



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PORTO NACIONAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA

DANIELA BANDEIRA SANTOS

**ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO CONTEÚDO
SOBRE FUNGOS DO GÊNERO *TRICHODERMA*: PRODUÇÃO DE MATERIAL
DIDÁTICO EM OPOSIÇÃO AOS ATUAIS DOCUMENTOS CURRICULARES
NEOLIBERAIS**

Porto Nacional, TO

2022

DANIELA BANDEIRA SANTOS

**ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO CONTEÚDO
SOBRE FUNGOS DO GÊNERO *TRICHODERMA*: PRODUÇÃO DE MATERIAL
DIDÁTICO EM OPOSIÇÃO AOS ATUAIS DOCUMENTOS CURRICULARES
NEOLIBERAIS**

TCC apresentado à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Porto Nacional para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Thalita Quatrocchio Liporini

Coorientador: Prof. Dr. Fabyano Alvares Cardoso Lopes

Porto Nacional, TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S237e Santos, Daniela Bandeira.

Ensino de Microbiologia no Ensino Médio a partir do conteúdo sobre fungos do gênero *Trichoderma* : Produção de material didático em oposição aos atuais documentos curriculares neoliberais ./ Daniela Bandeira Santos. – Porto Nacional, TO, 2022.

89 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Ciências Biológicas, 2022.

Orientadora : Thalita Quatrocchio Liporini

Coorientador: Fabyano Alvares Cardoso Lopes

1. Reforma do Ensino Médio. 2. BNCC. 3. Ensino de Ciências. 4. Material Paradidático. I. Título

CDD 570

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DANIELA BANDEIRA SANTOS

**ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO CONTEÚDO
SOBRE FUNGOS DO GÊNERO *TRICHODERMA*: PRODUÇÃO DE MATERIAL
DIDÁTICO EM OPOSIÇÃO AOS ATUAIS DOCUMENTOS CURRICULARES
NEOLIBERAIS**

TCC apresentado à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Porto Nacional, Curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, foi avaliado para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 25 de novembro de 2022

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Thalita Quatrocchio Liporini, UFT – Porto Nacional

Prof^a. MSc. Amanda Rafaela Rodrigues, Colégio Sagrado Coração de Jesus – Porto Nacional

Prof^a. Dr^a. Denise de Amorim Ramos, UFT – Porto Nacional

Dedico este trabalho à Francisca Sancha, Demostenes Lima, Frydha Gabriela e Pedro Otávio, minha amada família, que nunca poupou esforços quando precisei de ajuda e apoio ao longo da minha jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus Professores Thalita Quatrocchio Liporini e Fabyano Álvares Cardoso Lopes, que aceitaram me orientar na produção deste trabalho, dedicaram tempo e tiveram muita paciência. Aproveito também para agradecer a banca avaliadora, Denise de Amorim Ramos e Amanda Rafaela Rodrigues, que aceitaram carinhosamente corrigir e contribuir com este trabalho.

Aos meus pais, Francisca Sancha F. Bandeira e Demostenes Lima Santos, por terem me dado amor, apoio, força, exemplo e sustento financeiro para que eu chegasse a esse nível de graduação.

Aos meus irmãos, Frydha Gabriela Bandeira Santos e Pedro Otávio Bandeira Santos, também pelo amor e apoio que eu sei que foram dedicados.

À minha amiga Dyana Soares Freire, que em cada momento de alegria vibrava comigo, e em cada momento de angústia se compadecia e carinhosamente me animava. Aproveito para agradecer a amizade de anos, o companheirismo, o ombro amigo e as palavras de consolo que sempre estavam prontas quando precisei.

À minha amiga Hannah Paixão, que também se fez presente na minha jornada, sempre disposta a ajudar e com quem compartilhei minhas preocupações e cada pequena vitória.

As minhas amigas de turma, Bruna Caroline, Luane Ribeiro, Luana Soares e Keysllene Pereira, que iniciaram o curso comigo e foram o apoio inicial dentro da graduação.

À Kárita Cristine, companheira de turma, de casa, de orientador, de laboratório e de experimentos, apelidada carinhosamente de “falsinha”, mas muito verdadeira e sempre por perto. Aproveito para agradecer também a Rafaela Batista, que junto com a Kárita, contribuíram com presença, apoio e conhecimento para a realização das fotos do experimento.

Aos amigos que fiz na Casa do Estudante, Biathriz Ramalho, Valdionys Mendes, Victoria Silva, Tatiane Nascimento, Rafael Lisboa, entre outros, que me receberam de braços abertos e sempre estiveram dispostos a me ajudar.

Aos meus queridos amigos/irmãos da IASD Aurenly III sul, que também me deram apoio, amor e consolo.

RESUMO

A proposta já implementada do Novo Ensino Médio (EM) passa a ter seu currículo orientado pela BNCC, estabelecida pela Lei 13.415/17 que modificou a LDB, apresenta um currículo onde as disciplinas são ofertadas dentro de cinco áreas de conhecimento e é baseado na construção de competências e habilidades, promovendo um ensino superficial e prioritariamente técnico. Nesse formato de currículo, a disciplina de Biologia e seus conteúdos primordiais, como a Microbiologia, são inexistentes ou promovidos de forma aligeirada e sem utilidade. Visto isso, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um material paradidático para o ensino de Microbiologia no 3º ano do EM, tendo como conteúdo os fungos do gênero *Trichoderma*, promovendo uma articulação entre as áreas de Classificação Biológica, Nomenclatura Científica, Biologia Celular, Bioquímica, Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia, que também fazem parte dos conteúdos primordiais da Biologia, tendo como metodologia uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI). A produção deste material responde à pergunta de pesquisa que questiona a existência da possibilidade de valorizar o ensino de biologia por meio da proposição de um material paradidático que prioriza o ensino de conteúdos, em oposição as demandas para o mercado de trabalho e traz a conclusão de que o material paradidático produzido oferece ao professor subsídios teóricos que aprofundam conhecimentos e promovem uma superação da ausência da disciplina Biologia no novo currículo proposto, a partir do ensino de conteúdos da Microbiologia e de outros conteúdos que se relacionam com o estudo do fungo do gênero *Trichoderma*.

Palavras-chave: Reforma do Ensino Médio; BNCC; Ensino de Ciências; Recurso de Ensino; Material Paradidático.

ABSTRACT

The proposal already implemented for the New Secondary School (EM) now has its curriculum guided by the BNCC, instituted by Law 13.415/17 that modified the LDB, presents a curriculum where subjects are offered in five areas of knowledge and is based on constructive skills and abilities, promoting a superficial and mainly technical education. In this curricular format, the discipline of Biology and its main contents, such as Microbiology, are non-existent or promoted in a frivolous and useless way. In view of this, the general objective of this work is to develop paradidactic material for the teaching of Microbiology in the 3rd year of the EM, having as content the fungi of the genus *Trichoderma*, promoting an articulation between the areas of Biological Classification, Scientific Nomenclature, Biology, Biochemistry, Ecology, Molecular Biology and Biotechnology, which are also part of the main contents of Biology, using a Research Teaching Sequence (SEI) as a methodology. The production of this material responds to the research question that questions the existence of the possibility of valuing the teaching of biology through the proposition of a paradidactic material that prioritizes the teaching of contents, in opposition to the demands of the labor market and brings the conclusion that the paradidactic material produced offers the professor theoretical subsidies that deepen knowledge and promote an overcoming of the absence of the discipline of Biology in the new proposed curriculum, based on the teaching of Microbiology contents and other contents that are related to the study of the fungus of the genus *Trichoderma*.

Key words: High School Reform; BNCC; Science Teaching; Teaching Resource; Paradidactic Material.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|--|
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| CNE | Conselho Nacional de Educação ‘ |
| CNT | Ciências da Natureza e suas Tecnologias |
| DCNEM | Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio |
| DCNEP | Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico |
| E I | Ensino por Investigação |
| EM | Ensino Médio |
| ENEM | Exame Nacional do Ensino Médio |
| IDEB | Índice de Desenvolvimento da Educação Básica |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases |
| MEC | Ministério da Educação |
| MPV | Medida Provisória |
| PCNEM | Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio |
| PDE | Plano de Desenvolvimento da Educação |
| PL | Projeto de Lei |
| PNE | Plano Nacional da Educação |
| ProEMI | Programa Ensino Médio Inovador |
| PRONATEC | Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico |
| UNICEF | Fundo das Nações Unidas para Infância |
| SEI | Sequência de Ensino por Investigação |

SUMÁRIO

| | | |
|---|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| | 2.1 Entendendo o Novo Ensino Médio: percurso histórico | 14 |
| | 2.2 O que a reforma e a BNCC mudam no Ensino Médio e no Ensino de Biologia? | 20 |
| | 2.3 A importância da superação da ausência dos conteúdos inerentes a Biologia no Novo Ensino Médio | 27 |
| | 2.4 A Microbiologia no Ensino Médio: ensino de fungos | 29 |
| 3 | METODOLOGIA | 33 |
| | 3.1 Tipo de Pesquisa | 33 |
| | 3.2 Desenvolvimento do material paradidático para o Ensino de Biologia .. | 33 |
| | 3.3 Referencial teórico metodológico adotado: Ensino de Ciências por Investigação | 34 |
| 4 | RESULTADO E ANÁLISE | 36 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 40 |
| | REFERÊNCIAS..... | 41 |
| | APÊNDICE | 50 |

1 INTRODUÇÃO

Minha paixão pela Biologia se iniciou no terceiro ano do Ensino Médio e foi quando decidi cursar Ciências Biológicas. Ingressei na Universidade Federal do Tocantins, campus Porto Nacional, no curso de Ciências Biológicas – Licenciatura no ano de 2018. Nesse percurso, os conteúdos que mais chamaram a minha atenção e despertaram curiosidade e vontade de aprofundar meus conhecimentos foi a Microbiologia. Também fui bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), onde tive o primeiro contato com a escola, como professora em formação, em uma Escola Família Agrícola, conhecendo uma realidade e rotina de estudo diferente das escolas em que estudei. Também fui bolsista do Programa Residência Pedagógica, onde tive minhas primeiras experiências em sala de aula de forma presencial, que aconteceram depois da pandemia de COVID-19.

Neste cenário, passou a ser implementado o Novo Ensino Médio, com realização obrigatória pelas escolas que oferecem essa etapa de ensino. No novo modelo curricular para o Ensino Médio (EM) a disciplina de Biologia e os seus conteúdos primordiais para a alfabetização científica e para a formação de alunos como indivíduos críticos e sociais não são contemplados da forma que deveriam, por isso esse trabalho se dedica a esclarecer a importância desses conteúdos e propor alternativas que se opõem a esta exclusão, já que Ensino de Ciências e Biologia é fundamental para a formação de cidadãos que saibam se posicionar em relação a questões ambientais, sociais e políticas (DUSO; FONSECA, 2019). Essa formação se dá quando existe um alinhamento entre os conhecimentos científicos e tecnológicos promovidos pela escola, que é uma instituição que contribui para a organização de uma sociedade mais justa.

As mudanças pelas o EM vem passando em sua metodologia e no seu currículo de ensino, evidenciam os debates constantes a respeito da definição de suas finalidades. Segundo Castro (2009), o EM é uma etapa em que o número de alunos cresce cada vez mais, e para os quais ela não está preparada (CASTRO, 2009).

A mais recente mudança pela qual o EM passou foi a reforma, instituída pela Lei 13.415/17 decorrente da Medida Provisória 746/16, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e estabelece que o EM será formado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e por itinerários formativos pautados no ensino de competências e habilidades, em que as únicas áreas de conhecimento que devem ser obrigatoriamente ofertadas são ‘Linguagens e suas Tecnologias’ e ‘Matemática e suas Tecnologias’. A disciplina de Biologia é incluída dentro

da área de conhecimento ‘Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT)’ junto das disciplinas de Física e Química, e não precisa, obrigatoriamente, ser ofertada pela escola, nem escolhida pelos alunos.

A partir do exposto duas observações interessantes podem ser feitas, a primeira é que essa área de conhecimento tem oferta (pela escola) e escolha (pelos alunos) opcionais e a segunda é que dentro desta grande área, os conteúdos de Biologia são negligenciados. Costa *et al* (2021), observaram que o termo “Biologia” aparece uma única vez – na descrição do campo, como sendo integrada a Física e Química – em todo o item da BNCC destinado a descrever a área de CNT (COSTA *et al.*, 2021). A partir dessas observações, conclui-se a inexistência da disciplina de Biologia no currículo do novo EM.

Nessa perspectiva, levando em consideração a proposta já implementada do Novo Ensino Médio onde a disciplina de Biologia é inexistente, esse trabalho reúne a partir do estudo de revistas e eventos relacionados ao Ensino de Ciências e Biologia, o histórico de mudanças pelas quais essa modalidade de ensino já passou, analisando as perspectivas dessa reforma para a disciplina de Biologia e tem intuito de propor alternativas para superar essa exclusão e valorizar o ensino desta disciplina através de metodologias opostas ao novo currículo de ensino.

Sob estes pontos de vista, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um material paradidático para o ensino de Microbiologia no 3º ano do EM, tendo como conteúdo os fungos do gênero *Trichoderma*, promovendo uma articulação entre as áreas de Classificação Biológica, Nomenclatura Científica, Biologia Celular, Bioquímica, Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia, que também fazem parte dos conteúdos primordiais da Biologia, tendo como metodologia uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI).

Os objetivos específicos da pesquisa são: (1) Estabelecer o contexto histórico mediante a evolução e a importância do Ensino Médio no Brasil; (2) apresentar as implicações da reforma e da BNCC para o EM e especialmente para o ensino de Biologia; (3) discutir a ausência do ensino de Microbiologia no currículo da proposta do “novo Ensino Médio” e trazer as possibilidades de superação para trabalhar esses conteúdos destacando a importância do mesmo para a formação do aluno.

Partindo do que é observado nos documentos curriculares orientadores do Ensino Médio atual, e levando em consideração a proposta já implementada do Novo Ensino Médio em que a disciplina de Biologia é inexistente, a presente pesquisa busca responder ao seguinte problema: *existe possibilidade de valorizar o ensino de biologia por meio da proposição de um material*

paradidático que prioriza o ensino de conteúdos, em oposição as demandas para o mercado de trabalho?

Mediante a esse problema, a proposta do Novo Ensino Médio e o esvaziamento de conteúdos da disciplina de Biologia, surge a hipótese de que a proposição de um material paradidático distinto do que é posto nos documentos curriculares oficiais, que utiliza a Sequência de Ensino por Investigação como metodologia de ensino e que propõe o ensino de Microbiologia a partir do uso do fungo do gênero *Trichoderma* como conteúdo de ensino, pode superar a ausência deste e de conteúdos que se relacionam com ele, que deveriam, mas não aparecem como propostas de ensino pelas habilidades e competências da BNCC.

Para isso, as próximas seções deste trabalho, subdivididas em referencial teórico, trazendo em seus subtópicos: (2.1) discussões acerca do percurso histórico do EM no Brasil; (2.2) as implicações da reforma e da BNCC para o EM e para o ensino de Biologia; (2.3) a importância da superação da ausência dos conteúdos inerentes a Biologia no novo EM e; (2.4) como o ensino de Microbiologia a partir do conteúdo sobre fungos podem ser um caminho para que essa ausência seja sanada. Na seção subsequente, é caracterizada a metodologia seguida durante a revisão bibliográfica e a produção do material paradidático produzido. Na sequência, a elaboração do material é apresentada e discutida reportando-se ao referencial teórico, e por fim, no Apêndice, o trabalho apresenta o material paradidático produzido pela autora.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Entendendo o Novo Ensino Médio: percurso histórico

O Ensino Médio (EM), de acordo com Mesquita e Lelis (2015), é compreendido como a etapa final da Educação Básica e é destinada aos adolescentes de 15 (quinze) à 17 (dezessete) anos de idade. Esta modalidade de ensino é ofertada de forma gratuita, inclusive para os que não tiveram acesso a ele na idade própria. Ainda de acordo com os autores, o EM foi implantado no Brasil com o objetivo de preparar os jovens para o Ensino Superior (MESQUITA; LELIS, 2015). Tal afirmação, somando-se com a primeira, que o intitula como etapa final da Educação Básica, impõe sobre ele, de acordo com Kuenzer (2011), o desafio e a dualidade de ser ao mesmo tempo, final – da educação básica – e introdutório – da educação superior.

A respeito das funções do EM, Cury (1998), identifica que há uma alternância entre três funções que o regem desde sua criação: a formativa, a preparatória e a profissionalizante. Isso é evidenciado no Art. 2º, da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 – Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 1996, Art. 2º), que afirma que “o objetivo da educação [...] é o desenvolvimento integral do aluno em preparação para o exercício da cidadania – função formativa e preparatória – e qualificação para o trabalho – função profissionalizante” (BRASIL, 1996, Art. 2º). Porém, cada uma dessas funções possui pesos diferentes. Um ano depois da publicação da LDB, foi lançado o Decreto nº 2.208/97, que impossibilitava a integração entre o EM e o ensino profissionalizante, obscurecendo um dos princípios que a LDB estabelece para a educação escolar básica.

A bem da verdade, desde a aprovação da LDB em 1996, (Lei nº9394/96) o EM vem passando por intensas disputas para a definição de suas finalidades (SILVA, 2018). No ano de 1998, um ano depois do lançamento do Decreto nº 2.208/97, foram lançados a resolução CEB nº 3, de 26 de junho de 1998, instituindo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), estabelecendo em seu Artigo 1º que,

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio – DCNEM, estabelecidas nesta Resolução, se constituem num conjunto de definições doutrinárias sobre princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização pedagógica e curricular de cada unidade escolar integrante dos diversos sistemas de ensino, em atendimento ao que manda a lei, tendo em vista vincular a educação com o mundo do trabalho e a prática social, consolidando a preparação para o exercício da cidadania e propiciando preparação básica para o trabalho. (DCNEM, 1998, Art. 1º, p. 1).

Em síntese, o decreto vincula o currículo do EM às necessidades do mercado de trabalho e do setor produtivo, e propõe um conjunto de cenários contextualizados visando o desenvolvimento de competências e habilidades como parte do componente curricular (RAMOS, 2011).

Pouco tempo depois, entre os anos de 1999 e 2000, o Ministério da Educação (MEC) publica os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), com o objetivo de orientar os educadores prescrevendo alguns aspectos básicos relacionados a cada disciplina. O documento foi escrito durante meses e organizado por áreas, definindo as competências e habilidades, propostas pelas DCNEM, para cada área/disciplina. Nesse mesmo período, o MEC também emitiu o Parecer CNE/CEB nº 16/99, trazendo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico (DCNEP) (SILVA, 2018;).

Em meio ao exposto, os princípios da LDB não estavam sendo cumpridos. Então, com a proposta de resgatar tais elementos, os anos 2000 foram marcados por políticas que defendiam um EM de importância estratégica para a sociedade, com uma fundamentação científica e profissionalizante que permitisse, de acordo com o documento, uma formação integral e transformadora (MESQUITA; LELIS, 2015).

Portanto, um dos marcos dessa luta foi a derrubada, no ano de 2004, do Decreto nº 2.208/97 e sua substituição pelo Decreto nº 5.154/2004, vigente até os dias de hoje, que abre possibilidades para que as escolas médias do país integrem o EM e a educação profissionalizante. Mas essa integração ficou a critério das escolas, que em sua maioria não realizou, primeiro porque essa modalidade de ensino não é tida como prioridade nas escolas e segundo, porque mesmo que tomassem iniciativas para sua implementação, se deparariam com problemas como a falta de profissionais habilitados, falta de infraestrutura e de equipamentos específicos (MELO; DUARTE, 2011).

No ano de 2009, ainda na luta pelo estabelecimento de um EM que se encaixe na definição da LDB e tenha melhoria significativa em sua qualidade, foi instituído o Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI) (BRASIL, 2009), propondo ações voltadas para o desenvolvimento do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), visando uma reforma no EM, integrando esse a Educação Profissional Técnica, assunto que já vinha sendo proposto nos anos anteriores, mas que foi amplamente discutido apenas no ano de 2011, quando o governo federal apresentou o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico (PRONATEC), a partir

da Lei nº 12.513/11, oferecendo bolsas de estudo para que alunos de escolas públicas realizassem cursos técnicos em escolas particulares (SILVA, 2018).

