

A UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS ATIVAS COMO RECURSO DIDÁTICO NA ABORDAGEM CTS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA

THE USE OF ACTIVE PACKAGING AS A TEACHING RESOURCE IN THE STS APPROACH: AN EXPERIENCE REPORT IN MICROBIOLOGY EDUCATION

Maria Clara Barbosa Nascimento.
Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RESUMO

O presente trabalho buscou relatar e discutir acerca da utilização de embalagens ativas (EA) com potencial antimicrobiano como recurso didático no ensino de microbiologia, por meio da fundamentação na abordagem ciência, tecnologia e saúde (CTS). A pesquisa apresenta um caráter qualitativo, descritivo e exploratório no formato de relato de experiência desenvolvido durante uma aula prática da disciplina de microbiologia na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A atividade ocorreu por meio da utilização e aplicação de EA em uma aula prática. Essa, foi precedida por uma teórica referente a temática, bem como pelo semeio de fungos em placas de Petri, prática comum do currículo da disciplina, a fim de integrar os temas de microbiologia por meio da comparação entre alimentos acondicionados em embalagens plásticas convencionais e ativas incorporadas com óleo essencial de laranja (*Citrus sinensis*) (OE). Os resultados evidenciaram que a aplicação das EA favoreceu a compreensão e assimilação dos conceitos referentes a microbiologia, como crescimento e resistência microbiana, por meio da contextualização de problemáticas reais do cotidiano, como a contaminação alimentar por microrganismos, e possíveis soluções a partir da aplicação de biotecnologias emergentes. Do mesmo modo, houve também o desenvolvimento de competências intrínsecas a abordagem. A aplicação desse recurso didático apresentou também potencial de instrumento para o processo formativo de docentes, visto que reflete uma atividade inovadora que quebra com práticas tradicionais de ensino a fim de promover um processo de ensino-aprendizagem contextualizado e integrado com a ciência, tecnologia e sociedade.

Palavras-chave: biologia, acessibilidade, inclusão, recursos de ensino, ensino de biologia.

RESUMO EM OUTRO IDIOMA

The present study sought to report and discuss the use of active packaging (AP) with antimicrobial potential as a didactic resource in the teaching of microbiology, based on the science, technology, and health (STH) approach. The research has a qualitative, descriptive, and exploratory character in the format of an experience report developed during a practical class of the microbiology discipline at the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE). The activity occurred through the use and application of AP in a practical class. This was preceded by a theoretical class on the theme, as well as by the sowing of fungi in Petri dishes, a common practice in the discipline's curriculum, in order to integrate microbiology themes by comparing food packaged in conventional plastic and active packaging incorporated with orange essential oil (*Citrus sinensis*). The results showed that the application of AP favored the understanding and assimilation of concepts related to microbiology, such as microbial growth and resistance, by contextualizing real-world problems, such as food contamination by microorganisms, and possible solutions based on the application of emerging biotechnologies. Likewise, there was also the development of competencies intrinsic to the STH approach: the investigative and, mainly, the critical through reflections on the theme. The application of this didactic resource also presented potential as an instrument for the teacher training process, since it reflects an innovative activity that breaks with traditional teaching practices in order to promote a teaching-learning process that is contextualized and integrated with science, technology, and health.

Palavras-chave em outro idioma: biology, accessibility, inclusion, teaching resources, biology teaching.

1. INTRODUÇÃO

A biologia é uma área do conhecimento direcionada para a formação de jovens críticos e conscientes de seu protagonismo como transformadores de suas realidades. Ao tratar de temas como ecologia, genética, saúde, microbiologia e evolução, torna-se possível a compreensão de fenômenos naturais e sociais que impactam a vida no planeta, promovendo uma visão integrada entre ciência, tecnologia e meio ambiente (Delizoicov et al., 2002). Dessa forma, quando desenvolvido de forma contextualizada,

o ensino de biologia favorece a alfabetização científica dos estudantes e estimula a autonomia intelectual frente a questões do cotidiano (Semilarski; Laius, 2021).

