdf	24/07/2019 15:27:22		Aceito
Outros	ApendiceG.pdf	24/07/2019 15:25:47	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
Outros	ApendiceF.pdf	24/07/2019 15:16:54	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
Outros	ApendiceE.pdf	24/07/2019 15:16:32	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ApendiceD.pdf	24/07/2019 15:15:58	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ApendiceC.pdf	24/07/2019 15:15:51	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ApendiceB.pdf	24/07/2019 15:15:42	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoModeloCEP.pdf	24/07/2019 15:15:01	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoescola.pdf	24/04/2019 22:02:49	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoujf.pdf	24/04/2019 22:02:26	Fábio Alessandro Pieri	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderostopiataformabrasil.pdf	24/04/2019 21:52:50	Fábio Alessandro Pieri	Aceito

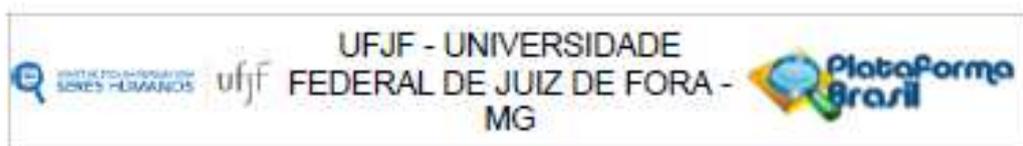
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: JOSÉ LOURENÇO KELMER 5/N  
 Bairro: SÃO PEDRO CEP: 38.036-900  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.conep@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.462.392

JUIZ DE FORA, 02 de Agosto de 2019

---

Assinado por:  
Jubel Barreto  
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-000  
UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cnp.propena@ufjf.edu.br