Diante desse programa, a discussão sobre a concepção e identidade do ensino secundário volta a dominar e traz uma série de indefinições sobre o destino do EM integrado e a defesa por uma formação integral dos jovens (MESQUITA; LELIS, 2015). Para esse mesmo ano, 2011, foi proposto também o novo Plano Nacional da Educação - 2011-2020 (PNE), e em suas metas são identificadas perspectivas de universalização para o EM.

Um ano após a atualização do PNE, com a mudança de governo e a lembrança da invalidação, ainda no ano de 2004, do Decreto nº 2.208/97, inicia-se o debate sobre a necessidade de novas diretrizes curriculares, para o EM e para a Educação Profissional, unindo as duas modalidades. A partir daí, as novas DCNEM (BRASIL, 2012) foram lançadas, apresentando pressupostos relacionados à proposta do EM integrado e ao Programa Ensino Médio Inovador (MESQUITA; LELIS, 2015), com ênfase na formação integral do aluno, mesclando o EM ao ensino técnico-profissionalizante e a proposta de ampliação da carga horária mínima dessa modalidade de ensino. Também foi citado no documento, a importância do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que teve sua primeira edição no ano de 1998, e sua relevância atual como uma avaliação que certifica e classifica o aluno para que tenha acesso ao ensino superior nas mais diversas cidades do país (BRASI, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2015).

A partir da publicação das novas DCNEM, com a necessidade de planejar cuidadosamente a reformulação do EM, houve a modificação da LDB em diversas seções. Um dos artigos modificados foi o Art. 24, que anteriormente previa uma carga horária mínima de 800 horas ao ano para as duas etapas da educação, e a partir da aprovação desse Projeto de Lei (PL), passa então a exigir, com exceção do exame final, a carga horária mínima para o ensino fundamental de 800 horas ao ano, e a carga horária mínima para o EM de 1.400 horas ao ano (PL nº 6.840-A/13), que é a carga horária anual mínima exigida até o presente momento.

Em conclusão a este breve resumo e levando em consideração o que Kospel *et al* (2020) propõem a respeito das reformas educacionais, observa-se que, desde a década de 1990, no que diz respeito as políticas neoliberais, o foco dessa reforma tem se concentrado lógica econômica para a educação, resultando no abandono do compromisso com o ensino de qualidade nas instituições públicas.

O estabelecimento dos PCNEM, no ano de 2000 reafirmam que o EM deve ter a característica da terminalidade, colaborando para a construção da identidade do aluno (PCNEM, 2000). O documento publicado leva em consideração o Art. 35 da LDB, que determina que,

[...] O Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidade : I - a consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; III - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996, p. 25).

A referida passagem, citada no PCNEM, estabelece um perfil de saída do aluno que ingressou no EM. As considerações do documento, feitas ainda no ano de 2000, indicam uma suposta necessidade da construção de organizações curriculares alternativas, que sejam comprometidas com o “novo significado do trabalho” e o “foco no sujeito ativo” que irá se apropriar desses conhecimentos, “se atualizando no mundo do trabalho e na prática social” (PCNEM, 2000).

Porém, de acordo com Koespel *et al* (2020), o estabelecimento do referido padrão de saída do aluno, promove uma tendência minimalista, na qual se eleva a importância apenas do que vai ser útil na vida profissional do aluno, excluindo o que não vai lhe garantir a produtividade profissional exigida no processo de formação de “novos” trabalhadores dos ideais neoliberais, que consideram importante apenas o que é socialmente útil e o que vai de acordo com as demandas.

Um ponto a se levar em consideração na formulação desse contexto histórico, é que nos anos de 1996 e 2000, a educação se tornou mais acessível, e com isso, houve uma explosão de matrículas no EM (ZIBAS, 2005). A partir daí, alguns autores (ZIBAS, 2005; KUENZER, 2009; KRAWCZYK, 2009; CASTRO, 2009), avaliando o EM seu currículo e funcionalidade, passam a pontuar alguns problemas dessa etapa de ensino.

Zibas (2005) aponta que essa explosão possibilitou a entrada de um grupo mais heterogêneo, constituída de jovens de todos os setores, principalmente dos mais populares, com pais que tiveram nenhum ou pouco contato com a escola, e esses passaram então a ser o grande foco do EM. Porém, esse grupo heterogêneo de alunos deixou evidente e reforçou as críticas

aos conteúdos ministrados, que eram enciclopédicos, descontextualizados e traçados por métodos tradicionais de ensino/aprendizagem.

Segundo Kuenzer (2009) a maioria dos jovens chega à escola sem motivação e sem reconhecer a legitimidade social dos diplomas, não encontrando, na maioria das vezes, significado no conteúdo ensinado. Para a autora, essa é uma geração de jovens que dependem do trabalho para viver, mas a escola ainda não se preparou para acolhê-los e ajudá-los em seu desenvolvimento.

Krawczyk (2009), descreve o comportamento dos jovens durante a permanência nessa etapa de ensino:

No primeiro ano, os jovens se sentem orgulhosos porque, em certa medida, superaram o grau de escolaridade de seus pais. No segundo ano, começa o desencanto, principalmente pelo fato de ter que enfrentar as dificuldades do processo de ensino-aprendizagem, enquanto as amizades e a sociabilidade entre os pares passam a ser mais importantes. No terceiro momento, a proximidade de um novo ciclo de vida fica mais evidente, e os alunos se confrontam com um universo de possibilidades bastante frustrante: o ingresso à universidade não se configura como uma possibilidade para a maioria dos estudantes e o desejo de trabalhar e/ou melhorar a vida profissional também se torna uma experiência muito difícil de ser concretizada. (KRAWCZYK, 2009, p. 29).

Atualmente, para Castro (2009), o EM continua sendo ponto de encontro de muitas incoerências, descontextualizações e métodos tradicionais. É uma etapa da Educação Básica que recebe uma diversidade crescente de alunos, mas que não sabe o que fazer com eles. De acordo com o autor, o problema principal do EM advém da baixa qualidade da educação básica que faz com que os alunos ingressem no EM com graves dificuldades de aprendizagem e sem uma matriz curricular adaptada para um melhor estudo e aprendizado. O tempo de estudo é curto, precário e o ensino está desconectado da vida real e profissional dos alunos.

Levando em consideração a seriedade dos problemas relacionados, a forma encontrada para resolvê-los, de acordo com Carnio e Neves (2019), não passa de uma imensa falcatura. A reforma do EM, foi proposta entre os anos de 2014 e 2016, quando o Brasil passou por muitas divergências políticas, que acarretaram a mudança presidencial. Depois do processo de *impeachment* de Dilma Rousseff (PT), Michel Temer (PMDB) assumiu a Presidência da República e seu primeiro ato como presidente foi a publicação da Medida Provisória (MPV) 746/16, que fala sobre a Reforma do EM (SILVA, 2018).

Segundo o Art. 62. da Constituição Federal de 1988, uma MPV é uma iniciativa exclusiva do Presidente da República que tem força de lei e efeitos desde sua publicação e pode ser adotada em casos de urgência e relevância que é submetida ao Congresso Nacional apenas depois de lançada (BRASIL, 1998). Koespel *et al.* (2020), pontuam que essa medida tem sido fortemente questionada e rejeitada por inúmeros brasileiros, primeiro porque entendem que este encaminhamento é inapropriado para uma alteração curricular e segundo, por que não tiveram a oportunidade de discuti-la, mesmo vivendo em uma sociedade considerada democrática.

Quando questionados em uma mesa redonda promovida pela Universidade Regional de Blumenau (FURB) com temática concentrada nas “Novas Orientações Curriculares para a Educação Básica e os Impactos para as Licenciaturas”, futuros professores e professores já atuantes refletiram sobre ‘Qual a real necessidade de um currículo nacional comum? E por que está se implantando um currículo base, sem ampla participação da sociedade, principalmente dos professores e comunidades escolares?’. Essa reflexão, proposta pelo mediador da mesa Tiago Venturi, trouxeram a ele algumas impressões e ao relatar sua experiência, ele cita que foi “contaminado pela angústia dos participantes, pois apesar da justificativa da base ser a ‘garantia dos direitos de aprendizagem dos brasileiros’, os professores que atuam nas escolas consideram que já desenvolvem tal trabalho e não foram consultados acerca de uma nova proposta”, e que além disso, “percebeu a tristeza em suas considerações, tendo em vista que a nova política educacional parece acusá-los de fazerem seu trabalho de forma ineficiente e ineficaz” (VENTURI; PEREIRA, 2021, p. 4058).

Na Exposição de Motivos apresentados, para a apreciação da MPV 746/2016, ao Presidente da República estão a alegação de: “um descompasso entre os objetivos propostos por esta etapa e o jovem que ela efetivamente forma” (BRASIL, 2016, p. 1, nº 1); a alegação de que “a legislação vigente obriga o aluno a cursar treze disciplinas” (BRASIL, 2016, p. 1, nº 3); “péssimos resultados educacionais” (BRASIL, 2016, p. 1, nº 7); destaca que problemas são “reflexo de um modelo prejudicial que não favorece a aprendizagem e induz os estudantes a não desenvolverem suas habilidades e competências” (BRASIL, 2016, nº 13, p. 2); afirmando que a proposta está de acordo com “[...] às recomendações do Banco Mundial e do Fundo das Nações Unidas para Infância – Unicef” (BRASIL, 2016, p. 2, nº 18; BRASIL, 2016).

Fazendo um breve comentário a respeito da última afirmação citada, Libâneo (2016), realizou estudos que permitem dizer que o currículo guiado por sugestões de organizações internacionais é “instrumental” e “orientado por resultados imediatistas”, transparecendo a ideia de que

[...] tudo o que importa seria estabelecer níveis desejáveis de aquisição de conhecimentos, ou seja, uma lista de competências e um sistema de avaliação de desempenho que comprove aprendizagem, no sentido de formar sujeitos produtivos visando a empregabilidade imediata (LIBÂNEO, 2016, p. 48).

Neste sentido, o autor lembra para o fato de que professores, formação docente e escolas perdem espaço e suas funções sociais são intencionalmente mudadas, aumentando ainda mais a dualidade da escola e da sociedade (LIBÂNEO, 2016). Originalmente destinado a ser uma instituição de formação para a cultura geral, cidadania e preparação para a vida, a escola passou a focar na aquisição de mais conhecimentos práticos e habilidades necessárias para a vida profissional (CÁSSIO; ZAJAC, 2019).

Essas e outras polêmicas envolveram a proposta, mas em fevereiro de 2017, o Congresso Nacional aprovou, originada da MPV 746/16, a Lei 13.415/17, que altera a LDB e em seu Artigo 36 passa a deliberar que,

Art. 36. O currículo do Ensino Médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

I - linguagens e suas tecnologias;

II - matemática e suas tecnologias;

III - ciências da natureza e suas tecnologias;

IV - ciências humanas e sociais aplicadas;

V - formação técnica e profissional. (BRASIL, 1996, Art. 36.).

Vale ressaltar que em fevereiro de 2017, quando a Lei 13.415/17 foi aprovada, apenas a BNCC para as etapas da Educação Infantil e Ensino Fundamental estavam prontas. A BNCC para a etapa do EM com a estrutura e orientações para a elaboração de itinerários formativos só foi publicada no final do ano de 2018, com o argumento de que a elaboração dos componentes curriculares para a Reforma do EM levaria mais tempo (CÁSSIO; ZAJAC, 2019).

2.2 O que a reforma e a BNCC mudam no Ensino Médio e no Ensino de Biologia?

A BNCC, considerada hoje uma das mais importantes políticas educacionais do Brasil, é, conforme Resolução nº 2/2017 do Conselho Nacional de Educação (CNE), o documento que normatiza um novo currículo a ser implantado no país (BRASIL, 2017), e tem como suposta

intenção corrigir as distorções educacionais e a baixa qualidade do ensino (VENTURI; PEREIRA, 2021). O documento publicado se relaciona diretamente com a reforma proposta para o EM, e por isso, traz muitas reflexões e discussões (CÁSSIO; ZAJAC, 2019; KOESPEL *et al.*, 2019).

Retomando a análise da Exposição de Motivos para a apreciação da MPV que deu origem a Lei 13.415/17, depois de mencionar longamente os problemas dessa etapa de ensino, o documento relaciona os objetivos almejados pela proposta, sendo eles:

23. [...] ofertar um Ensino Médio atrativo para o jovem, além da liberdade de escolher seus itinerários, de acordo com seus projetos de vida, e prevê a certificação dos conteúdos cursados de maneira a possibilitar o aproveitamento contínuo de estudos e os prosseguimentos dos estudos em nível superior e demais cursos ou formações para os quais a conclusão do Ensino Médio seja obrigatória.

24. [...] reduzindo as taxas de abandono e aumentando os resultados de proficiência. (BRASIL, 2016, p. 3).

Sobre a construção da BNCC – EM documento orientador curricular para essa etapa de ensino, que contempla os objetivos elencados na MPV 746/16, cabe pontuar que, quando o texto foi encaminhado do MEC ao Conselho Nacional de Educação (CNE), foram programados por este, cinco audiências públicas com o objetivo de colher contribuições para a elaboração da Base Nacional Comum Curricular – EM (BRASIL, 2018, Art. 3º).

Sobre as audiências públicas realizadas, Koespel *et al* (2020), comentam que:

A primeira audiência ocorreu em 11 de maio de 2018, em Florianópolis, e contou com ampla representação de segmentos da educação, majoritariamente contrários à reforma e ao texto da BNCC. A segunda audiência, agendada para 8 de junho de 2018, foi suspensa em decorrência de protestos contra a reforma do Ensino Médio. No dia 29 de julho de 2018, o conselheiro Callegari, que coordenou os trabalhos da Comissão que aprovou a BNCC do ensino fundamental e que coordenava a Comissão da BNCC do Ensino Médio, publica uma Carta aos conselheiros do Conselho Nacional de Educação, na qual anuncia e justifica a sua saída da presidência da Comissão. (KOESPEL *et al.*, 2020).

De acordo com Carnio e Neves (2019), é possível notar que as claras inconsistências do programa, das propostas e de seus apoiadores escapam da administração total e fazem denunciar graves em relação ao que foi proposto (CARNIO; NEVES, 2019).

Na carta publicada, Callegari (2018, p. 2) comenta que a BNCC não pode ser discutida separada da Lei nº 13.415/17, decorrente da MPV 746/16, ressaltando que as duas estão

intimamente relacionadas. Ele cita que “Problemas da Lei contaminam a BNCC. Problemas da Base incidirão sobre a Lei” e que a BNCC, ao invés de superar os problemas contidos na lei, “aprofunda-os” (CALLEGARI, 2018). Koespel *et al.* (2017), destacam que Callegari juntou-se às vozes daqueles que denunciaram consistentemente as tentativas de desmonte a educação pública no Brasil, a partir da promessa tentadora do MEC a respeito de qualidade e liberdade de escolha. (KOESPEL *et al.*, 2017).

Como analisam Silva *et al.* (2018), apesar de o assunto causar alvoroço, como manifestações e protestos contrários à proposta, “o governo fechou os olhos para as reivindicações”, e documento final da MPV, a BNCC, foi publicada, instituindo, segundo os autores, um “audacioso redesenho da estrutura curricular” (SILVA *et al.*, 2018, p. 5598).

O Art. 35-A. da LDB foi acrescentado justamente pela Lei nº 13.415/17, e delibera que,

Art. 35-A. A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do Ensino Médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento:

- I - linguagens e suas tecnologias;
- II - matemática e suas tecnologias;
- III - ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV - ciências humanas e sociais aplicadas.

§ 1º A organização das áreas de que trata o caput e das respectivas competências e habilidades será feita de acordo com critérios estabelecidos em cada sistema de ensino. (BRASIL, 1996, Art. 35-A).

Este e o Art. 36. da referida lei, são a base da BNCC, que os leva em consideração quando define os conteúdos que serão desenvolvidos, a partir das competências e habilidades, e os “direitos de aprendizagem” (VENTURI; PEREIRA, 2021).

A respeito da BNCC e levando em consideração os artigos citados, serão feitos uma série de comentários, começando pelo currículo de ensino que ela estabelece, pautado em competências e habilidades, que não é exatamente novo (CASSIO; ZAJAC, 2019). A Pedagogia das Competências, como é conhecida, já havia sido proposta na década de 1990, pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), como vimos no item 2.1 deste trabalho. O documento esclarece que “[...] ao adotar esse enfoque, a BNCC indica que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências, por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” e acima de tudo, do que devem “saber fazer”.” (BRASIL, 2018, p. 13).

Evidenciando o ideal de construir um currículo homogêneo e que anda lado a lado com as demandas do mercado (SILVA *et al.*, 2021), o que indica uma retórica neoliberal em relação ao papel estratégico da educação, que de acordo com Murrach (1996), tem como objetivos:

1. Atrelar a educação escolar à preparação para o trabalho e a pesquisa acadêmica ao imperativo do mercado ou às necessidades da livre iniciativa. Assegurar que o mundo empresarial tem interesse na educação porque deseja uma força de trabalho qualificada, apta para a competição no mercado nacional e internacional. [...]
2. Tornar a escola um meio de transmissão dos seus princípios doutrinários. O que está em questão é a adequação da escola à ideologia dominante. [...]
3. Fazer da escola um mercado para os produtos da indústria cultural e da informática, o que, aliás, é coerente com idéia de fazer a escola funcionar de forma semelhante ao mercado, mas é contraditório porque, enquanto, no discurso, os neoliberais condenam a participação direta do Estado no financiamento da educação, na prática, não hesitam em aproveitar os subsídios estatais para divulgar seus produtos didáticos e paradidáticos no mercado escolar. (MARRACH, 1996, p. 46-48).

Partindo para os itinerários formativos, citados no Art. 36. da LDB como componentes do currículo do novo EM (BRASIL, 2017, Art. 36), a BNCC descreve apenas que esse termo diz respeito ao aprofundamento em uma ou mais áreas curriculares, e que remete a itinerários da formação técnica profissional (BRASIL, 2018), mas não deixa claro o que são e como devem ser desenvolvidos. Silva *et al.* (2019), afirmam que “o exame do texto mostra que não há qualquer indicação do que são esses itinerários” (SILVA *et al.*, 2019).

Para sanar a falta de uma estrutura padrão, é propagado no decorrer do documento que:

Os sistemas de ensino e as escolas devem construir seus currículos e suas propostas pedagógicas, considerando as características de sua região, as culturas locais, as necessidades de formação e as demandas e aspirações dos estudantes. Nesse contexto, os itinerários formativos, previstos em lei, devem ser reconhecidos como estratégicos para a flexibilização da organização curricular do Ensino Médio, possibilitando opções de escolha aos estudantes.

[...] a flexibilidade deve ser tomada como princípio obrigatório pelos sistemas e escolas de todo o País, asseguradas as competências e habilidades definidas na BNCC do Ensino Médio, que representam o perfil de saída dos estudantes dessa etapa de ensino. Cabe aos sistemas e às escolas adotar a organização curricular que melhor responda aos seus contextos e suas condições: áreas, interáreas, componentes, projetos, centros de interesse etc. (BRASIL, 2018, p. 471).

Para Koespel *et al.* (2020), a ideia de liberdade e flexibilidade proposta na Lei nº 13.415/17 e propagada em toda a BNCC, nasce morta, já que, como vimos, a oferta dos

itinerários formativos vai de acordo com as possibilidades de cada escola, levando em consideração seu contexto e condições, ou seja, a “escolha” ou o “projeto de vida” de cada aluno terá que se acomodar ao que cada sistema dispuser para a elaboração de itinerários. (BRASIL, 2018), (KOESPEL *et al.*, 2020).