Mais do que a simples memorização de conceitos, o ensino nessa área assume um papel formativo voltado à compreensão crítica da ciência como prática humana e social. Como afirma Chassot (2003), a educação científica necessita ser concebida como um instrumento de leitura e intervenção no mundo, capacitando o aluno a entender a complexidade dos fenômenos biológicos e suas múltiplas faces éticas, sociais e ambientais a fim de estimular a contextualização e problematização de conteúdos de forma dinâmica e interdisciplinar.

No entanto, ao longo da história, as estratégias de desenvolvimento e execução de práticas que possibilitam essa realidade educacional têm sido pouco efetivas para lidar com as disparidades e inovações que surgem frente a toda dinâmica científica da atualidade. Com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais (2022), o processo educativo no ensino superior de ciências biológicas deve garantir uma formação teórica e prática sólida sobre os processos biológicos e ecológicos, bem como sobre os fundamentos da educação científica para a construção do conhecimento (Ferguson, 2022).

Entretanto, a realidade vivenciada pelos discentes no ensino superior difere, em sua maioria, da execução prática e significativa das diretrizes que regem o ensino de biologia nas universidades (Kranzfelder et al., 2020). Isso ocorre porque, historicamente, os cursos de biologia se estruturam em abordagens tradicionais que focam na memorização dos conteúdos de forma descontextualizada e teórica devido a obstáculos relacionados a estrutura curricular dos cursos, bem como quanto aos aspectos históricos e metodológicos do ensino (Elkhidir, 2020). Assim, essa dissociação entre o saber científico e o saber didático reflete em um modelo ainda centrado na transmissão de conteúdos, pouco direcionados para a experimentação e problematização prática.

Ao direcionar o olhar para a microbiologia, ramo da biologia que estuda os microrganismos e seus processos biológicos, os desafios não são diferentes. Em insituições de nível superior, o ensino dessa disciplina foi construído com base em tendências pedagógicas tradicionais, conteudistas, que se consolidou por meio do modelo positivista que ainda prevalece em diversos cursos da área de biológicas (Dias; Gomes, 2021). Esse formato de ensino defende o acúmulo de informações aliado à aplicação metodológica do conhecimento por meio de relações hierárquicas

entre professor e aluno (Murer *et al.*, 2022). Além disso, a combinação de fatores estruturais, formativos e culturais limitam a inovação no processo de ensino-aprendizagem, como a formação insuficiente de docentes voltada para a adoção de metodologias como a resolução de problemas (*Problem Solving*) e abordagens pedagógicas que possibilitam a construção do conhecimento de forma significativa (Santos; Santos; Moreira, 2020).

Como proposta para contornar essa problemática, a abordagem CTS surge para promover uma visão multidisciplinar entre o conhecimento científico com questões sociais e tecnológicas da contemporaneidade (Neto; Medeiros; Bezerrilho, 2023). Essa perspectiva no ensino busca proporcionar aos estudantes a capacidade de analisar o papel da ciência e tecnologia na sociedade, por meio de uma educação mais reflexiva e contextualizada (Geschwindt *et al.*, 2024). O ensino por meio da CTS passa a ser mediado por recursos como os digitais, experimentos e materiais didáticos que estimulam a investigação e que aproximam os alunos das questões que servem de base para as aulas (Medeiros; Bertini, 2024).

Segundo Santos (2007), os principais objetivos do enfoque CTS para o ensino de microbiologia são: alfabetizar científica e tecnologicamente os indivíduos para que se tornem preparados para processos de tomada de decisão, promover o pensamento crítico e a independência intelectual, bem como capacitar os estudantes para a busca de informação sobre a Ciência e Tecnologia (C&T) da vida moderna, com o intuito de analisá-la e definir os valores implicados. Assim, ao adotar essa abordagem, os professores promovem maior engajamento e protagonismo estudantil.