Um ponto preocupante é em relação a quem poderá ministrar os conteúdos dos itinerários formativos. A Lei 13.415/17 inclui o inciso IV no Art. 61. da LDB, estabelecendo que profissionais com “notório saber” serão reconhecidos como profissionais da educação escolar básica, e poderão ministrar aulas na formação técnica (BRASIL, 1996, Art. 61.). A respeito disso, Pinheiro *et al.* (2020) acreditam que

[...] essa mudança seja um passo para a precarização do ensino, especialmente em áreas nas quais lecionar já não é a primeira opção das/dos profissionais e não há uma busca pela licenciatura para tal, enfatizando, mais uma vez, que “dar aula qualquer um sabe”, ignorando todo o caminho de estudos que docentes licenciados passam para serem qualificados a ensinar [...]. O “notório saber” remete a uma concepção pedagógica na qual compreende-se que basta saber um referido conteúdo para dar aulas. Nesta perspectiva não se leva em consideração que ser professora/professor é uma atividade laboral que se coloca para além da mera socialização de conhecimentos: trata-se de uma mediação no processo de formação humana (PINHEIRO *et al.*, 2020, p. 254)

Assim como pontuam Macedo (2015), Santos (2017) e Koespel *et al.* (2020), o novo EM pretendido pela relação entre a Lei 13.415/17 e a BNCC tem seus fundamentos nas promessas de valorização do protagonismo juvenil e na flexibilização curricular, que para eles, tem o papel de implementar perspectivas formativas instrumentais e antiquadas que esvaziam as opções formativas oferecidas pela escola aos alunos e tornam o ensino exclusivamente técnico, de baixa qualidade e coerente com a visão neoliberal da sociedade (KOESPEL, *et al.*, 2020; MACEDO, 2015; SANTOS, 2017).

Complementando o que os referidos autores pontuam, Liporini (2020), afirma que

[...] um documento que aceita e respeita os itinerários formativos abre prerrogativas para vislumbrar o ensino de conteúdos utilitaristas e cotidianos, pois partem da premissa de que somente o utilizável pelo estudante é o ensinável pelo professor [...] (LIPORINI, 2020, p. 128).

A respeito dos conteúdos obrigatórios no novo modelo de currículo, citadas nos parágrafos 2º, 3º e 4º do Art. 35-A. da LDB, temos que,

§ 2º A Base Nacional Comum Curricular referente ao Ensino Médio incluirá obrigatoriamente estudos e práticas de educação física, arte, sociologia e filosofia.

§ 3º O ensino da língua portuguesa e da matemática será obrigatório nos três anos do Ensino Médio, assegurada às comunidades indígenas, também, a utilização das respectivas línguas maternas.

§ 4º Os currículos do Ensino Médio incluirão, obrigatoriamente, o estudo da língua inglesa e poderão ofertar outras línguas estrangeiras, em caráter optativo, preferencialmente o espanhol, de acordo com a disponibilidade de oferta, locais e horários definidos pelos sistemas de ensino. (BRASIL, 2017, Art. 35-A).

Enfocando a disciplina de Biologia, esta deve ser introduzida dentro de sua área correspondente: Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), que abrange também as disciplinas de Física e Química. Contudo como ficará a cargo do aluno “escolher” a área que quer se especializar, os conhecimentos correspondentes a essas três disciplinas, que estão integradas, podem ser perdidos por eles, caso não escolham essa área de conhecimento (ESQUINSANI, 2017).

O Parecer CNE/CP nº 11/2009, citado na BNCC, relata sobre essa organização curricular, e sobre esse parecer existem algumas considerações a fazer. Ele informa que essa organização

[...] não exclui necessariamente as disciplinas [...], mas, sim, implica o fortalecimento das relações entre elas e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade [...] (Parecer CNE/CP nº 11/2009, p. 8).

A primeira consideração a ser feita é em relação a integração entre áreas de conhecimento, limitando os comentários a disciplina de Biologia, dentro da grande área de conhecimento CNT que abrange também outras duas disciplinas. Segundo Liporini (2020), essa é uma estratégia que já vem sendo colocada em prática, historicamente, tanto em currículos nacionais como estaduais. A diferença é que esses conteúdos, mesmo estando integrados, geralmente tem suas especificidades respeitadas e temas/conteúdos trabalhados separadamente (LIPORINI, 2020).

Mas, ainda segundo a autora, o enfoque que a BNCC traz para a aquisição de competências e habilidades por parte do aluno, focando no acúmulo de conhecimentos práticos, faz com que o ensino dos conteúdos de Biologia fique em segundo plano. Dentro da grande área de conhecimento CNT indicada pela BNCC, “[...] o critério de escolha dos conteúdos a

serem ensinados relaciona-se com o cotidiano do estudante ao invés de ter suas referências nas ciências de origem” (LIPORINI, 2020, p. 164).

A BNCC indica apenas três competências específicas para a área de conhecimento CNT, sendo elas:

1. 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.
2. 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.
3. 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 (BRASIL, 2018, p. 539).

Analisando o excerto, percebe-se uma redução clara das disciplinas de Física, Química e Biologia, componentes da área de CNT a apenas três competências (LIPORINI, 2020; SILTA *et al.*, 2021). Tal prerrogativa gera uma contradição desse documento, que relata o sonho da universalização do conhecimento e que cita o Parecer CNE/CP nº 11/2009, indicando que “não exclui necessariamente as disciplinas” (Parecer CNE/CP nº 11/2009, p. 8), mas que nega muitos conteúdos, prejudicando a aquisição de conhecimentos referentes a disciplina de Biologia e os conhecimentos referentes a ciências, quando integra a Física e Química, enfocando na Pedagogia das Competências (LIPORINI, 2020). Isso não garante a “formação integral do aluno” e permite afirmar que esses se tornarão trabalhadores não críticos e que sofrerão um “esvaziamento” de conhecimentos científicos (LEAL; MEIRELLES, 2021).

A contradição do documento se evidencia ainda mais quando é citado que “a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais” (BRASIL, 2018, p. 549), mas exclui esses componentes quando não os estabelece como importantes ou prioritários, nem nas competências específicas supracitadas, nem nas habilidades listadas para a obtenção dessas competências (SILTA *et al.*, 2021).

Segundo Liporini (2020), a ausência dos conteúdos referentes a disciplina de Biologia, que é minimizada pela BNCC a apenas três competências, traz prejuízos para a educação científica, que por tradição histórica é tratada em seus conteúdos, e implica em uma defesa urgente “da Biologia como ciência e, conseqüentemente, como disciplina escolar [...]”, pois esta “[...] carrega princípios únicos, não podendo estar associada diretamente a outras ciências, entre elas a Química e a Física” (LIPORINI, 2020, p. 170).

2.3 A importância dos conteúdos inerentes a Biologia do novo Ensino Médio para reflexão dos papéis da ciência dentro da sociedade

O ensino da Biologia, cercado por suas vastas especialidades, de acordo com Silva e Maciel (2017), é fundamental para a promoção da alfabetização científica, pois oportuniza o ensino de diversos conteúdos que geram reflexão sobre os papéis da ciência dentro da sociedade (SILVA; MACIEL, 2017). Mas para que isso seja possível, é preciso pensar fora da interdisciplinaridade, pois apesar de a Biologia não ser uma ciência isolada, é uma ciência que possui características que a tornam uma ciência autônoma (LIPORINI, 2020).

Segundo Malanchen *et al.* (2021), o currículo precisa promover o ensino de conteúdo a partir de saberes objetivos, sistematizados e científicos e a escola precisa ser entendida como um ambiente de pesquisa e produção de conhecimento em níveis profundos, não apenas atendendo as demandas produtivas, como visam a Lei 13.415/17 e a BNCC ao propor a Pedagogia das Competências e um currículo vazio de conhecimentos mais complexos (MALANCHEN *et al.*, 2021).

As autoras supracitadas comentam sobre a retirada de determinados conhecimentos da escola, e pontuam que

Ao retirar da escola os conhecimentos mais desenvolvidos, subjaz aos trabalhadores e futuras gerações uma formação que promove o desenvolvimento de uma visão de mundo restrita e incapaz de compreender e analisar de modo aprofundado as contradições existentes no sistema capitalista, chegando até mesmo a não se reconhecerem enquanto classe explorada. Neste cenário, para além da superação dos processos formativos imediatos, a relação entre o sujeito e o processo educativo deve contemplar a socialização dos conhecimentos mais desenvolvidos (MALANCHEN *et al.*, 2021, p. 41).

O excerto citado confirma o que Pinheiro *et al.* (2020), comentam a respeito da importância da formação científica:

Quando a formação científica de uma jovem ou um jovem é limitada, tira-se a oportunidade de formar uma/um possível cientista, uma cidadã ou um cidadão crítico, atuante, capaz de pensar sobre o que a comunidade científica apresenta à sociedade (PINHEIRO *et al.*, 2020, p. 253).

Por isso é importante que os professores de Biologia tenham “domínio de fundamentos que permitam ir além das aparências e do imediatismo pragmático e utilitarista que tantas vezes se fez presente no cotidiano escolar” (MALANCHEN, 2016, p. 174), para que contribuam de forma significativa com a formação dos alunos como indivíduos críticos e sociais (MALANCHEN *et al.*, 2021).

Porém, no novo modelo apresentado para o EM os currículos de ensino não são concebidos da maneira apresentada. Como vimos no decorrer do presente estudo, o currículo no novo EM é “baseado em competências, o foco não é uma aprendizagem crítica promovida mediante reflexões sobre a sociedade atual, mas a simples aquisição de habilidades que serão avaliadas para afirmar ou negar a aquisição da competência pelos estudantes” (BITTENCOURT *et al.*, 2021, p. 3992).

Especificamente para a disciplina escolar Biologia, é urgente sua defesa no sentido da proposição de metodologias, conteúdos e materiais didáticos opostos ao atual modelo de currículo, de modo que estes apresentem um ensino contextualizado, focado na construção de conhecimento e dando a oportunidade pra que o aluno seja um indivíduo participativo, pensante, observador e crítico do seu dia a dia (MOREIRA; SOUZA, 2016).

Para suprir as necessidades de ensino citadas, uma estratégia metodológica proposta para o ensino de Biologia é o uso de Sequencias Didáticas. De acordo com Sousa (2020), diz respeito a uma sequência de aulas ou de atividades que seguem uma lógica de ensino, organizadas a fim de cumprir objetivos de ensino. Para a autora,

Através de uma sequência didática bem formulada, é possível avaliar o percurso de construção do conhecimento como um todo, e não somente o resultado final. O conhecimento é produzido em grupo e espera-se do estudante um olhar crítico, bem como uma atitude ativa, e requer do educador maneiras distintas de avaliar se a atividade realizada foi eficiente, ou não, para o aprendizado dos alunos (SOUSA, 2020, p. 18).

Em complemento a essa estratégia de ensino, comenta-se sobre a metodologia do “ensino baseado em atividades investigativas” (MOREIRA; SOUZA, 2016, p. 2), também denominado Ensino por Investigação (EI). Segundo os mesmos autores,

As atividades propostas nesse método de ensino constituem uma estratégia, entre outras, que o professor pode aproveitar para mudar a dinâmica de suas práticas pedagógicas a fim de atrair a atenção do estudante para questões científicas e proporcionar uma aprendizagem que favoreça o desenvolvimento da autonomia e tomada de decisões. (MOREIRA; SOUZA, 2016, p. 2-3).

Carvalho (2013), complementa o excerto acima quando pontua que o professor deve criar, na sala de aula de Biologia/Ciências, um ambiente investigativo para que o aluno vá aprendendo pouco a pouco a respeito do conteúdo e dos processos da metodologia científica, como a sua linguagem, sua cultura etc. (CARVALHO, 2013). Neste sentido, o “[...] ensino por investigação é uma estratégia didática eficiente e deve integrar as sequências didáticas dos professores de Biologia” (SOUSA, 2020, p. 17).

Em busca de propor as necessárias intervenções e a superação da ausência de conteúdos primordiais da Biologia no novo currículo do EM, vê-se o ensino da Microbiologia como caminho, pois este

“produz um debate filosófico sobre origem e significado da vida, assim como fundamenta saberes práticos da microbiologia na medicina, pecuária, agricultura, engenharia sanitária e na industrialização de alimentos. Estas áreas estão relacionadas com diferentes competências e conhecimentos científico tecnológico como parte essencial da formação cidadã, de modo a promover no estudante atitudes que colaborem para intervenções e julgamentos” (SILVA; MACIEL, 2017, p. 3).

Os autores supracitados comentam ainda que o uso de Sequências Didáticas com abordagem de assuntos referentes a conteúdos de Microbiologia, viabilizam a introdução de variados temas, como “[...] globalização dos microrganismos, Controle Biológico de pragas na agricultura, [...] e o papel dos microrganismos no meio ambiente, na indústria e na saúde” (SILVA; MACIEL, 2017, p. 3), proporcionando, quando integrada ao Ensino por Investigação, a participação ativa dos alunos.

2.4 A Microbiologia no Ensino Médio: o ensino de conteúdos sobre fungos

A Microbiologia, segundo Kimura *et al.* (2013), é a ciência que se ocupa em analisar as funções dos microrganismos, principalmente a respeito de sua relação com os seres humanos, e o meio ambiente (KIMURA *et al.*, 2013). Bossolan (2002), caracterizam o termo como advindo da junção entre três palavras gregas: *mikrós*, *bíos* e *logos*, que significam respectivamente: pequeno, vida e estudo.

Em relação ao ensino de Microbiologia, Cassanti *et al.* (2008), comentam que

O conhecimento básico sobre microbiologia é muito importante para nos tornarmos indivíduos mais conscientes em nosso dia-a-dia, principalmente porque essa área está diretamente relacionada à nossa higiene pessoal e saúde, bem como a inúmeros outros aspectos relacionados ao funcionamento do meio ambiente (CASSANTI *et al.*, 2008, p. 2).

Porém, apesar de possuir grande relevância por se tratar de um conteúdo de ensino complexo, estudando organismos que são invisíveis a olho nu, esse conteúdo

[...] costuma ser trabalhado nas instituições de ensino de forma teórica e com pouca experimentação, uma vez que a falta de equipamentos e materiais no ensino público inviabiliza a realização de aulas práticas de Ciências, dificultando o aprendizado e sua aplicação. (KIMURA, 2013, p. 255).

Cassanti *et al.* (2008) destacam que seus conteúdos são “[...] muitas vezes negligenciados pelos professores”, e que “uma das possíveis causas desse fenômeno se refere às dificuldades para o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem mais dinâmicas e atraentes para os estudantes” (CASSANTI, 2008, p. 2). Segundo o autor:

[...] faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias didáticas que auxiliem o professor na árdua tarefa de estimular os estudantes ao conhecimento dos microrganismos e de todos os fenômenos a eles vinculados, bem como sua relação com nossa vida cotidiana (CASSANTI, 2008, p. 2).

Como alternativa, Sousa (2020), conclui que

O ensino da Microbiologia é de fato complexo. Entretanto, é necessário que o professor, através da sua prática pedagógica, proporcione um intercâmbio entre teoria e prática. [...] Nesse sentido, a Sequência de Ensino por Investigação – SEI, pode ser uma estratégia para levar os alunos a compreenderem de maneira mais eficiente a função dos microrganismos (SOUSA, 2020, p. 13).

Silva e Gouw (2019), destacam que entre os diversos organismos que compõem o campo de estudo da Microbiologia, estão os fungos, desenvolvendo funções primordiais na natureza e na manutenção da vida. Entretanto, apesar de sua elevada importância, esse assunto é pouco discutido na educação básica e quando se dá, sua apresentação ocorre de forma superficial, dificultando a compreensão por parte dos alunos. Os autores comentam ainda que os estudantes “[...] apresentam uma visão distorcida a respeito desses seres vivos, associando-os, predominantemente, a organismos maléficos e causadores de doenças, e, exibindo pouco

conhecimento da importância ecológica e econômica desses seres” (SILVA; GOUW, 2019, p. 2).

Como já apresentado no item 2.3 desse estudo, o ensino aprofundado da Microbiologia oportuniza a aprendizagem de variados temas. Com foco no estudo dos fungos, a afirmação continua valendo, já que ao conhecer sobre os fungos profundamente, é possível acrescentar ao aluno conhecimentos a respeito do papel desses seres vivos na manutenção da vida na Terra, do que se pode obter deles para a produção de alimentos e fármacos, suas relações ecológicas, seus processos físicos e químicos e seus benefícios para a agricultura (CAIN, 2010; SILVA; GOUW, 2019). Neste sentido, os fungos fazem parte da microbiota do solo (VILAS BOAS; MOREIRA, 2012), possuindo gêneros, como o *Trichoderma*, com potencial para uso no Controle Biológico (DA COSTA, *et al.*, 2020).

De acordo com Corabi-Adell (2004), que se dedicou a estudar em variados aspectos a diversidade do gênero *Trichoderma*, esse é um fungo de solo facilmente encontrado, com alta capacidade de dispersão, adaptação e diversas áreas de estudo que, se desenvolvidas, ajudam a compreender a Biologia e aprofundam os conhecimentos, que ainda são básicos, em relação a esse gênero e seu comportamento. As áreas que o autor cita que também podem ser exploradas do estudo desse gênero são: a taxonomia - já que apresenta caracteres morfológicos bem individuais; sua viabilidade para uso em métodos moleculares através da análise de suas relações filogenéticas; seu papel ecológico na microbiota dos ecossistemas onde é encontrado, bem como suas interações ecológicas (parasitas e/ou inibitórias); os mecanismos bioquímicos apresentados quando em contato com fungos fitopatogênicos, como a liberação de enzimas que degradam as células desses fungos; seu potencial biotecnológico, para a produção de antibióticos, por exemplo; e o já citado potencial para o Controle Biológico, para o qual tem ampla utilização e onde os estudos são mais aprofundados (CORABI-ADELL, 2004).

Evidencia-se então, que por meio do estudo desse gênero, pode se aprender a respeito de Microbiologia e a partir deste, correlacionar com o ensino de Classificação Biológica, Nomenclatura Científica, Biologia Celular, Bioquímica, Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia. Porém estes conteúdos não são evidenciados no currículo do EM proposto pela reforma e pela BNCC - EM, já que a disciplina de Biologia, em que esses temas deveriam ser abordados, não faz parte da grade curricular obrigatória (BRASIL, 2017). De acordo com o Art. 35-A. da Lei 13.415/17, as disciplinas obrigatórias passam a ser apenas Português e Inglês, assegurando também a utilização da língua materna pelas comunidades indígenas, inseridas na

área de conhecimento Linguagens e suas Tecnologias e Matemática, inserida na área de conhecimento Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2017).

Em análise sobre a BNCC – EM, observa-se que em nenhuma das três competências específicas para a área de CNT, em que os conteúdos de Biologia estão indicados, citadas no item 2.2 do presente estudo, tampouco suas habilidades específicas, são evidenciados a proposição do conteúdo Microbiologia. O que se encontra são propostas para a interpretação de

[...] formas de manifestação da vida [...], a “[...] importância da preservação e conservação da biodiversidade [...]” (BRASIL, 2018, p. 542), e a análise da “[...] aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros) (BRASIL, 2018, p. 545).

Tal constatação pode indicar de forma rasa conteúdos referentes a Microbiologia, mas que não estabelecem a importância do estudo aprofundado de seus conteúdos, tampouco das áreas que se correlacionam e que também são importantes para a aprendizagem do mesmo.

Por isso torna-se tão urgente a proposição de materiais didáticos que superem o currículo proposto pela BNCC – EM e que aprofundem os conhecimentos referentes a disciplina de Biologia e aos conteúdos de Microbiologia, oportunizando a aprendizagem deste, e de vários outros, como já citados, aos estudantes do EM.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

O presente trabalho inicia-se a partir de uma pesquisa bibliográfica e documental, traçada a partir da abordagem qualitativa, e é seguida da elaboração de um material paradidático.

Visto isso, a fim de obter textos, pesquisas e/ou estudos a respeito do ensino de Microbiologia no EM, na primeira parte desta pesquisa foi feito um levantamento inicial de trabalhos publicados nos últimos 5 anos (2017-2021) a respeito do tema estudado em Anais de eventos focados no Ensino de Ciências e/ou Biologia. São eles o Encontro Nacional de Ensino de Biologia – ENEBIO, dos anos de 2018 e 2021 e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências – ENPEC, dos anos de 2017, 2019 e 2021.

Os trabalhos que compõem o referencial teórico desta pesquisa foram localizados a partir da presença dos descritores Microbiologia, bactéria, fungo, vírus, BNCC, Novo EM, material paradidático e recurso de ensino, identificados em seus títulos, resumos ou palavras-chave e se estabelecem como fontes de qualidade por se tratarem de artigos apresentados e publicados em eventos que possuem rigor e especificidades de seleção.

Também foram utilizados na discussão da pesquisa documentos oficiais e orientadores que tratam da educação e do EM, bem como Leis, Decretos, Resoluções, Medidas Provisórias e Projetos de Lei que tratam e deliberam a respeito dos assuntos citados, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) o Plano Nacional da Educação (PNE), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), entre outros.

3.2 Desenvolvimento do material paradidático para o Ensino de Biologia

A segunda parte do trabalho tratou de propor, em oposição ao que a BNCC apresenta e o que foi identificado no levantamento bibliográfico, a proposição de um material paradidático para o ensino de Microbiologia, tendo como conteúdo de ensino o fungo do gênero *Trichoderma* para a disciplina escolar Biologia do EM.

Vale destacar que o material produzido se encaixa na descrição de material paradidático pois estes são aqueles que trazem a abordagem de temas que geralmente não são aprofundados em livros ou materiais didáticos que são apenas instrucionais. Segundo Souza (2012), a abordagem paradidática enriquece as sequências didáticas, as aulas abordadas e trazem ao professor a oportunidade de desenvolver no aluno valores e conhecimentos mais profundos, por apresentarem o conteúdo através de uma linguagem mais acessível (SOUZA, 2012; SERRA; DE ARAUJO, 2021).

Levando esses pontos em consideração, o material paradidático produzido visa promover o estudo aprofundado da classificação, estrutura e comportamento dos fungos do gênero *Trichoderma* como conteúdo, com o objetivo de oportunizar a aprendizagem de conhecimentos não apenas a respeito da Microbiologia, mas também a respeito de Nomenclatura Científica, Biologia Celular, Bioquímica, Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia, que são conteúdos importantes da Biologia e que contribuem para a integração do que é aprendido na escola com o cotidiano do aluno, formando indivíduos com conhecimentos complexos e capazes de criticar e propor intervenções ambientais e sociais.

O material paradidático apresentado vai na contramão da Pedagogia das Competências, estabelecida pela Lei 13.415/17 e apresentada na BNCC, visto que essa pedagogia e os documentos curriculares que apresentam ela tem princípios neoliberais, que visam o esvaziamento dos conhecimentos ensinados aos estudantes.

3.3 Referencial teórico metodológico adotado: Ensino de Ciências por Investigação

Para superar a ausência dos conteúdos da Biologia e a baixa qualidade do ensino proposto pela reforma do EM o material paradidático proposto tem como metodologia de ensino a Sequência de Ensino por Investigação (SEI), que proporciona, de acordo com Carvalho (2013), condições para que o aluno complemente seus conhecimentos prévios com novos conhecimentos, que serão construídos gradativamente durante o percurso de ensino-aprendizagem (SOUZA, 2021).

A SEI proposta pelo presente estudo trata do ensino de diversos conteúdos referentes a disciplina de Biologia, a partir dos conteúdos de Microbiologia, tendo como principal foco atuar como facilitadora da aprendizagem, tornando o ensino dos conteúdos, mesmo que complexo, mais atrativo e contextualizado. Essa metodologia muda o foco da aula e faz com que ela deixe

de ser apenas uma mera transmissão de conteúdos e faz com que o professor busque a motivação dos alunos, gerando estímulos suficientes para despertar curiosidade no aluno (WILSEK; TOSIN, 2010).

Dentre os tipos de atividades investigativas que podem ser estabelecidas em uma SEI, com o objetivo de problematizar, questionar ou dialogar, envolvendo a resolução desses problemas por parte dos alunos e estimulando a introdução de conceitos, estão as Demonstrações Investigativas, que são as atividades propostas pelo material, onde os conteúdos partem da apresentação de um fenômeno ou problema, a fim de construir no aluno a transformação do saber cotidiano para o saber científico e vice-versa, durante a sistematização dos conhecimentos e conceitos que resolverão o problema ou explicarão o fenômeno (AZEVEDO, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O material paradidático produzido neste trabalho – intitulado “*Microbiologia para o Ensino Médio: a partir do uso do fungo do gênero Trichoderma como conteúdo de ensino*” (Apêndice 1) – faz a relação de como o estudo da Microbiologia pode ser abordado a partir do estudo das estruturas, dos comportamentos e das relações que o fungos do gênero *Trichoderma* dispõem, e como a partir do estudo desses assuntos, é possível trazer também conhecimentos a respeito de conteúdos e conceitos da Classificação Biológica, Nomenclatura Científica, Biologia Celular, Bioquímica, Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia. O objetivo é propor, em oposição aos atuais modelos curriculares neoliberais que preveem um esvaziamento das opções formativas oferecidas para os alunos (KOESPEL, *et al.*, 2020; MACEDO, 2015; SANTOS, 2017), um aprofundamento de conhecimentos em relação a temas primordiais da Biologia do 3º ano do EM que não são contempladas pela BNCC, tampouco pelos livros didáticos que são produzidos tendo como fundamento o respectivo documento.

Esses conteúdos são estabelecidos através de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) que adota o uso de Demonstrações Investigativas como atividade de investigação. As Demonstrações Investigativas do material paradidático são propostas para o início da SEI e para a finalização/introdução de cada Unidade, permitindo ao professor, estabelecer um diálogo com os alunos, de forma que ao ilustrar os conteúdos, promova curiosidade e reflexão em relação aos assuntos que serão trabalhados (MOURÃO; SALES, 2018).

Malanchen *et al.* (2021), destacam a importância da superar um currículo vazio de conhecimentos e de promovê-los em níveis profundos com o objetivo de superar o processo formativo imediatista e desenvolver no aluno conhecimentos mais bem desenvolvidos. Para que isso aconteça, Sousa (2020), relaciona que o uso de SEI's bem formuladas, pode ser uma estratégia metodológica em que o resultado do ensino será exatamente esse: a formação de alunos com conhecimentos profundos, olhares críticos e atitudes ativas, incentivando também o desenvolvimento de autonomia e tomada de decisões (MOREIRA; SOUZA, 2016).

Para isso, na Unidade 1 do material paradidático formulado para apoiar e direcionar o professor em suas aulas, é relacionado uma introdução geral em relação a como se iniciaram os estudos dos microrganismos, a importância dos estudos realizados pela Microbiologia, quais são seus campos de estudo e aplicação, e como os fungos, estudados dentro dessa área e na maioria das vezes relacionados a doenças e prejuízos aos seres humanos, são importantes para a indústria alimentícia, farmacêutica e para a agricultura. A partir do último exemplo dado, em

que os fungos são atuantes e trazem benefícios para seres humanos e para o ambiente – a agricultura – é introduzido o fungo do gênero *Trichoderma*, que é potencialmente usado como agente antagonista no Controle Biológico.

Vale destacar que esses conteúdos não estão estabelecidos em nenhuma habilidade ou competência proposta pela BNCC para a área de CNT, mas são primordiais dentro dessa área. Cassant *et al.* (2008), destacam que esses conhecimentos estão diretamente relacionados a nossa saúde, higiene pessoal e em como entendemos o funcionamento do meio ambiente, mas mesmo antes, quando apareciam nos currículos, eram negligenciados por serem considerados complexos (SOUSA, 2020). Por isso, o material paradidático proposto se apresenta como uma alternativa de suprir a ausência do ensino de Microbiologia dentro da disciplina de Biologia.

A Unidade 2, com enfoque no uso do fungo do gênero *Trichoderma* como conteúdo de ensino, propõe a abordagem de assuntos referentes a organização dos organismos e em como são dados os nomes científicos. É também comentado a respeito da morfologia dos fungos e como a relação que esses fungos estabelecem com outros organismos podem fazer com que liberem metabólitos tóxicos contra outros fungos, bactérias e vírus, que dão a ele as características que gera interesses médicos e agrícolas. Em conclusão, esta Unidade trabalha assuntos relacionados a Classificação Biológica, Nomenclatura Científica, Biologia Celular e Bioquímica.

Já na Unidade 3, o material paradidático propõe a abordagem de assuntos como o habitat em que os fungos do gênero *Trichoderma* estão presentes, seus nutrientes necessários para desenvolvimento e suas formas de interações ecológicas. São destacados também os mecanismos presentes nesse gênero, relacionados a áreas abordadas na Unidade, que despertam interesse de pesquisadores, principalmente em estudos relacionados a agroindústria, em relação ao seu uso para melhores resultados no controle de doenças em plantas. Esta Unidade, em síntese, trabalha temas como Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia.

Para Cain (2010), o foco no estudo de fungos apresenta conhecimentos aprofundados a respeito do papel desempenhado por esses seres vivos na manutenção da vida, na produção de alimentos e fármacos, suas relações ecológicas, seus processos físicos e químicos e seus benefícios para a agricultura, como é confirmado na proposição do material paradidático que em suas Unidades 2 e 3, tratam desses assuntos utilizando o gênero *Trichoderma* como conteúdo de ensino. Outro ponto positivo é, segundo Corabi-Adell (2004), que o

desenvolvimento de conhecimento dessas áreas, tomando como base o estudo desse gênero, possibilitam explorar ainda mais seu comportamento e suas funcionalidades.

A Unidade 4 é a finalização dos conteúdos teóricos, e tem o objetivo de evidenciar a singularidade dos fungos do gênero *Trichoderma* e associar os conhecimentos em relação às características que os fungos desse gênero apresentam, citadas nas Unidades 2 e 3, que os permitem ser usados no Controle Biológico, complementá-los e relacionar todos esses aspectos que até essa Unidade ainda são teóricos com o que acontece na prática, trazendo e estimulando a pesquisa de exemplos de suas aplicações e resultados que comprovam a partir de testes científicos o potencial desse fungo no biocontrole.

Atrair a atenção dos alunos para as questões científicas é ponto chave das SEI's, esse tipo de investigação favorece a autonomia, o desenvolvimento de habilidades na tomada de decisões (MOREIRA; SOUZA, 2016) e é o que a Unidade quatro propõe em suas duas “Perguntas para Discussão”, que são sugeridas depois de exemplificar por quais tipos de resultados os alunos buscarão.

Essa proposta tem o papel de influenciar o retorno ao cumprimento de objetivos primordiais da escola que parecem ter se perdido. Para Cássio e Zajac (2019), antes destinada a formar cidadãos com conhecimentos gerais, preparados para a fazer suas escolhas de vida, a escola passou pouco a pouco a focar no ensino apenas de práticas e habilidades que objetivam o acúmulo apenas de conhecimentos práticos (CÁSSIO; ZAJAC, 2019).

Após a finalização dos conteúdos teóricos, é apresentado, na Unidade 5, uma proposta de aula prática para encerrar a SEI. Essa prática é proposta por um guia base para a produção de meios de cultura para crescimento fúngico, coleta e cultivo de amostras de solo, para a identificação de fungos do gênero *Trichoderma*, visualizando na prática como esse gênero é amplamente distribuído, sendo facilmente encontrado em qualquer tipo de solo, comprovando seu rápido crescimento e permitindo a visualização de características macroscópicas.

O guia da aula prática bem como a proposição dos materiais usados, levam em consideração as diversas realidades escolares, que podem ou não dispor de laboratórios ou materiais específicos, propondo sempre uma alternativa igualmente funcional.

Ao comentar sobre essa Unidade, cabe destacar que o ensino de práticas tem sua importância, como citam Lima e Garcia (2011), que relacionam as aulas práticas como facilitadoras da aprendizagem, mas as autoras comentam que estas devem ser usadas como

complementação de aulas teóricas pois se tornam mais funcionais quando relacionadas e fundamentadas com a teoria, não apenas com o “saber fazer”, citado na BNCC.

A proposta de reformar o EM estabelecido pela LDB e de organizar uma base curricular comum, vem acompanhada da justificativa de que o modelo atual obriga o aluno a cursar treze disciplinas e destaca que nesse modelo a aprendizagem desfavorece a construção de habilidades e competências (BRASIL, 2016). Então, com o objetivo de sanar esses “problemas”, as disciplinas do EM foram organizadas em cinco áreas de conhecimento, das quais duas são obrigatórias (Linguagens e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias) e as outras três (Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias e Formação Técnica e Profissional) são opcionais. Além disso, o currículo de cada uma foi organizado com o foco na obtenção, por parte do aluno, de habilidades e competências (BRASIL, 1996), o que gerou a exclusão de diversos conteúdos, dentre eles, os referentes a Biologia.

Dentro desse contexto, o material paradidático proposto, em oposição ao novo modelo curricular estabelecido pela BNCC, oferece ao professor subsídios teóricos e de aprofundamento que visam superar a ausência da disciplina Biologia no novo currículo proposto e aprofundar os conteúdos ministrados nessa disciplina, partindo do conteúdo de Microbiologia como caminho e através deste, promovendo também o ensino de outros conteúdos que se relacionam com o estudo do fungo do gênero *Trichoderma*. Vale ressaltar que o objetivo do material não é dizer ao professor o que ele deve ensinar, mas propor uma SEI que pode ser adaptada, mas que tenha primordialmente o professor como mediador do desenvolvimento de alunos participativos, críticos, pensantes e observadores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reforma do EM é um tema que já vem sendo anunciado há muito tempo, mas tudo em relação ao tema sempre foi uma grande dúvida para os professores e alunos que são diretamente afetados por essas mudanças. Com a publicação da BNCC, derivada da Lei 13.415/17, que modifica a LDB, foi evidenciado que o documento e a lei são repletos de inconsistências e que objetivam principalmente tornar o ensino exclusivamente técnico, de baixa qualidade e que prepara o aluno especificamente para o mercado de trabalho, seguindo premissas neoliberais.

Como analisado no levantamento bibliográfico, dentre as novas orientações curriculares estão a organização das disciplinas em áreas de conhecimento, o ensino baseado na obtenção de competências e habilidades e a desobrigação de os alunos cursarem todas as disciplinas, uma vez que o critério para a escolha das matérias cursadas são as que o estudante tem preferência. A partir do exposto, a disciplina de Biologia passa a ser inexistente no EM, mesmo o documento a incluindo na área de CNT. Como vimos na BNCC esta área de conhecimento se apresenta para o aluno como opcional e em suas habilidades e competências, os conteúdos referentes a Biologia parecem não ser tratados como importantes, sendo alguns esvaziados e outros completamente removidos.

Nesse sentido, a motivação do trabalho partiu de uma reflexão sobre as possíveis alternativas para suprir a ausência desses conteúdos que são extremamente relevantes e carregam princípios únicos. Para isso, foi proposto um material paradidático que se estabelece como um instrumento importantíssimo de oposição ao currículo minimalista da BNCC e de auxílio aos professores que têm consciência que os conteúdos de ensino de Biologia não existem mais. O material traz a Biologia para o foco de ensino, trabalhando, a partir do uso do fungo do gênero *Trichoderma*, conteúdos primordiais dessa área de ensino, que geram no aluno o desenvolvimento de saberes completos, objetivos, sistematizados e científicos, dando ao aluno a oportunidade de se formar como um cidadão pensante, observador e crítico.

O caminho usado pelo material é a proposição de uma SEI com foco na Microbiologia, no entanto, para que o ensino de Biologia supere realmente essa exclusão de conteúdos e fuja da concepção neoliberal, ainda são necessários pesquisas e a formulação de alternativas que contemplem as suas mais variadas áreas.

Por fim, o desenvolvimento do trabalho colaborou de forma inestimável para a formação da autora como professora e pesquisadora crítica das políticas que cercam a educação e o ensino de Ciências e Biologia.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo, Thomson Learning, v. 3, p. 19-33, 2004.
- BITTENCOURT, M.; PEREIRA, T. N.; COSTA, J. G. D. M.; SILVA, A. M. D.; CARMO, E. M. **A disciplina escolar Ciências na BNCC e as implicações para a prática docente**. *In*: VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia – VIII ENEBIONLine, VIII EREBIO-NE e II SCEB, 2021, Ceará. *Anais* [...] Ceará. Editora Realize, 2021., p 3987 – 3995. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74528>>. Acesso em: 29 set. 2022.
- BRASIL. Câmara dos deputados. **Projeto de Lei nº 6.840^a, de 27 de novembro 2013**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para instituir a jornada em tempo integral no ensino médio, dispor sobre a organização dos currículos do ensino médio em áreas do conhecimento e dá outras providências [...]. Câmara dos deputados, nov. 2013. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=07B2A00572F05272A556376633D02316.proposicoesWeb2?codteor=1480913&filename=Avulso+-PL+6840/2013> Acesso em: 10 out. 2022.
- _____. Conselho Nacional de Educação. Câmara da Educação Básica. **Parecer 15/98; Resolução 03/98. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, CNE/CEB, 1998.
- _____. Conselho Nacional de Educação. Câmara da Educação Básica. **Parecer CNE/CEB nº 16, de 05 de outubro de 1999. Trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico**. Brasília, DF, 05 out. 1999.
- _____. Conselho Nacional de Educação. Câmara da Educação Básica. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 30 de janeiro de 2012. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, DF, 31 jan. 2012.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1988.
- _____. **Decreto nº 5.154 de 23 de julho de 2004**. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 23 jul. 2004.

_____. **Emenda Constitucional nº 59, de 11 de novembro de 2009.** Acrescenta § 3º ao art. 76 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias para reduzir, anualmente, a partir do exercício de 2009, o percentual da Desvinculação das Receitas da União incidente sobre os recursos destinados à manutenção e desenvolvimento do ensino de que trata o art. 212 da Constituição Federal, dá nova redação aos incisos I e VII do art. 208, de forma a prever a obrigatoriedade do ensino de quatro a dezessete anos e ampliar a abrangência dos programas suplementares para todas as etapas da educação básica, e dá nova redação ao § 4º do art. 211 e ao § 3º do art. 212 e ao caput do art. 214, com a inserção neste dispositivo de inciso VI. Diário Oficial da União, 12 nov. 2009.

_____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, 20 dez. 1996.

_____. **Lei nº 12.513, de 26 de outubro de 2011.** Institui o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec); altera as Leis nº 7.998, de 11 de janeiro de 1990, que regula o Programa do Seguro-Desemprego, o Abono Salarial e institui o Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), nº 8.212, de 24 de julho de 1991, que dispõe sobre a organização da Seguridade Social e institui Plano de Custeio, nº 10.260, de 12 de julho de 2001, que dispõe sobre o Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior, e nº 11.129, de 30 de junho de 2005, que institui o Programa Nacional de Inclusão de Jovens (ProJovem); e dá outras providências. Diário Oficial da União, 26 out. 2011.

_____. **Lei 13.415 de 16 de fevereiro de 2017.** Altera as Leis 9.394/96. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, fev. 2017.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio.**

Brasília, 2018. Disponível em: <
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf> Acesso em: 04 jul. 2021.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, MEC, 1999.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CP nº 11 de fevereiro de 2009. Proposta de experiência curricular inovadora do Ensino Médio**. Brasília, DF, 30, jun. 2009. Disponível em: <https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_PAR_CNECPN112009.pdf>. Acesso em: 05 set. 2022.

_____. Ministério da Educação. Portaria nº 971 de 09 de outubro de 2009. **Institui o Programa Ensino Médio Inovador**. Brasília, DF, out. 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1634-port-971&Itemid=30192> Acesso em: 05 set. 2022.

_____. Ministério da Educação. **Regimento das Audiências Públicas (Base Nacional Comum Curricular – 2017)**. Brasília, DF, 1º jul. 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=65781-regimento-ap-bncc-2017-pdf&category_slug=maio-2017-pdf&Itemid=30192> Acesso em: 13 out. 2022.

_____. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017**. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. Brasília, MEC, set. 2017.

_____. Presidência da República. **Sumário Executivo de Medida Provisória. Medida Provisória nº 746, de 2016**. Institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral, altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e a Lei nº 11.494 de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, e dá outras providências. Congresso Nacional. Brasília, 26 de setembro de 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/bande/Downloads/Sumario_Executivo_MPV_746%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/bande/Downloads/Sumario_Executivo_MPV_746%20(1).pdf).> Acesso em: 05 set. 2022.