No ensino de microbiologia, essa abordagem apresenta grande potencial, pois permite que os indivíduos compreendam que os microrganismos, a biotecnologia, os antibióticos e as contaminações alimentares não são apenas conceitos isolados, mas elementos integrados a processos sociais e tecnológicos que afetam diretamente a saúde e o meio ambiente (Soares, 2023). Dentre os materiais com potencial de aplicação no contexto CTS em aulas de microbiologia, destacam-se as EA para alimentos. Diante do contexto social de insegurança alimentar e contaminação de alimentos por microrganismos, essas matérias apresentam compostos ativos aditivados em suas matrizes poliméricas capazes de interagir com a atmosfera circundante e com os alimentos, mantendo assim a integridade dos produtos (Sharma *et al.*, 2020). Dentre esses compostos, destacam-se os óleos essenciais, que contêm compostos antimicrobianos como o eugenol, que atuam como barreira contra o

crescimento de microrganismos, representando uma solução sustentável e eficaz no combate à contaminação microbiológica (Pavlátková et al., 2023).

A utilização de temas atuais e relevantes, como as embalagens antimicrobianas, no currículo de microbiologia, está alinhada às diretrizes da ABNT NBR ISO 21001, que estabelece requisitos para sistemas de gestão de organizações educacionais. Essa norma retrata sobre a importância de práticas educacionais que atendam às necessidades dos estudantes e promovam a melhoria contínua da aprendizagem por meio de inovações pedagógicas (ABNT, 2020). Assim, a implantação de práticas pedagógicas inovadoras, como o uso de recursos didáticos, contribui para a conformidade com esses requisitos e para a qualidade da educação superior, como afirma Fiorese e Trevisol (2021).

Com base nisso, o presente trabalho teve como objetivo relatar, discutir e refletir sobre a aplicação de EA com potencial antimicrobiano como recurso didático na disciplina de microbiologia por meio da abordagem CTS, destacando seus aportes no processo de ensino-aprendizagem na área de microbiologia no ensino superior, por meio de uma pesquisa desenvolvida no formato de relato de experiência.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho representa uma pesquisa qualitativa, de caráter descritivo e exploratório, desenvolvida no formato de relato de experiência. A autora atuou exclusivamente como observadora do processo educativo, registrando interações, percepções e resultados visíveis ao longo da prática.

Dito isto, a atividade foi ministrada por um dos professores responsáveis pela disciplina de microbiologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, durante uma aula prática realizada em laboratório. Os participantes, aqueles regularmente matriculados na disciplina e que estiveram de acordo com a aplicação do recurso didático, foram previamente informados, em aulas teóricas, sobre a natureza da atividade.

A prática foi precedida por uma aula expositiva ministrada pelo professor responsável sobre conceitos como crescimento fúngico, atividade antimicrobiana, resistência e controle microbiano, garantindo a fundamentação teórica necessária para a compreensão dos eventos analisados. Os estudantes participaram ainda de um momento de contextualização, no qual foram retomadas as relações entre EA e

contaminação microbiológica com os conteúdos da disciplina, ressaltando a relevância dos materiais empregados para a discussão CTS.

No dia da aplicação, houve inicialmente a execução de uma prática de cultivo de fungos filamentosos e leveduras em placas de Petri e tubos de ensaio por meio da orientação do professor e monitores. Essa atividade, comum do currículo da disciplina, teve como finalidade introduzir e reforçar conceitos da microbiologia como o crescimento microbiano, contaminação, resistência e segurança microbiológica, bem como condições ideais de desenvolvimento fúngico. Durante essa etapa, os discentes puderam visualizar e discutir acerca das colônias fúngicas, suas morfologias e interpretar os fatores relacionados ao seu crescimento.

Após o cultivo e observação, foi ministrada a etapa prática dedicada à aplicação das EA.

Para isso, os estudantes foram convidados a se organizarem em um grande grupo ao redor das bancadas no laboratório e receberam do professor três materiais: uma embalagem convencional de plástico contendo um pão, bem como imagens do mesmo alimento mantido em EA, além das EA físicas. Os alimentos presentes na embalagem tradicional, bem como os representados na imagem foram acondicionados durante sete dias, a fim de promover a comparação do possível crescimento fúngico.

As EA foram produzidas em laboratório por meio de dois componentes básicos, o amido e glicerol. O primeiro atuou como matriz polimérica, e o segundo como agente solidificante. O OE de laranja foi aditivado na matriz do material durante o preparo, numa porcentagem de 15%. Ao final da elaboração, essa mistura foi vertida em placas de Petri e adicionadas em estufa, numa temperatura de 40 °C, durante 14 horas para obtenção do material sólido (Rodríguez et al., 2025).

Assim, durante essa etapa inicial, os estudantes puderam manipular as embalagens, observar sua estrutura, textura, além de formular hipóteses referentes a sua utilidade. Em seguida, os discentes tiveram contato com o OE utilizado na produção das EA para analisar, por meio do rótulo presente na embalagem, seus componentes e aroma. Após isso, os discentes puderam embalar pedaços de pães cortados previamente pelo professor numa dimensão de 2cm X 2cm nas EA, discutindo os aspectos microbiológicos envolvidos por meio da comparação do alimento mantido na embalagem tradicional com os presentes nas EA.

Essa discussão ocorreu por meio da observação macroscópica da formação de

cores existentes no pão mantido na embalagem de plástico com relação aos representados nas imagens. A condução dessa etapa ocorreu de modo dialógico, por meio do estímulo de questionamentos e reflexões dos estudantes. Foram retomados conteúdos de aulas práticas anteriores, como a relação entre os componentes presentes nos meios de cultivos tradicionais (como o meio *Sabouraud* típico para o semeio de fungos) e o crescimento microbiano, de forma que os alunos pudessem estabelecer conexões existentes entre o desempenho dos microrganismos observados nas placas de Petri e o esperado nas embalagens.

Durante a experiência, a pesquisadora fez registros observacionais contínuos que foram compilados por meio de descrições referentes às ações dos estudantes, suas interações, dúvidas, modos de resolução e compreensão das etapas da atividade realizada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação das EA como recurso didático permitiu analisar resultados com relação à integração entre ciência, tecnologia e sociedade. A observação dos registros ao longo da aplicação evidenciou que a utilização das EA como recurso didático, promoveu um ambiente propício para o amadurecimento e desenvolvimento de conteúdos e competências críticas, investigativas e interpretativas como proposto pela abordagem CTS.

Do ponto de vista conceitual, foi possível verificar que as EA ampararam a compreensão acerca dos temas microbiológicos, especialmente referente as condições que influenciam o crescimento microbiano, deterioração dos alimentos e os mecanismos de ação dos componentes antimicrobianos presentes no OE. O contato com um alimento real submetido a embalagem em sacola plástica tradicional favoreceu a visualização de comportamentos microbianos habituais em um alimento comum do cotidiano dos alunos. Isso favoreceu uma aprendizagem conceitual sólida e contextualizada. Tal prática é considerada importante, uma vez que para Delizoicov; Angotti e Pernambuco (2002):

A vida cotidiana dos alunos deve ser o ponto de partida da atividade pedagógica, pois é nela que se encontram as situações concretas que possibilitam a problematização dos conteúdos científicos. A instituição de ensino precisa reconhecer que os conhecimentos prévios dos estudantes fazem parte de sua história social e cultural, e que a aprendizagem ocorrerá de forma mais significativa quando as novas informações se relacionarem com aquilo que o aluno vivencia em seu dia a dia.

É por meio dessa aproximação entre ciência e realidade que o ensino pode ganhar sentido para o estudante e estimular sua participação ativa no processo educativo (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

Além disso, a prática que antecedeu a aplicação proporcionou aos estudantes o contato com colônias fúngicas, suas morfologias, pigmentação, textura e padrões de crescimento. Isso proporcionou não somente o entendimento prático sobre fatores ambientais, como a umidade, temperatura e disponibilidade de nutrientes, mas também serviu de suporte conceitual para a compreensão dos mecanismos de ação das EA durante a prática.