_____. Presidência da República. **Legislação Informatizada – Medida Provisória nº 746, de 2016 – Exposição de Motivos (EM nº 00084/2016/MEC)**. Institui a Política de Fomento à

Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral, altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e a Lei nº 11.494 de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, e dá outras providências. Diário da Câmara dos Deputados. Brasília, 15 set. 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/exm/exm-mp-746-16.pdf> Acesso em: 05 set. 2022.

CAIN, M. L. Fungos. *In*: CAMPBELL, N. A.; REECE, J. B. **Biologia**. 8ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 636–653.

CALLEGARI, Cesar. **Carta aos conselheiros do Conselho Nacional de Educação**. Brasília, 2018. Disponível em: < <https://www.epsjv.fiocruz.br/carta-aos-conselheiros-do-conselho-nacional-de-educacao-cesar-callegari-renuncia-a-presidencia-da>>. Acesso em: 10 out. 2022.

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

CARNIO, M. P.; NEVES, M. C. D. **O Novo Ensino Médio como ideologia: análise crítica das propagandas do governo federal brasileiro**. *In*: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC, 2019, Natal, RN. *Anais* [...]. Natal, RN, ABRAPEC, 2019. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1437-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2022.

CASSANTI, A. C.; CASSANTI, A. C. ARAUJO, E. E. D.; URSI, S. **Microbiologia Democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores**. São Paulo, SP: Colégio Dante Alighieri. Recuperado de <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Cassantietal2008%20microbiologia.pdf>.

CÁSSIO, F. L.; ZAJAC, D. R. **Uma análise preliminar da influência da Reforma do Ensino Médio e da Pedagogia das Competências nos textos iniciais e da área de Ciências da Natureza da Base Nacional Comum Curricular**. *In*: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC, 2019, Natal, RN. *Anais* [...]. Natal, RN, ABRAPEC, 2019. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1848-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2022.

CASTRO, J. A. de. Evolução e Desigualdade na Educação Brasileira. **Educação & Sociedade**, v. 30, n. 108, p. 673-697, 2009.

- CORAB-ADEL, C. **Biodiversidade do gênero *Trichoderma* (HYPOCREALES – FUNGI) mediante técnicas moleculares e análise ecofisiográfica**. 2004. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências. Rio Claro. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de Biologia Celular e Molecular. Rio Claro, SP, 2004.
- COSTA, I. M. S. D. C.; PEREIRA, B.; DA SILVA, J. M. C.; FERREIRA, M. S. **O Ensino de Biologia na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio: a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. In: VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia – VIII ENEBIONLine, VIII EREBIO-NE e II SCEB, 2021, Ceará. *Anais [...]* Ceará. Editora Realize, 2021, p 3689 – 3697. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74738>>. Acesso em: 29 set. 2022.
- CURY, C. R. J. O Ensino Médio no Brasil - histórico e perspectivas. **Educação em Revista**, n. 27, p. 73–84, 1998.
- DA COSTA, K. K.; RUFINO, C. P. B.; MACEDO, P. E. F. D.; NOGUEIRA, S. R. **Uso de *Trichoderma* spp. para o Controle da Antracnose em *Euterpe precatoria* no Acre**. In: II Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação – II, 2019, Rio Branco, AC. *Anais [...]* A Contribuição da ciência para a agropecuária no Acre: *anais*. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2020.
- DE LIMA, D. B.; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Revista da SBEnBio–Número**, v. 3, p. 1087-1099, 2010.
- DUSO, L.; DA FONSECA, E. M. **Conteúdos de Ciências: Discutindo critérios de seleção na perspectiva de currículos críticos**. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC. *Anais [...]* Natal, RN, ABRAPEC, 2019. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0531-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2022.
- ESQUINSANI, R. S. S. As manifestações públicas como esforço intelectual de resistência. **Educação Temática Digital**, v. 19, n° Especial, p. 96 - 108, 2017.
- GALVÃO, M. C. B. O levantamento bibliográfico e a pesquisa científica. **Fundamentos de epidemiologia**, v. 398, n. 2, p. 1–377, 2010.
- KASPARI, T., & DE FREITAS, E. C. Quem conhece aprova? Análise discursiva da propaganda governamental do Novo Ensino Médio. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, v. 18, n.3, 294-312.

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, jul./dez. 2013.

KOESPEL, E. C. N.; GARCIA, S. R. de O.; CZERNISZ, E. C. da S. A Tríade da Reforma do Ensino Médio Brasileiro. Lei nº 13.415.2017, BNCC e DCNEM. **Educação em Revista**, v. 36, 2020.

KRAWCZYK, N. O Ensino Médio no Brasil. **Ação Educativa**, v. 6, 2009.

KUENZER, A. Z. A Formação de professores para o Ensino Médio - velhos problemas, novos desafios. **Educação & Sociedade**, v. 32, n. 116, p. 667–688, 2011.

_____. (Org). **Ensino médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo: Cortez, 2009.

LEAL, C. A. D. Q.; NUNES, F. R. **Análise do itinerário formativo ‘Ciências da Natureza e suas Tecnologias’ no Novo Ensino Médio**. In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XIII ENPEC EM REDES. *Anais [...]* Editora Realize, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/75923>>. Acesso em: 26 set. 2022.

LIBÂNEO, J. C. Políticas educacionais no Brasil: desfiguramento da escola e do conhecimento escolar. **Cadernos de pesquisa**, v. 46, p. 38-62, 2016.

LIPORINI, T. Q. **A disciplina escolar Biologia na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio: expressões da pós-modernidade e do neoliberalismo**. 2020. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Bauru, SP, 2020.

LOPES, E. C. P. M.; CAPRIO, M. As influências do modelo neoliberal na educação. **Revista on-line de Política e Gestão Educacional**, n. 5, p. 1-16, 2008.

MACEDO, E. Base nacional comum para currículos: direitos de aprendizagem e desenvolvimento para quem? **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 36, n. 133, p. 891-908, 2015.

MALANCHEN, J. **Cultura, conhecimento e currículo: contribuições da pedagogia histórico-crítica**. Campinas, SP: Autores Associados, 2016.

MALANCHEN, J.; TRINDADE, D. C.; JOHANN, R. C. Base Nacional Comum Curricular e Reforma do Ensino Médio em Tempos de Pandemia: considerações a partir da Pedagogia Histórico-Crítica. **Momento: diálogos em educação**, E-ISSN 2316-3100, v. 30, n° 01, p. 21-45, jan/abr, 2021.

MARRACH, S. A. Neoliberalismo e Educação. *In*: GUIRALDELLI JUNIOR, P. (Org.). **Infância, Educação e Neoliberalismo**. São Paulo: Cortez, 1996. p. 42-56.

MELO, S. D. G.; DUARTE, A. Políticas para o ensino médio no Brasil - perspectivas para a universalização. **Cadernos CEDES**, v. 31, n. 84, p. 231–251, ago. 2011.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G. S. D. O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 1-17, 2016.

MESQUITA, S. S. de A.; LELIS, I. A. O. M. Cenários do Ensino Médio no Brasil. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 23, n. 89, p. 821–842, dez. 2015.

MOURÃO, M. F.; SALES, G. L. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 428-440, 2018.

PESCE, L.; ABREU, C. B. D. M. Pesquisa Qualitativa: considerações sobre as bases filosóficas e os princípios norteadores. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n° 40, p. 19-29, jul./dez. 2013.

PINHEIRO, B. C. S.; EVANGELISTA, N. A. M.; MORADILLO, E. F. D. A Reforma do “Novo Ensino Médio”: uma interpretação para o ensino de ciências com base na Pedagogia Histórico Crítica. **Debates em educação**, v. 12, n. 26, p. 242-260, 2020.

RAMOS, M. N. O currículo para o Ensino Médio em suas diferentes modalidades - concepções, propostas e problemas. **Educação & Sociedade**, v. 32, n. 116, p. 771–788, 2011.

SANTOS, L. L. Administrando o currículo ou os efeitos da gestão no desenvolvimento curricular. **Educação em Revista**, v. 33, 2017.

SERRA, V. S.; DE ARAUJO, G. C. Elaboração e avaliação de um livro paradidático para ensino e aprendizagem de aspectos históricos associados à descoberta dos compostos de coordenação. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 63539-63558, 2021.

SILVA, T. R. da.; DUTRA-PEREIRA, F. K.; TINÔCO, S. **As Ciências da Natureza à mercê do tecnicismo: o que nos diz s BNCC e a BNC-formação?** *In:* XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XIII ENPEC EM REDES. *Anais [...]*. Editora Realiza, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/75983>> Acesso em: 26 set. 2022.

SILVA, C. A. E.; DOS SANTOS, F.; COSTA, D. W. S. C. **Arquitetura das ciências biológicas em transe: notas sobre a reforma do Ensino médio.** *In:* VII Encontro Nacional de Ensino de Biologia – VII ENEBIO: I EREBIO Norte., 2018, Belém, PA. *Anais [...]* Belém, PA. SBEnBIO, 2018., p. 5597 – 5607. Disponível em: <https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/VII_Enebio/VII_Enebio_completo.pdf >. Acesso em: 28 set. 2022.

SILVA, C. L. D. C. da; CASAGRANDE, O.; OLIVEIRA, A. C.; SELLES, S. E. **Reforma do ensino médio: redes de sociabilidade e produção de nova identidade docente.** *In:* XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC, 2019, Natal, RN. *Anais [...]*. Natal, RN, ABRAPEC, 2019. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1848-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2022.

SILVEIRA, F. L. D.; BARBOSA, M. C. B.; SILVA, R. D. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, 2015.

SILVA, A. DA C.; GOUW, A. M. S. **A visão dos alunos sobre fungos: estudo das percepções de fungos por estudantes concluintes do ensino médio.** *In:* XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC. *Anais [...]* Natal, RN, ABRAPEC, 2019. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R2042-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2022.

SILVA, L. P.; MACIEL, M. D. **Desenvolvimento de uma Sequência Didática com enfoque em NdC&T/CTS para o ensino de conteúdos de Microbiologia em aulas de Biologia.** *In:* XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XI ENPEC., 2017, Florianópolis, SC. *Anais [...]* Florianópolis, SC, ABRAPEC, 2017. Disponível em:<<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2016-1.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2022.

SILVA, M. R. da. A BNCC da Reforma do Ensino Médio - O Resgate de um Empoeirado Discurso. **Educação em Revista**, v. 34, n. e214130, p. 1–15, 2018.

SOUSA, G. B. D. **Ensino de biologia por investigação: problematizando a temática microbiologia por meio de uma sequência didática construída em ambiente virtual**. 2021. Dissertação (Graduação Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1390/TCC%20GLICIMAR%20BREGER%20DE%20SOUSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 abr. 2022.

SOUZA, M. A. P. **Um Olhar Sobre os Paradidáticos: Questões Relevantes na Escolha dos Livros**. Pesquisa da Prática Pedagógica (Graduação do Curso de Letras, Português) – Faculdade Brasileira, FABRA, 2012.

VENTURI, T.; PEREIRA, B. **A Base Nacional Comum Curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: nas escolas, e agora?** *In*: VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia – VIII ENEBIOOnLine, VIII EREBIO-NE e II SCEB, 2021, Ceará. *Anais [...]* Ceará. Editora Realize, 2021. p 4055 – 4064. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74470>>. Acesso em: 29 set. 2022.

VILAS BOAS, R. C.; MOREIRA, F. M. D. S. Microbiologia do Solo no Ensino Médio de lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 295-306, 2012.

ZIBAS, D. A reforma do ensino médio nos anos de 1990. o parto das montanhas e as novas perspectivas. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, p. 24-36, 2005.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J. A. P. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. **Portal da Educação do Estado do Paraná**, v. 3, n. 5, p. 1686-8, 2009.

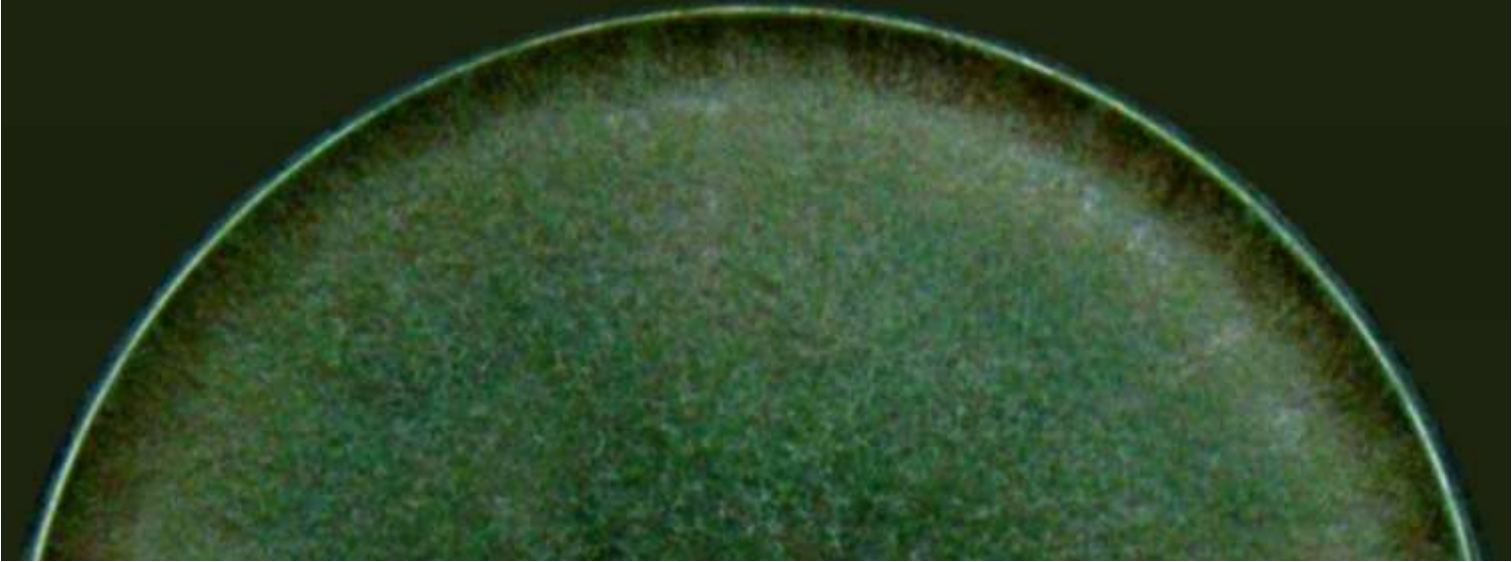
APÊNDICE I

MATERIAL DIDÁTICO

MICROBIOLOGIA PARA O ENSINO MÉDIO

A PARTIR DO USO DO FUNGO DO GÊNERO
TRICHODERMA COMO CONTEÚDO DE ENSINO

DANIELA BANDEIRA SANTOS



DANIELA BANDEIRA SANTOS
Graduanda do Curso de Ciências Biológicas
UFT - Porto Nacional

MICROBIOLOGIA PARA O ENSINO MÉDIO

A PARTIR DO USO DO FUNGO DO GÊNERO
TRICHODERMA COMO CONTEÚDO DE ENSINO

REVISÃO TÉCNICA

FABYANO ALVARES CARDOSO LOPES

Professor Adjunto do Curso de Ciências Biológicas da UFT - Porto Nacional
Doutor em Biologia Microbiana

THALITA QUATROCHIO LIPORINI

Professora Adjunta do Curso de Ciências Biológicas da UFT - Porto Nacional
Doutora em Educação para a Ciência

2022

APRESENTAÇÃO

Olá, Professor(a), o presente documento se configura como um material paradidático, que objetiva o ensino de conteúdos referentes a disciplina escolar Biologia, a partir do estudo de Microbiologia e do tema sobre fungos para o 3º ano do Ensino Médio. A proposta do material é propor a aplicação do fungo do gênero *Trichoderma* como conteúdo de ensino de Microbiologia, o que oportuniza também a aprendizagem de conteúdo das áreas como Classificação Biológica, Nomenclatura Científica, Biologia Celular, Bioquímica, Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia, que trazem conteúdos importantes a serem aprendidos nesta etapa do Ensino Médio.

A proposta segue o modelo de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) (CARVALHO, 2013), que prioriza os critérios da investigação científica. Você encontrará nessas páginas a sugestão de uma organização que favorece os conhecimentos teóricos e empíricos, que ajudarão o aluno a integrar o que foi aprendido na escola com sua realidade, contribuindo com a formação de indivíduos pensantes e críticos e com o desenvolvimento de ideias/projetos inovadores.

Este material promove o ensino aprofundado dos conteúdos de Microbiologia, dentro da disciplina escolar Biologia do Ensino Médio em oposição aos que os documentos orientadores dos currículos escolares atuais propõem, excluindo a disciplina de Biologia como obrigatória e empobrecendo o aprendizado do aluno em relação aos conteúdos contemplados por ela. Há também o incentivo a integração de conhecimentos a partir do estudo do gênero *Trichoderma*, um fungo encontrado facilmente na maioria dos solos, como conteúdo de ensino.

Os fungos do gênero *Trichoderma* são fungos com alta capacidade de dispersão, adaptação e diversas áreas de estudo que, se desenvolvidas, ajudam a compreender a Biologia e aprofundam os conhecimentos, que ainda são básicos, em relação a esse gênero e seu comportamento. As áreas que o autor cita que também podem ser exploradas do estudo desse gênero são: a taxonomia - já que apresenta caracteres morfológicos bem individuais; sua viabilidade para uso em métodos moleculares através da análise de suas relações filogenéticas; seu papel ecológico na microbiota dos ecossistemas onde é encontrado, bem como suas interações ecológicas (parasitas e/ou inibitórias); os mecanismos bioquímicos apresentados quando em contato com fungos fitopatógenos, como a liberação de enzimas que degradam as células desses fungos; seu potencial

biotecnológico, para a produção de antibióticos, por exemplo; e o já citado potencial para o Controle Biológico, para o qual tem ampla utilização e onde os estudos são mais aprofundados (CORABI-ADELL, 2004).

O material paradidático está organizado em 5 Unidades, que seguem uma sequência de ensino contextualizada, para uma melhor compreensão dos conteúdos por parte dos alunos. A Unidade 1 se dedica a trazer a importância da Biologia e o histórico da Microbiologia, bem como seus campos de estudo. A temática sobre fungos deverá ser abordada por você, de forma que evidencie a importância do uso desses organismos para o ambiente e suas aplicações na indústria alimentícia e no controle biológico, campo em que os fungos do gênero *Trichoderma* são muito usados e estudados.

As Unidades 2 e 3 são norteadas pela apresentação do gênero *Trichoderma*, suas características, comportamentos e relações, analisando a partir desses conhecimentos, como sua classificação, estrutura e comportamento se relacionam com as áreas de Classificação Biológica, Nomenclatura científica, Biologia Celular, Bioquímica, Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia.

A Unidade 4 trata de estabelecer mediações entre os conhecimentos obtidos e as intervenções que o comportamento dos fungos desse gênero pode promover para intervir em problemas reais, nesse momento o professor instruirá os alunos a pesquisarem por exemplos de usos que o gênero *Trichoderma* oferece para ser usado como agente de biocontrole. Por fim, a Unidade 5 finaliza a Sequência de Ensino, apresentando uma atividade investigativa de coleta e cultivo do fungo comentado ao longo de todo o material paradidático.

SUMÁRIO

PERCURSO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO

7

8

UNIDADE 1

INTRODUÇÃO A MICROBIOLOGIA

Demonstrações Investigativas

Do que trata a Microbiologia e
quais são os seus campos de
estudo?

UNIDADE 2

13

CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA, NOMENCLATURA CIENTÍFICA, MORFOLOGIA E METABOLISMO

Classificação Biológica e
Nomenclatura científica

Morfologia e Metabolismo

UNIDADE 3

20

HABITAT, INTERAÇÕES ECOLÓGICAS,
BIOLOGIA MOLECULAR E BIOTECNOLOGIA

Habitat, Interações Ecológicas

Biologia Molecular e
Biotecnologia

24

UNIDADE 4

APLICAÇÕES DO *TRICHODERMA* COMO
AGENTE NO CONTROLE BIOLÓGICO.

A singularidade do *Trichoderma*

Potenciais do *Trichoderma* no
combate de pragas e estímulo a
plantas

UNIDADE 5

28

PRODUÇÃO DE MEIO DE CULTURA, COLETA E
CULTIVO DE FUNGOS DO GÊNERO
TRICHODERMA.

Produção do meio de cultura, coleta e
cultivo de amostras de solo

Resultados e discussões do
experimento

Conclusão do Experimento e da
Sequência de Ensino

PERCURSO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO

| | |
|------------------|---|
| UNIDADE 1 | <p>- Introdução do tema a partir de demonstrações investigativas. A partir de perguntas realizadas pelo professor os alunos vão tomando consciência do assunto que será abordado.</p> <p>- Leitura e Sistematização do conhecimento a partir da exposição dos conteúdos pelo professor, de forma com que os alunos obtenham conhecimento e tirem dúvidas a respeito dos principais conceitos e ideias referentes a Microbiologia e o estudo dos fungos.</p> |
| UNIDADE 2 | <p>- Leitura e Sistematização do conhecimento a partir da exposição dos conteúdos pelo professor, de forma com que os alunos obtenham conhecimento e tirem dúvidas a respeito dos principais conceitos e ideias referentes de Classificação Biológica, Nomenclatura Científica, Morfologia e Metabolismo, a partir do estudo dos fungos.</p> |
| UNIDADE 3 | <p>- Leitura e Sistematização do conhecimento a partir da exposição dos conteúdos pelo professor, de forma com que os alunos obtenham conhecimento e tirem dúvidas a respeito dos principais conceitos e ideias referentes a Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia, a partir do conhecimento dos fungos.</p> |
| UNIDADE 4 | <p>- Contextualização dos conhecimentos aprendidos e aprofundamento dos conhecimentos a respeito do fungo do gênero <i>Trichoderma</i> e sua relação com o desenvolvimento de avanços que beneficiam o ser humano e o ambiente.</p> |
| UNIDADE 5 | <p>- Atividade Experimental de coleta e cultivo do fungo do gênero <i>Trichoderma</i>, exigindo do aluno participação intelectual na realização do experimento e da proposição de possíveis usos dos conhecimentos aprendidos.</p> |

UNIDADE 1

INTRODUÇÃO A MICROBIOLOGIA



Microscópio óptico utilizado para visualizar organismos e estruturas microscópicas.

Abordaremos nesta Unidade do que se trata a Microbiologia e qual a importância dos organismos estudados por tal área e para o ambiente, para as indústrias alimentícia e farmacêutica, para a agricultura, ente outros.

Também serão abordados os campos de estudo da Microbiologia, em que estão incluídos os fungos, pontuando seu uso nas áreas de aplicações já citadas, incluindo no Controle Biológico, introduzido a partir deste tema o estudo aprofundado do fungo do gênero *Trichoderma*.

UNIDADE 1 – Introdução à Microbiologia

Demonstrações Investigativas

O tipo de atividade investigativa proposta pelo material é o uso das Demonstrações Investigativas, que nada mais são do que o uso de demonstrações feitas por você, professor, e investigadas rapidamente pelos alunos, com o objetivo de ilustrar e fazer seus alunos refletirem a respeito do assunto que será abordado.

Inicie o conteúdo com a proposição de algumas perguntas simples a respeito do assunto do material didático como “Vocês já viram microrganismos a olho nu?”, “Citem exemplos de microrganismos”, “o que é o Controle Biológico?”, para sondar o conhecimento prévio dos alunos e introduzi-los dentro do assunto que será iniciado, que é a Microbiologia, seus campos de estudo, e dentre eles, principalmente os fungos.

Do que trata a Microbiologia e quais são os seus campos de estudo?

A Microbiologia [do grego: *mikros* (“pequeno”), *bios* (“vida”) e *logos* (“ciência”)] é a ciência destinada ao estudo dos organismos microscópicos e de suas atividades e está em todo o lugar. O foco de estudo dessa ciência gira em torno de dois principais temas: a compreensão da natureza e de como funciona o mundo microbiano (vírus, bactérias, protistas e fungos), e a aplicabilidade do que é obtido a partir do estudo dos microrganismos para benefícios humanos e da biodiversidade, estando a frente do desenvolvimento de avanços em áreas como indústria, medicina e agricultura.

Esse segundo foco da Microbiologia é importante ser destacado pois quebra a tendência que esses organismos estão sujeitos de serem associados apenas com doenças e/ou infecções que nos incomodam.

Para introduzir o estudo dos organismos microscópicos, é importante destacar que o conhecimento a respeito deles é relativamente recente, teve início quando se aprendeu a polir lentes, feitas de peças de vidro, como óculos e instrumentos que produzissem aumentos grandes, possibilitando a visualização de microrganismos, nomeados de **microscópio**. Em síntese, a história deste instrumento crucial para a descoberta e estudo dos microrganismos e do início de seu uso envolve dois nomes, o primeiro é Robert Hooke (1635-1703), que em 1665 produziu um utensílio que permitiu que ele observasse estruturas orgânicas microscópicas em cortes de cortiça, denominando as estruturas que enxergou de células, e o segundo nome importante na história dos microscópios é Anton

van Leeuwenhoek (1632–1723), um comerciante holandês que desenvolveu, em 1675, um instrumento com uma lente convexa e uma armação de metal, para observar as qualidades dos tecidos que vendia. Essa observação o levou a conhecer o mundo microbiano, e por curiosidade, passou estudar os mais variados objetos, seres vivos, tecidos orgânicos e fluidos corporais em seu instrumento. Uma curiosidade é que Leeuwenhoek não tinha conhecimento do utensílio feito por Hooke, quando produziu o seu, 10 anos depois.

E apesar de terem sido descobertos/vistos pela primeira vez há cerca de 350 anos, vale destacar que estes organismos já existem no planeta, de acordo com pesquisadores, desde antes do surgimento de plantas e outros animais. Eles formam a maior porcentagem da biomassa do nosso planeta e são responsáveis por reações primordiais para a manutenção das outras formas de vida, demonstre com alguns exemplos:

1. Alguns microrganismos desempenham papel primordial na fotossíntese (processo que gera oxigênio e a produção de alimentos);
2. Microrganismos presentes no solo são fundamentais para o processo de decomposição de matéria orgânica e para a introdução do nitrogênio presente no ar em compostos orgânicos;
3. Estão presentes no intestino de animais, inclusive em humanos, microrganismos que são necessários para que a digestão aconteça, sintetizando vitaminas e outras moléculas importantes para o nosso corpo funcionar, podendo até mesmo influenciar no nosso humor ou condicionamento físico.
4. A indústria alimentícia usa microrganismos para produzir iogurte, queijos, vinagre, molhos e bebidas, tecidos, entre outros.
5. Estudos microbiológicos foram e são fundamentais para o processo de controle de doenças e de pragas.

Estes são apenas poucos exemplos das aplicações da Microbiologia que se relacionam com a Ecologia, Bioquímica, Genética, Biotecnologia, Biologia Molecular e Celular. Você, professor, pode instruir os alunos a pesquisarem outros, ou trazer mais exemplos para serem usados.

Em relação a seus campos de estudo, a Microbiologia trata do conhecimento aprofundando a respeito das **bactérias**, que possuem células classificadas como procariontes, ou seja, aquelas sem um núcleo delimitado por membrana e as **arqueias**,

que também são organismos procariontes, porém, mais próximas filogeneticamente dos seres eucariontes. Outros microrganismos estudados pela Microbiologia são os **protistas** apresentando células classificadas como eucariontes, possuindo núcleo e material genético delimitados por uma membrana nuclear e apresentando variadas formas, podendo ser classificadas como formas de vida livre ou como parasitas, e os **fungos**, também eucariontes. Estes últimos, para obter nutriente, absorvem soluções de materiais orgânicos do meio ambiente que os circundam, de um hospedeiro, podendo ser animal ou vegetal ou do solo, ambientes em que estão abundantemente distribuídos.

Dentro do campo de estudo da Microbiologia ainda estão os **vírus**, que são bem diferentes dos outros grupos estudados por não possuírem células, sendo classificados como acelulares. A partícula viral tem uma estrutura simples, composta por um núcleo formado por um ácido nucleico (DNA ou RNA), sendo esse núcleo circundado por uma camada de proteína chamada capsídeo, que geralmente é envolvida por uma camada lipídica dotada de glicoproteínas chamadas de envelope. Esse grupo possui a capacidade de invadir células, causando doenças, mas não conseguem apresentar metabolismo ativo fora de seus hospedeiros.

Ao falar de arqueas, protistas, fungos e bactérias, utilize imagens para exemplifica-los.

Nesse momento, volte o foco aos fungos, destaque que dentre as áreas que estudam esses organismos estão a medicina, a indústria alimentícia, a ecologia e a agricultura. Lembra dos exemplos de atividades realizadas pelos microrganismos citadas aqui? Algumas daquelas atividades são realizadas com excelência pelos fungos, como os exemplos 4 e 5, que dizem, respectivamente que:

4. A indústria alimentícia usa microrganismos para produzir, iogurte, queijos, vinagre, molhos e bebidas, tecidos, entre outros.
5. Estudos microbiológicos foram e são fundamentais para o processo de controle de doenças e de pragas.

Podemos trocar no primeiro exemplo a palavra “microrganismo” pela palavra “fungos”, e no segundo exemplo a palavra “microbiológicos” pela frase “a respeito dos fungos”, e teremos, ainda assim, exemplos muito verdadeiros – tente fazer essa troca escrevendo no quadro, para uma melhor visualização por parte dos alunos.

Outras funções dos fungos que beneficiam tanto o ambiente quanto o ser humano, e merece destaque, é a decomposição, onde são cruciais para a ciclagem da matéria orgânica, a existência de líquens – união de algas e fungos, que formam organismos pioneiros para a colonização.

Focando na última afirmação do exemplo 5, em relação ao controle de pragas, ela faz referência a aplicação dos fungos em estudos sobre o **Controle Biológico** – que tem a premissa básica de controlar pragas agrícolas a partir do uso de seus inimigos naturais, que quando bem aplicado, traz vantagens em relação ao uso de químicos e agrotóxicos, uma vez que não poluem o ambiente e não causam desequilíbrios ecológicos. Nesta modalidade de estudo os fungos do gênero *Trichoderma* se destacam, já que possuem fácil manipulação, viabilidade econômica, importância na ciclagem de carbono para diferentes ecossistemas, capacidade de resistência a diversos fungicidas e grande potencial biotecnológico.

Esses conhecimentos trazem benefícios não apenas a agroindústria, mas para diversos outros meios, inclusive para estudos sobre Microbiologia.

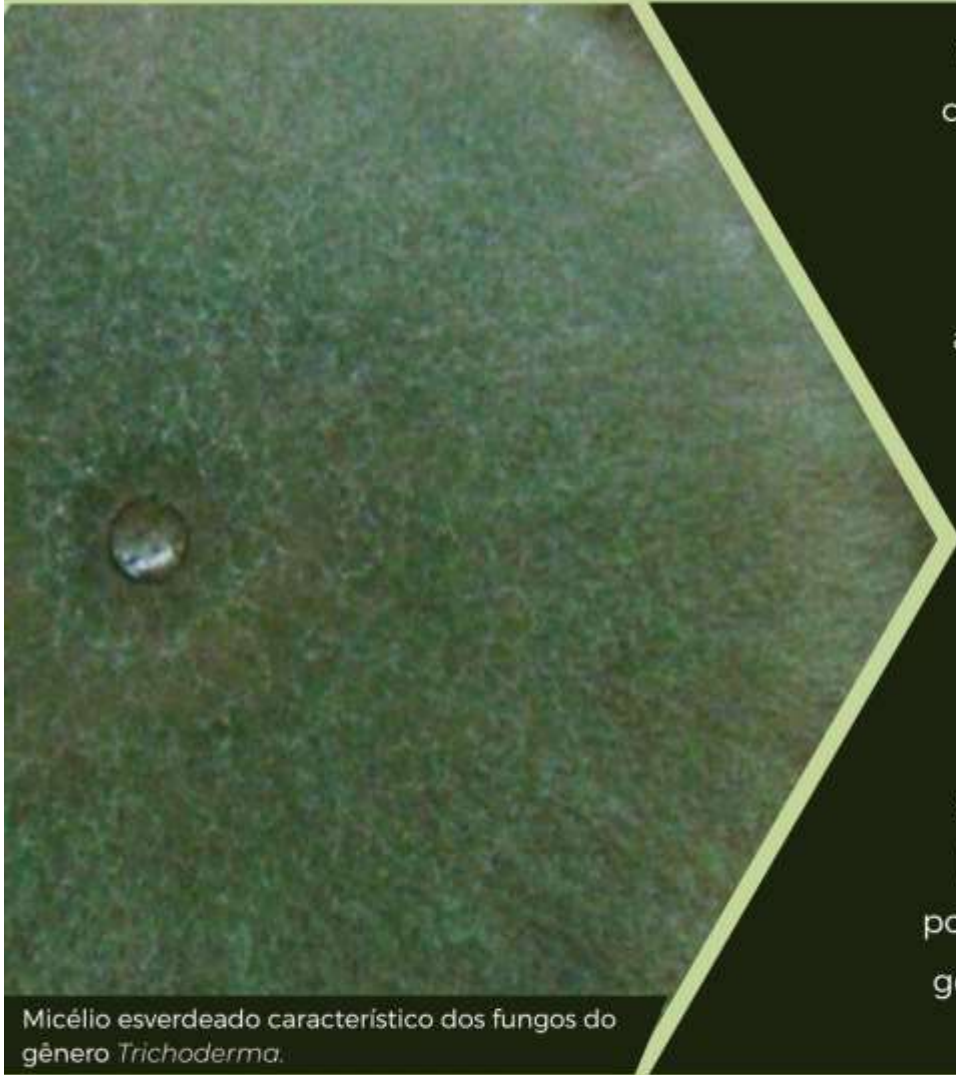
Encerrando o conteúdo, passe uma atividade para casa, o objetivo é que o aluno continue em contato o assunto estudado e que a próxima unidade se inicie a partir da discussão dos resultados das pesquisas.

Pesquisa para Discussão

QUAL POTENCIAL O FUNGO DO GÊNERO *TRICHODERMA* APRESENTA PARA SER UTILIZADO COMO FONTE DE CONHECIMENTO A RESPEITO DA MICROBIOLOGIA?

UNIDADE 2

CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA, NOMENCLATURA CIENTÍFICA, MORFOLOGIA E METABOLISMO.



Micélio esverdeado característico dos fungos do gênero *Trichoderma*.

Nesta Unidade serão abordados conceitos importantes a respeito da Classificação biológica e da Nomenclatura científica. Em relação a esses assuntos serão apresentados a organização dos organismos vivos a partir de domínios, reinos, filos, classes, ordens, famílias, gêneros e espécies, que são classificados a partir de suas características morfológicas e metabólicas, levando em consideração sua organização celular e estrutural. Esses assuntos serão abordados por meio do enfoque do fungo do gênero *Trichoderma*, introduzido na unidade anterior.

UNIDADE 2 – Classificação Biológica, Nomenclatura Científica, Morfologia e Metabolismo

Classificação Biológica e Nomenclatura científica

Antes de conhecimentos a respeito da existência dos microrganismos, todos os seres eram agrupados no Reino *Animalia* (se movimentam e capturam presas para se alimentar) ou no Reino *Plantae* (imóveis, que produzem seu próprio alimento), tendo por base a mobilidade e o tipo de nutrição dos organismos.

Depois da criação do microscópio e diversos outros avanços, estes promoveram o desenvolvimento de conhecimentos acerca das algas, bactérias, fungos e protozoários. Mas esses organismos não estavam incluídos na classificação dos reinos. E para resolver o problema de exclusão, os organismos que possuíam parede celular (fungos, algas e bactérias) foram incluídos no Reino *Plantae* e os que apresentavam a capacidade de se movimentar (protozoários) foram incluídos no Reino *Animalia*.

Porém, essa classificação passou por séculos de mudanças onde os Reinos *Protista*, *Monera* e *Fungi* foram incluídos por Robert Whittaker em 1969, para uma melhor organização, alguns posteriormente retirados, e com avanços tecnológicos como o surgimento de microscópio eletrônico e desenvolvimento de técnicas moleculares e bioquímicas, vários organismos mudaram de reinos a partir da descoberta de novas características.

Atualmente, a classificação aceita pela comunidade científica é a proposta por Carl R. Woese (1928-2012), Otto Kandler (1920–2017) e Mark Wheelis, em 1990, baseada em comparações de sequências nucleotídicas de RNA ribossômico (RNAr) conservadas, o que permitia a comparação de organismos bastante diferentes, a partir das quais construíram uma **árvore filogenética**.

A partir das análises desses autores, os organismos foram agrupados em três domínios, podendo este ser subdividido em reinos, sendo eles:

1. *Bacteria* – Formado pelos organismos procariontes mais comuns na natureza;
2. *Archaea* – Formado por procariontes que vivem em condições ambientais extremas;
3. *Eukarya*, que inclui todos os organismos eucariontes, subdivididos em reinos:
 - a. *Fungi* - Fungos (leveduras unicelulares, bolores multicelulares e cogumelos);
 - b. *Plantae* - Plantas (musgos, samambaias, coníferas e plantas com flores);

- c. *Animalia* - Animais (esponjas, vermes, insetos e vertebrados);
- d. Outros grupos de organismos que antes eram classificados como Protistas (algas verdes, amebozoa, alveolados, entre outros).

Este esquema é amplamente aceito pelos cientistas, e a relação evolutiva entre os três domínios continua sendo estudada até hoje.

A partir desta grande classificação dos seres vivos, eles são agrupados novamente de acordo com a similaridade das suas características e a cada um é dado um **nome científico**. É preciso lembrar que como vivemos em um mundo habitado por milhares de seres vivos, e para que esses nomes sejam dados e não ocorra nenhum problema, são estipuladas uma série de regras. Sendo elas:

1. Para cada organismo são dados dois nomes (um binômio) e esses nomes vão identificar o gênero e o epíteto específico, assim, caracterizando a espécie do organismo.
2. O nome do gênero deve ser iniciado com letra maiúscula e deve ser um substantivo e o nome da espécie com letra minúscula, sendo geralmente um substantivo.
3. O binômio deve ser escrito sempre sublinhado ou em *itálico*.
4. Os nomes científicos geralmente tem origem no latim, ou são latinizados pela adição de sufixos.

Além dessas classificações, todos os organismos também podem ser classificados em subdivisões, que formam uma **hierarquia taxonômica**. Esta classificação considera que mesmo que cada espécie seja única, algumas vão ser relacionadas geneticamente, daí, um grupo de espécies semelhantes do ponto de vista genético formam um **gênero**, gêneros semelhantes formam uma **família**, um grupo de famílias formam uma **ordem**, um grupo de ordens formam uma **classe**, um grupo de classes formam um **filo**, filios relacionados entre si formam um **reino**, e reinos semelhantes são agrupados no mesmo **domínio**.

Sendo assim, cada organismo tem um nome científico (permitindo reconhecer o gênero e espécie), pertence a uma família, uma ordem, uma classe, um filo, um reino e um domínio. Uma observação é que para alguns desses podem ser classificados mais de um, e também subcategorias.

Os fungos do gênero *Trichoderma* por exemplo, sem citar espécies, são classificados biologicamente e segue a seguinte hierarquia

| | |
|-----------------|--------------------|
| Domínio: | Eukarya |
| Reino: | Fungi |
| Filo: | Ascomycota |
| Classe: | Sordariomycetes |
| Ordem: | Hypocreales |
| Família: | Hypocreaceae |
| Gênero: | <i>Trichoderma</i> |

Dando ênfase ao filo a que pertencem os fungos gênero *Trichoderma*, cabe pontuar que ele não é o único filo do Reino Fungi. Esse reino é dividido em cinco filios, que organizam os fungos baseando essa organização a partir de comparações de sequências nucleotídicas de RNA ribossômico (RNAr) conservadas, sendo eles:

1. Filo Chytridiomycota – Fungos aquáticos caracterizados pela formação de zoósporos flagelados com um único flagelo, que ajudam na sua movimentação.
2. Filo Zygomycotas – Fungos terrestres que apresentam hifas cenocíticas (sem divisão nos filamentos)
3. Filo Glomeromycota – Fungos que se associam a partir de relações mutualísticas com raízes de plantas (realizando as endomicorrizas – associação com a interação intracelular com o hospedeiro), assim, absorvendo minerais e água do solo para a planta e recebendo dela energia e carbono.
4. Filo Basidiomycota – Fungos comumente chamados de cogumelos, apresentando geralmente reprodução sexuada e estruturas típicas de reprodução, os basídios. Além de apresentar organismos de aspecto algodinoso, o filo também possui organismos unicelulares chamados de leveduras.
5. Filo Ascomycota – Filo que compreende o maior grupo desse reino, caracterizado pela presença de hifas septadas (filamento dividido por pequenas paredes transversais), com estruturas típicas de reprodução, os ascos. Este filo também possui organismos leveduriformes. É deste filo que o gênero *Trichoderma* faz parte.

Neste momento, explore o uso de imagens que exemplifiquem as características dos filios citados.

Observe que o último filo é o Ascomycota, do qual o *Trichoderma* faz parte. A partir da abordagem da caracterização de seu reino e filo, explique que iremos entender melhor a respeito de características básicas dos fungos do gênero *Trichoderma* e como elas influenciam no seu comportamento estudando no próximo tópico a morfologia desses organismos e como seu metabolismo funciona.

Morfologia e Metabolismo

Iniciando a abordagem a respeito dos fungos do gênero *Trichoderma*, comece caracterizando eles como organismos heterótrofos, eucariontes, multicelulares e que recebem a classificação de fungos filamentosos, mais conhecidos como mofos e/ou bolores.

Esses fungos tem origem a partir de **conídios**, estruturas responsáveis pela reprodução assexuada desses organismos, produzidos em cadeias, nas extremidades de conidióforos. Para que germinem, os conídios precisam de calor e humidade, que quando disponíveis, resulta na formação de tubos germinativos, que se ramificam bastante e em vários níveis – divisões primárias formam secundárias, e assim por diante – formando filamentos que são chamados de **micélios**, responsáveis pelo desenvolvimento do fungo e a absorção de alimentos. Os micélios, por sua vez, são constituídos de filamentos, que podem ser simples ou ramificados, denominados de **hifas**, e estas podem ser classificadas como cenocíticas (apresentando filamentos contínuos e muitos núcleos) ou septadas (aquelas que apresentam septos com um ou dois núcleos e é a encontrada nesse gênero). É nas hifas que estão contidos o material genético, formando a sua unidade estrutural, e são elas que promovem a fixação do fungo no solo e sua reprodução.

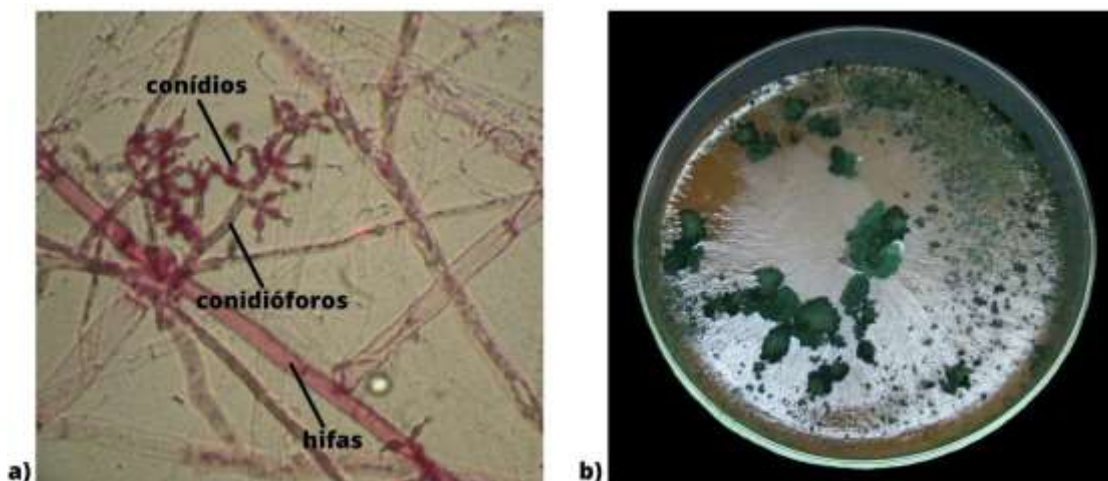


Figura 1. Imagem de microscopia de hifas, conidióforos e conídios, de fungos do gênero *Trichoderma* (a). Micélios verdes de fungos do gênero *Trichoderma* cultivados em meio de cultura (b).

Esse gênero de fungo é reconhecido por seu crescimento rápido em cultura, presença de rede micelial septada, aérea, muito ramificada, com produção de estruturas brancas ou verdes e conídios em tufos.

Uma observação importante é a respeito da classificação dos fungos de acordo com sua reprodução. Essa classificação os divide em três grupos, sendo eles:

1. **Teleomorfo** – Realiza apenas reprodução sexuada.
2. **Anamorfo** – Realiza apenas reprodução assexuada.
3. **Holomorfo** – Realiza ambas as reproduções, sexuada e assexuada.

A partir dessa classificação, além de caracterizar o fungo do gênero *Trichoderma* como um fungo heterótrofos, eucariontes, multicelulares e filamentoso – como foi feito no início da unidade – caracterize-o também como anamorfo, em sua maioria, mas apresentando algumas poucas espécies teleomorfas.

Outra característica morfológica importante é sua estrutura celular. Suas células são formadas por uma **membrana plasmática** e por **organelas** que estão dispersas no citoplasma, e além dessas características, também possui uma **parede celular**, que é uma estrutura extremamente importante por sua composição e complexibilidade.

A parede celular desse fungo é formada por **polissacarídeos** que apresentam diversas funções biológicas, tendo em maior concentração as **glicanas**, responsáveis por oferecer força, integridade mecânica, ações de defesa e ação contra fungos patogênicos – características únicas desse gênero – e **quitinas**, composto insolúvel em água e muito

presentes em paredes celulares de fungos filamentosos, classificação onde o gênero *Trichoderma* faz parte. Outro componente encontrado são as **proteínas**, que estão em sua maioria ligadas a molécula de manose, formando manoproteínas, que tem como função a adesão entre células, variabilidade antigênica e habilidades imunomoduladoras.

A partir desta descrição, podemos concluir que a parede celular desses fungos é bastante rígida, então, já que não realizam fotossíntese pela ausência de clorofila, sua nutrição é feita a partir da absorção de nutrientes que são simples e solúveis, obrigando esses organismos a viverem e obterem seus nutrientes a partir da decomposição de matéria morta (saprofitismo), como parasitas, a partir de simbiose ou mutualismo.

A partir destas relações, comente que esses fungos podem produzir metabólitos tóxicos, que podem ser usados como antifúngicos, antibacterianos ou antivirais, apresentando efeitos diversos em fungos e bactérias de interesses médios e também agrícolas, como a produção de enzimas líticas que degradam a parede celular de variadas espécies de outros fungos e seu potencial como estimulador do crescimento e germinação de plantas com as quais estabelece relações.

Todas essas e outras características morfológicas e metabólicas que ainda serão abordadas nas próximas unidades, dão ao fungo do gênero *Trichoderma* as qualidades necessárias para o seu uso no Controle Biológico. Mas antes de entendermos de fato como se dá a sua aplicação, ainda temos alguns pontos de discussão e aprendizado.

Outros conhecimentos a respeito deles, como as características ecológicas, moleculares e biotecnológicas que abordaremos na Unidade 3 também são importantes, como por exemplo, sua forma de nutrição.

Não esqueça de encerrar o conteúdo, com a atividade para casa, o objetivo é que o aluno continue em contato o assunto estudado e que a próxima unidade se inicie a partir da discussão dos resultados das pesquisas.

Pesquisa para discussão

COMO OS FUNGOS DO GÊNERO *TRICHODERMA* OBTÉM NUTRIENTES?

UNIDADE 3

HABITAT, INTERAÇÕES ECOLÓGICAS,
BIOLOGIA MOLECULAR E BIOTECNOLOGIA.



Solo, habitat de fungos do gênero *Trichoderma* e outros organismos.

Esta Unidade abordará o habitat em que os fungos do gênero *Trichoderma* estão presentes, quais nutrientes eles necessitam e como, a partir de Interações Ecológicas, eles obtêm esses nutrientes. Também serão relacionadas informações importantes a respeito de estudos relacionados a variabilidade genética desses organismos, como elas acontecem, e quais as vantagens de estudos relacionados a sua biologia molecular para o seu uso em técnicas biotecnológicas.

UNIDADE 3 – Habitat, Interações Ecológicas, Biologia Molecular e Biotecnologia

Habitat e Interações Ecológicas

Os fungos estão presentes em qualquer lugar, em todas as partes do planeta. Eles são encontrados no ar, na água, no solo, sobre animais e vegetais, na matéria orgânica, nos produtos alimentícios, na indústria têxtil, na indústria farmacêutica entre outros. Tente questionar os alunos em quais outros lugares eles podem estar.

Destaque que habitat original de sobrevivência e proliferação do gênero *Trichoderma* são solos – todos os tipos, mas principalmente os que possuem matéria orgânica, e a rizosfera e em sua maioria, tem como necessidades nutricionais o carbono (C), o nitrogênio (N), o oxigênio (O), o zinco (Zn), dentre outros elementos característicos de fungos saprófitos, que garantem energia e crescimento vegetativo. Outros elementos que são considerados importantes para o desenvolvimento deste gênero os sais, como o magnésio (Mg), que aumenta a capacidade de crescimento de algumas espécies e o gás carbônico (CO₂) que em alta concentração pode garantir um rápido crescimento mesmo em habitats diferentes do típico desse gênero.

Como vimos no capítulo anterior, os fungos são organismos heterótrofos, ou seja, dependem de outros organismos para obterem seus nutrientes ou a partir decomposição de matéria morta (saprotismo) ou de interação com outros organismos vivos.

As interações ecológicas, que fazem parte do quadro de comportamento desse gênero de fungo, são:

1. Mutualismo – Essa interação é caracterizada como uma interação simbiótica – relação a longo prazo entre organismos diferentes – onde os dois organismos envolvidos na relação são beneficiados.
2. Parasitismo – Essa interação simbiótica é caracterizada por trazer benefícios para apenas uma das partes envolvidas, nesta relação o parasita não costuma matar o hospedeiro.
3. Competição – Essa interação é caracterizada pela competição entre dois organismos, pelos mesmos recursos, onde há um ganhador e um perdedor.

Esse gênero de fungo, pode estabelecer essas relações se proliferando nas raízes de plantas (realizando as ectomicorrizas – associação sem a interação intracelular com o hospedeiro), sobre cascas ou sobre **esclerócios** – estruturas de resistência formada por

micélios de fungos parasitas, quando estes estão sem hospedeiro, permitindo sua sobrevivência até que as condições ambientais sejam favoráveis para sua germinação.

As relações mutualísticas com as diversas plantas com as quais podem se relacionar garantem a ele carbono e nitrogênio e para elas, nutrientes do solo, captados e transferidos pelos fungos e a prevenção de fungos fitopatógenos. Estudos comprovam que quando há interações entre fungos fitopatógenos e fungos do gênero *Trichoderma*, estes últimos se sobressaem e se classificam como antagonistas, parasitando, ou produzindo substâncias que inibem ou matam fungos patogênicos.

Relacione para os alunos que é principalmente por essas características que estes fungos são largamente usados e estudados para o Controle Biológico. Mas as suas potencialidades não se limitam apenas para com as relações ecológicas que eles estabelecem com as plantas e fungos patogênicos, mas também para com seu potencial tecnológico, como veremos a seguir.

Biologia Molecular e Biotecnologia

Como vimos nos tópicos anteriores, os fungos do gênero *Trichoderma* são, em sua maioria, fungos anamorfos, ou seja, realizam apenas reprodução assexuada a partir da esporulação. Por esse motivo seus estudos genéticos nem sempre foram possíveis, já que não apresentam os mesmos mecanismos de recombinação genética possíveis em fungos que realizam reprodução sexuada.

Porém, no ano de 1952, foi descoberto, por Guido Pontecorvo (1907-1999) e J. A. Roper, o **ciclo parassexual** em fungos, e a partir daí, a genética de fungos anamorfos começou a ser amplamente estudada.

Aprofunde a explicação sobre o ciclo parassexual, que se caracteriza pela presença, durante a reprodução assexuada, de fusão de hifas que possuem núcleos diferentes (anastomose de hifas), fusão de núcleos haploides (n), indução artificial de meiose em células diploides (2n) (haploidização) e/ou permuta mitótica, oferecendo a possibilidade de variabilidade genética para fungos que não realizam o ciclo sexual e abrindo oportunidades de estudo e mapeamentos a respeito de suas ordens genéticas e de grupos de ligação.

Nos fungos do gênero *Trichoderma* estudados nesse sentido, foram encontrados como mecanismos, para a reprodução de núcleos geneticamente diferentes,

principalmente a fusão de núcleos haploides, podendo formar organismos diploides ($2n$), em sua maior parte por recombinação, com praticamente o dobro de material genético, e a anastomose de hifas.

Exemplifique, para finalizar, que alguns resultados que demonstram avanços tecnológicos em relação ao uso dos fungos na indústria são a recombinação e melhoramento genético de fungos como os do gênero *Trichoderma*, que tem grande importância econômica, a possibilidade, por meio do uso da fusão de núcleos haploides (n), de aumentar a eficiência de colonização, de melhorar linhagens e induzir o desenvolvimento de resistência desses fungos e a explicação para o surgimento de novas espécies de fungos fitopatógenos – aqueles que podem causar doenças às plantas. Fornecendo, principalmente às agroindústrias, melhores resultados com o uso desse gênero de fungo no Controle Biológico.

Para encerrar o conteúdo, passe a atividade para casa, o objetivo é que o aluno continue em contato o assunto estudado e que a próxima unidade se inicie a partir da discussão dos resultados das pesquisas.

Pesquisa para discussão

COMO EXATAMENTE OS FUNGOS DO GÊNERO *TRICHODERMA* SÃO UTILIZADOS NO CONTROLE BIOLÓGICO?

UNIDADE 4

APLICAÇÕES DO *TRICHODERMA* COMO AGENTE NO CONTROLE BIOLÓGICO.

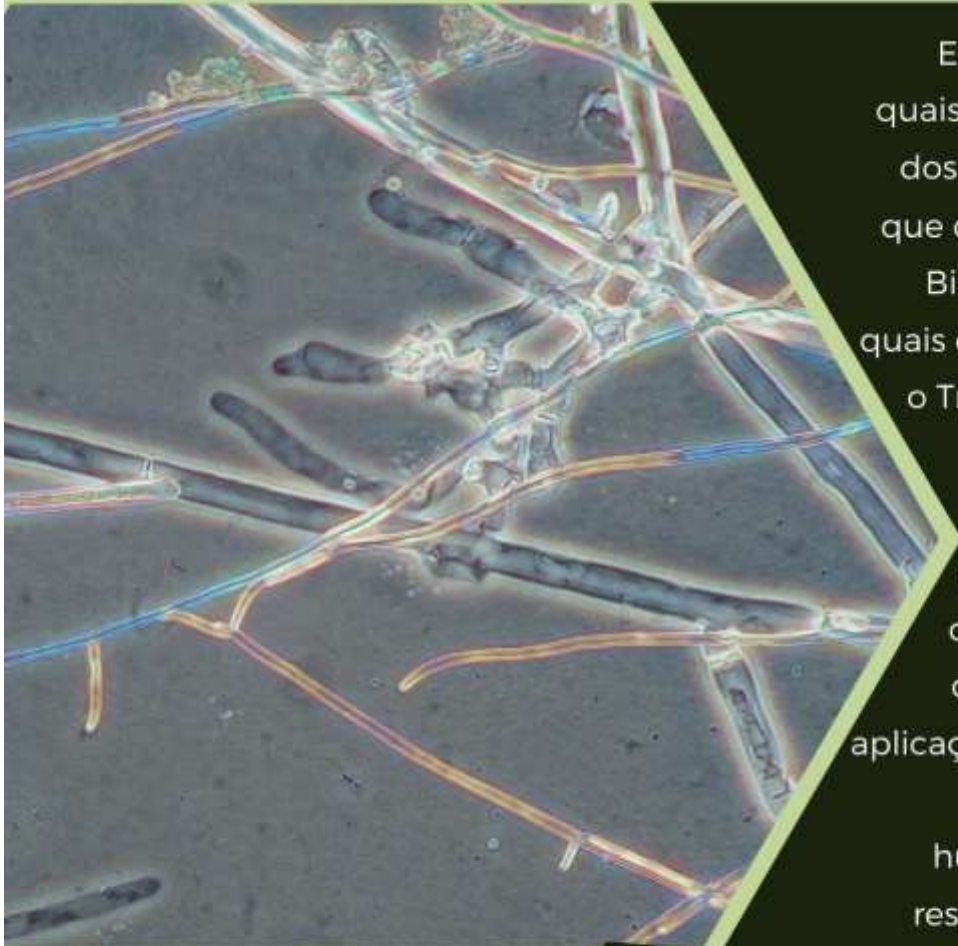


Imagem de microscopia de hifas de fungos do gênero *Trichoderma* enroladas em hifas de um fungo parasitado.

Esta unidade, trata de apresentar quais são as principais características dos fungos do gênero *Trichoderma* que o permite ser usado no Controle Biológico, como é a sua atuação e quais os benefícios que a relação com o *Trichoderma* traz para as plantas.

Além disso, o objetivo da unidade é relacionar como os assuntos estudados no decorrer do material se aplicam de forma prática através de suas aplicações para trazer benefícios tanto ao ambiente quanto para o ser humano, e fomentar a pesquisa a respeito dos principais trabalhos já realizados que comprovam o potencial desse fungo no biocontrole..

UNIDADE 4 - Aplicações do *Trichoderma* como agente no Controle Biológico.

A singularidade do *Trichoderma*

Como vimos no decorrer das Unidades 1, 2 e 3, os fungos do gênero *Trichoderma* apresentam características bem peculiares que os diferenciam de outros fungos, nesse momento, faça uma revisão de quais características são essas.

Busque complementar as características citadas pelos alunos comentando a respeito do grande oportunismo que esses organismos apresentam, permitindo a eles uma alta capacidade para colonizar ambientes diferentes, como por exemplo: Antártida, Caribe, Amazônia e até mesmo do Saara. Outra característica interessante que complementa a primeira, é sua capacidade de adaptação, já que, apesar de ser mais presente em solos ácidos e climas temperados, podem produzir estruturas de resistência para sobreviver em condições diversas.

O *Trichoderma* conta com o mecanismo de liberação enzimas extracelulares, facilitando sua nutrição e sobrevivência em variados ambientes e condições. Apresentam também, genes codificadores de proteínas que conseguem reparar células danificadas e proteínas da membrana celular que secretam metabólitos, facilitam a absorção de nutrientes e secretam substâncias tóxicas absorvidas pelas células. Além desses, há presença de genes codificadores de enzimas como glicanases, quitinases, e proteases, envolvidas no processo de antagonismo de cepas de fungos que causam doenças em plantas (enzimas que irão quebrar a parede celular do fungo-alvo), além da sua capacidade de parasitá-los, estabelecendo com a planta, uma relação de mutualismo, onde as duas partes são beneficiadas.

Levando em consideração que o uso de organismos vivos como agentes no Controle Biológico depende de sua capacidade de colonização, sobrevivência, disseminação em diferentes condições ambientais e de seus diversos mecanismos de defesa e adaptação (características que foram estudadas no decorrer do material), o gênero *Trichoderma* se apresenta, a partir das características comentadas, como um antagonista forte, apresentando defesas, competição, micoparasitismo e antibiose, estabelecendo um eficaz Controle Biológico e ainda uma relação de mutualismo com a planta, absorvendo nutrientes, mas estimulando o crescimento e resistência delas, como veremos a seguir.

Potenciais do *Trichoderma* no combate de pragas e estímulo a plantas

Como vimos no início desta Unidade, os fungos do gênero *Trichoderma* estão presentes em todos os tipos de solo, na rizosfera, e em ambientes com muita matéria orgânica. Essas afirmações evidenciam quão bons competidores por espaço físico e nutrientes eles são, além de serem bons decompositores de matéria orgânica. Esse bom desempenho em competições, garante o seu potencial antagônico, já que na competição, apenas uma das espécies é beneficiada.

Além disso, como já foi citado anteriormente, organismos do gênero *Trichoderma* possuem a capacidade de parasitar outros fungos para obter nutrientes. Essa capacidade está relacionada com a habilidade que eles possuem de se enrolar, penetrar e destruir conteúdos citoplasmáticos dos fungos parasitados a partir da degradação da parede celular, pela liberação de diversas enzimas, como quitinases, glicanases e proteases, que facilitam o parasitismo, mesmo que os fungos propensos a serem parasitados tenham defesas. Esse processo descrito é chamado de **micoparasitismo**.

Outro mecanismo apresentado pelo *Trichoderma* é a produção de metabólitos que apresentam variados potenciais de aplicabilidade, secretando moléculas que possuem atividade **antifúngica** e/ou **entomopatogênica**, podendo combater também insetos praga, como os pulgões, a partir da atração de predadores e/ou parasitas dessas pragas.

Outro ponto a se levar em consideração é a alta tolerância desses fungos a **estresses oxidativos**. Algumas plantas produzem oxidativos para afastar possíveis agentes patogênicos, evitando o acesso de fungos e outros microrganismos aos tecidos da planta, induzindo neles a elevação da produção de oxigênio, causando efeitos de inibição de crescimento ou a morte imediata.

Porém, o gênero *Trichoderma* possui uma tolerância a esses oxidativos, e ainda a capacidade de induzir a diminuição dos níveis de oxidante liberado pela planta depois que ele já está em contato com os tecidos dela, estabelecendo uma relação de mutualismo. Assim, os fungos do gênero *Trichoderma* estimulam as defesas destas plantas contra insetos, bactérias, fungos filamentosos, nematoides, entre outros antes do ataque do patógeno, evitando estresses e o contato com o invasor, ou seja, prepararam as respostas imunes específicas da planta, reconhecendo e memorizando o ataque de patógenos. Além disso, os fungos do gênero *Trichoderma* estimulam um crescimento mais rápido das plantas (raízes, sementes, frutos e folhas).

Vale a pena ressaltar que as relações estabelecidas pelo *Trichoderma* não são com tipos de plantas específicos e/ou particulares, podendo se relacionar com as mais variadas espécies de plantas.

Todos esses pontos comentados dão a esse gênero de fungo o seu alto potencial de aplicação no Controle Biológico. Variados estudos a respeito desses potenciais já foram feitos e alguns exemplos desses resultados foram:

1. A comprovação de que a aplicação em conjunto de quitinases e glicanases (liberadas no micoparasitismo), são tão eficientes para o controle de *Botrytis cinerea* (espécie de fungo que ataca videiras) quanto a aplicação de fungicidas químicos (MONTE, 2001);
2. Evidências de que a atividade metabólica desses fungos contribuirá para o desenvolvimento de bioestimulantes e bioprotetores para plantas mais ecológicas que os existentes atualmente (MARRA *et al.*, 2019);
3. Constatação de uma germinação de sementes de pimentão mais rápida e uma altura maior de plantas de pepino, assim como um peso seco maior de plantas de tomate, pepino e pimentão quando cultivadas em solo com concentrações de conídios de *Trichoderma* (CHANG *et al.*, 1986).

Não esqueça de encerrar o conteúdo, com a atividade para casa, o objetivo é que o aluno continue em contato o assunto estudado e que ele relacione, a partir da discussão dos resultados das pesquisas, como esse fungo pode trazer benefícios para a sua vida.

Pesquisa para discussão

QUAIS OS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E SOCIAIS DO USO DO CONTROLE BIOLÓGICO?

QUAIS AS OUTRAS APLICAÇÕES DO *TRICHODERMA* COMO AGENTE NO CONTROLE BIOLÓGICO JÁ FORAM REALIZADAS?

UNIDADE 5

PRODUÇÃO DE MEIO DE CULTURA, COLETA E CULTIVO DE FUNGOS DO GÊNERO *TRICHODERMA*.



Meios de cultura produzidos para o cultivo de fungos do gênero *Trichoderma*.

A última Unidade desta Sequência de Ensino por Investigação se baseia na proposição de uma aula prática de produção de meio de cultura, coleta e cultivo de amostras de solo, com o objetivo de identificar o crescimento do fungo do gênero *Trichoderma*, comprovando sua ampla distribuição geográfica.

UNIDADE 5

Observações sobre a prática proposta

O passo a passo proposto aqui é um guia base para a implementação da prática de produção de meio de cultura para crescimento fúngico, coleta e cultivo de amostras de solo em sala de aula para a identificação de fungos do gênero *Trichoderma*. Esta atividade pode ser realizada por qualquer professor, por isso leva em consideração as diversas realidades escolares, propondo o uso de materiais e técnicas alternativas e didáticas, diferente das realizadas em laboratórios estéreis e paramentados.

Algumas observações a serem feitas são em relação as quantidades propostas, que são apenas modelo, para uma produção maior de meios e amostras de solo, a orientação é que você, professor, adapte segundo sua realidade. As medidas também foram adaptadas para um melhor entendimento geral e aplicabilidade por parte dos alunos e todas as etapas devem ser mediadas pelo professor, para que o resultado pretendido seja obtido.

Vale ressaltar que a partir das amostras de solo, irão crescer além de fungos do gênero *Trichoderma*, outros tipos de fungos e outros organismos que vivem ali, como bactérias, por exemplo. Por isso, ao final da instrução da prática, serão evidenciadas algumas imagens de organismos do gênero de *Trichoderma* isolados, pontuando suas características, para uma melhor identificação desses fungos nos meios produzidos pelos alunos.

Materiais Para a produção do Meio de Cultura

- Luva;
- Álcool 70%;
- Recipiente plástico para o uso de micro-ondas ou panela caso for usar fogão;
- Colher;
- Proveta ou Copo de medidas;
- Gelatina sem sabor – 1 pacote e meio ou 18g;
- Tempero de carne sabor legumes e arroz – 1 pacote de 5g;
- Açúcar – 3 colheres de sobremesa;
- Água – 150ml;
- Placas de Petrin descartáveis (encontradas facilmente na internet) ou copos de café descartáveis transparentes, uma para cada aluno.

Produção do Meio de Cultura

1. Coloque as luvas e higienize-as com álcool 70%;



2. Utilizando a proveta ou o copo de medidas, adicione 150 ml de água em um recipiente plástico e coloque no micro-ondas por 2 minutos;



3. Retire o recipiente com a água quente do micro-ondas e utilizando a colher, misture a água enquanto adiciona 1 pacote e meio (18g) de gelatina sem sabor;



4. Em seguida, ainda misturando, adicione 1 pacote de tempero para carne sabor legumes e arroz (5g);



5. Pare de misturar por um instante, adicione as 3 colheres de sobremesa de sobremesa de açúcar e volte a misturar e continue até que a solução fique homogênea;



6. Sem demorar muito para o meio não esfriar e solidificar, posicione as Placas de Petri ou os copos descartáveis, e despeje o meio de cultura em cada uma das placas ou dos copos, até que seus fundos sejam preenchidos pelo meio de cultura (não precisa exagerar) e deixe-os solidificar.



Importante: Deixe os meios de cultura solidificando por cerca de 20 minutos, em temperatura de 20°C – podem ser colocados na geladeira. Para testar se solidificou, apenas movimente a placa ou o copo, **não encoste no meio para não o infectar** com outra coisa que não seja a amostra de solo.

Observações importantes sobre a produção do meio de cultura no experimento modelo

- No experimento modelo foram utilizados o recipiente plástico e o micro-ondas para que a água fosse esquentada, mas o uso da panela também é eficaz, coloque a água no fogo até que chegue perto do ponto de fervura, retire, e siga a sequência de produção;
- No experimento modelo foram usadas Placas de Petri para verter o meio de cultura, mas os copos descartáveis também foram testados, e funcionam igualmente;
- No experimento modelo foi usado uma proveta para medir as quantidades de água, mas o copo de medidas pode substituí-la.
- Para cada 150ml de água, são 1 pacote e meio de gelatina sem sabor (18g), 1 pacote de tempero para carne sabor legumes e arroz (g) e 3 colheres pequenas de açúcar, caso queira aumentar a produção, faça sempre de forma proporcional.

Materiais para a Coleta das Amostras de Solo

- Recipientes plásticos – mínimo 5;
- Espátula;
- Proveta ou copo de medir;
- Colher.

Coleta da Amostra de Solo

7. Enquanto o meio solidifica, pegue um recipiente plástico, a espátula e a colher, procure um solo de serra pilheira – onde o gênero *Trichoderma* é facilmente encontrado e siga as instruções:
 - a. Cave um buraco que tenha ± 4 cm de profundidade, e colete, com a colher, colocando o solo coletado dentro de um dos recipientes plásticos;



8. Adicione 200ml de água em outro recipiente plástico e separe um recipiente plástico vazio;



9. Utilizando o recipiente plástico vazio que você acabou de separar, adicione nele uma colher de sobremesa ($\pm 10g$) do solo coletado;
10. Logo em seguida, utilizando a proveta ou copo de medidas, adicione 60ml de água limpa neste mesmo recipiente que recebeu a colher se solo;



11. Homogeneíze bem os 60ml de água e a colher o solo coletado ($\pm 10g$) e espere descansar por 5 minutos, até que a terra e a água fiquem separadas (decantação);



12. Despeje, em outro recipiente plástico limpo, somente a água “suja”, evitando despejar a terra que está no fundo (observe na segunda imagem, a terra em um recipiente e a água com a amostra em outro);



13. Identifique quantos ml de água filtrada com a amostra você obteve (utilizando o copo de medidas ou a proveta), e adicione a mesma quantidade de água limpa – no caso do experimento modelo, foi identificado que foram obtidos 50ml de água com a amostra, foi adicionado então, mais 50ml de água limpa. Depois disso misture bem, e reserve.



Materiais para o Cultivo das Amostras do Solo no Meio de Cultura

- Meios de cultura solidificado nas Placas de Petri ou nos copos descartáveis.

- Cotonetes;
- Amostra do Solo;
- Tesoura e Fita Crepe;
- Caneta permanente;

Cultivo das Amostras do Solo no Meio de Cultura

Com o meio de cultura já solidificado e a amostra de solo pronta para cultivo, separe as placas com os meios, a amostra, os cotonetes e a fita crepe.

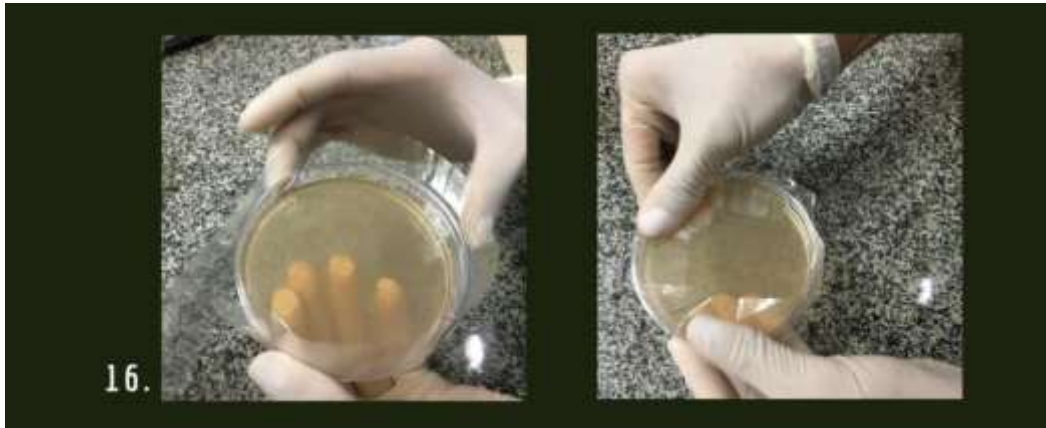
14. Segure sempre na parte azul do cotonete, evitando contato com a parte do algodão. Molhe um lado do cotonete na água com a amostra de solo, e transfira levemente para o meio de cultura seguindo a orientação em zigue-zague como representado pela linha vermelha na imagem;



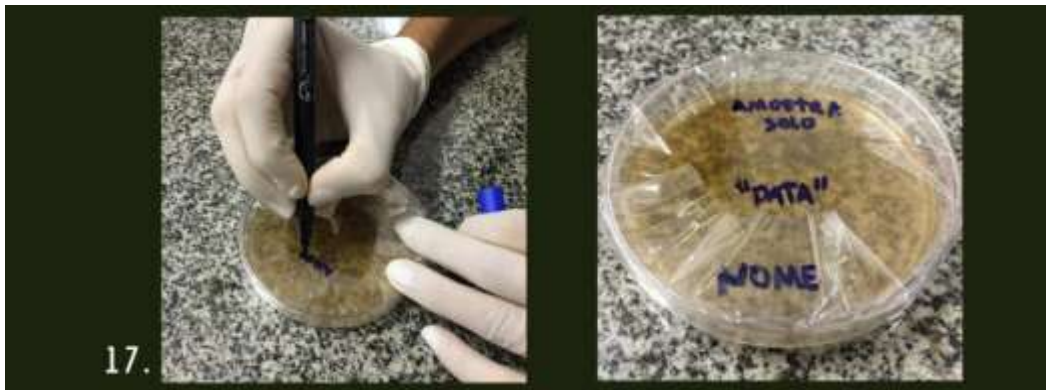
15. Logo em seguida, ainda na mesma placa, molhe a outra ponta do cotonete, e transfira levemente para o meio, ainda em zigue-zague, mas seguindo a orientação da linha azul, representada na imagem;



16. Feche a placa com fita crepe, passando-a por todas as suas bordas com muito cuidado, se certificando que está realmente fechado;



17. Nomeei a placa com a caneta permanente descrevendo de forma resumida: o nome da amostra, a data de coleta da amostra e nome de quem a fez;



18. Guarde na geladeira, ou em ambiente climatizado em 20°C por no mínimo 4 dias, e depois analise os resultados junto com a turma.

Resultados e Discussões

Como ressaltamos no início da Unidade, nos meios produzidos e plaqueados com a amostra de solo, não crescerão apenas os fungos do gênero *Trichoderma*. Nas placas também crescerão outros gêneros de fungos de solo e bactérias por exemplo, por isso, as orientações abaixo demonstram como identificar se cresceram fungos do gênero *Trichoderma*.

Para identificar os fungos do gênero *Trichoderma* nos meios de cultura, analise a característica macroscópica marcante, que é a formação de colônias de coloração branca-verde ou amarelada-verde. Veja 4 exemplos de espécies de *Trichoderma* nas imagens a seguir:

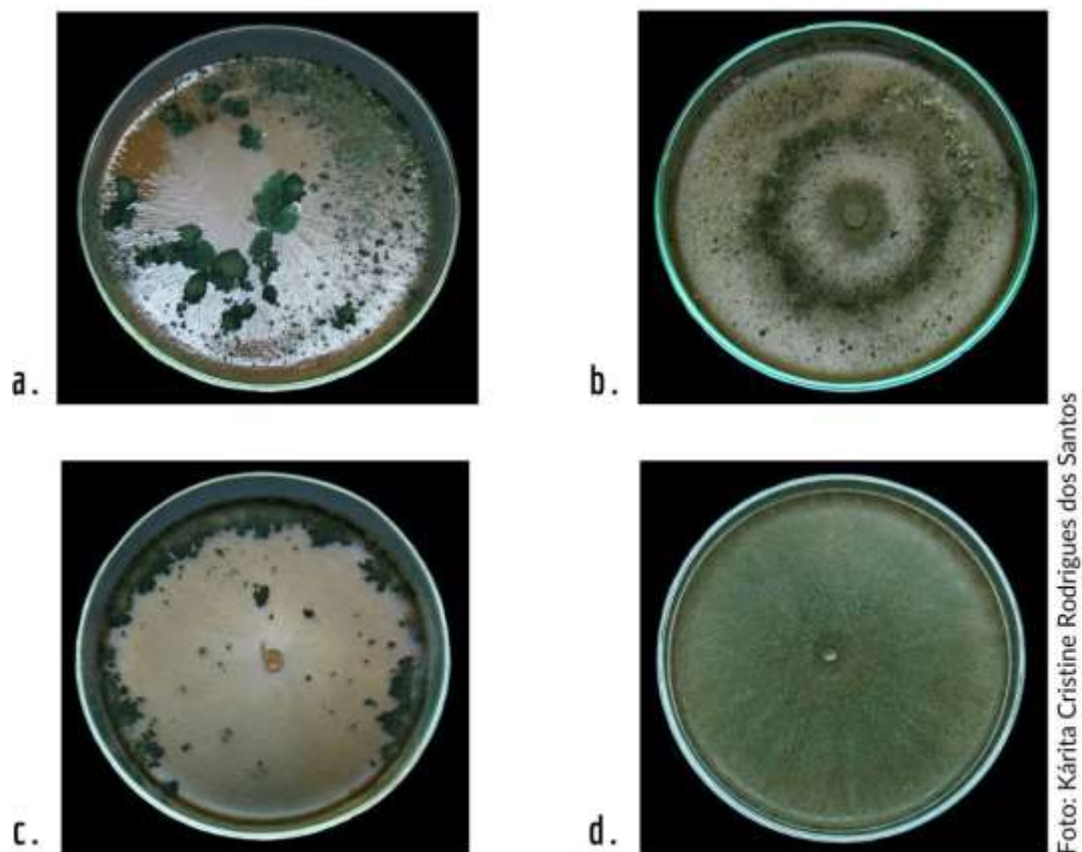


Figura 2. Cultivo em placas de isolados de *Trichoderma spp.2* (a), *Trichoderma asperelloides* TR-356 (b), *Trichoderma harzianum* ALL-42 (c) e *Trichoderma spp.1* (d).

Conclusão do experimento e da Sequência de Ensino

A proposta é que a aula prática seja encerrada quando os resultados forem visíveis, por meio de uma revisão dialogada com os alunos, a respeito das características dos fungos do gênero *Trichoderma* trabalhadas no decorrer das unidades, como a partir delas os assuntos de Classificação Biológica, Nomenclatura científica, Biologia Celular, Bioquímica, Ecologia, Biologia Molecular e Biotecnologia puderam ser estudados e seu papel como agente Controle Biológico, comprovando a partir do experimento, como são encontrados e cultivados facilmente.

BIBLIOGRAFIA

BOSSOLAN, N. R. S. **Introdução à microbiologia**. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2002.

BLACK, J. G. **Microbiologia: Fundamentos e Perspectivas**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2002.

CARVALHO, A. M. P. D. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013.

CORAB-ADEL, C. **Biodiversidade do gênero Trichoderma (HYPOCREALES – FUNGI) mediante técnicas moleculares e análise ecofisiográfica**. 2004. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Instituto de Biociências. Rio Claro. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de Biologia Celular e Molecular. Rio Claro, SP, 2004.

FERREIRA, G. A. **comparativa de glicanas e quitinas da parede celular de espécies de Trichoderma e a relação desses polissacarídeos no pareamento com fitopatógenos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Goiás (UFG). Anápolis. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências aplicadas a produtos da saúde. Anápolis, GO, 2018.

FRAGA, M. E. *et al.* Bioprospecção de Trichoderma spp. com potencial enzimático. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 9-16, 2021.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; STAHL, D. A. **Microbiologia de Brock**. 14ª ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2016.

MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; DA SILVA, J. C. (org.). **Trichoderma: uso na agricultura**. Embrapa Soja-Livro científico (Alice), 1º ed., 2019.

MOLINARO, E. M.; CAPUTO, L. F. G.; AMENDOEIRA, M. R. R. (org.). **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde**, v. 5. 2012.

MOREIRA, C. Classificação de Whittaker. **Revista de Ciência Elementar**, v. 2, n. 4, p. 250, 2014.

SANTOS, E. **Material Complementar ao livro Sistemática Vegetal I: Fungos.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

SILVA, I. F. **Caracterização Genética por parte de Recombinantes em *Trichoderma pseudokoningii*.** 1996. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba. Área de concentração: Genética e Melhoramento de Plantas. Piracicaba, SP, 1996.

TELES, N.; FONSECA, M.J. A Importância do Microscópio Ótico na Revolução Científica-das práticas educacionais à representação museológica. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 20, p. 126-140, 2019.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. (org.). **Microbiologia.** 12^a ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.