Posteriormente, durante a manipulação das embalagens, houve a discussão de assuntos que já tinham sido trabalhados na aula teóricas e práticas. Um dos temas mais evidentes foi referente ao crescimento microbiano. Nessa etapa, ao observarem o pão mantido na embalagem plástica tradicional, os discentes puderam relacionar esse fenômeno com o típico gráfico de crescimento microbiano atribuído a Arthur Sator e Frederick Ward.

Por meio dele, foi possível associar cada fase do gráfico (fase lag, log ou exponencial, estacionária e de declínio ou morte) com os mecanismos das EA em estender a fase de latência e reduzir a velocidade da fase exponencial, aumentando assim a vida útil do produto alimentício, por exemplo.

Além disso, foi possível observar a formação de colônias fúngicas, especialmente de fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*, típicos contaminantes de alimentos que coincidentemente foram semeados pelos estudantes na prática que antecedeu a aplicação das EA (Visagie et al., 2024). Isso favoreceu a compilação de saberes referentes a capacidade de colonização desses microrganismos em diferentes substratos, especialmente em alimentos que contém carboidratos, visto que utilizam esses componentes como fonte de energia e carbono para sobrevivência (Cardoso et al., 2022).

Em contrapartida, a falta ou redução de microrganismos nos pães acondicionados nas EA mostradas nas imagens promoveu a relação com o conceito de inibição microbiana por compostos bioativos presentes no OE. Dessa forma, os estudantes puderam compreender o fenômeno analisado com a atuação dos fenóis, como o eugenol presente no óleo, em diferentes estruturas celulares. Dentre elas, destaca-se o potencial de desestabilizar a membrana plasmática devido a sua natureza hidrofóbica que lhe permite interagir com os lipídeos e, conseqüentemente,

aumentar sua permeabilidade. Em último caso, pode promover a morte de microrganismos como afirma Alkuwari e Colaboradores (2022).

Além desse, outro tema que teve destaque na discussão foi sobre o conceito de resistência microbiana. Ao conectar a relação dos agentes antimicrobianos com as EA, foi possível concluir que quando esses compostos são liberados, nem todas as células são eliminadas de forma instantânea. Assim, as sobreviventes, que possuem alguma forma de resistência, podem se multiplicar por diferentes mecanismos, como a formação de biofilmes, mas também por meio de modificações em estruturas celulares (como em enzimas e na parede celular) que visam impedir a atuação desses componentes na célula (Souza et al., 2022).

Dessa forma, durante a prática, foi discutido sobre a liberação controlada do OE e dosagem correta com base na determinação de estudos científicos em prol de melhorias na qualidade das EA. Essa aplicação direta dos conceitos essenciais de microbiologia proporcionou a consolidação do eixo ciências da abordagem CTS, visto que foi possível não somente aplicar, mas também observar de forma empírica os fenômenos e a validação de teorias científicas, como a da ação antimicrobiana.

No entanto, além da compreensão e correlação de conceitos técnicos da disciplina, foi permitido visualizar o pensamento crítico acerca da biotecnologia e sua variedade de tecnologias alimentícias na sociedade atual. Após a comparação dos alimentos acondicionados em diferentes condições, os alunos puderam compreender as problemáticas relacionadas ao armazenamento eficaz de alimentos, que está diretamente ligado à segurança alimentar. Esse tipo de consideração vai de encontro com o que afirma Santos (2007), que diz que a abordagem CTS deve promover a reflexão crítica com relação aos impactos sociais da ciência e tecnologia, visto que a alfabetização científica deve priorizar a interdisciplinaridade entre os eixos da ciência, tecnologia e sociedade para a formação de cidadãos críticos e conscientes de suas decisões.

Nesse contexto, a utilização de EA, como as aplicadas nessa prática, está em acordo com os princípios da abordagem CTS, visto que proporcionou a articulação com os saberes científicos (como os referentes a resistência microbiana e métodos de produção de EA, por exemplo), mas também aos impactos sociais da problemática causada pela contaminação microbiológica e o ensino como ferramenta de disseminação e discussão desses saberes.

Ademais, a integração proporcionada por essa abordagem buscou romper com a fragmentação dos conhecimentos tradicionais trabalhados durante a disciplina e evidenciar que os problemas do dia a dia, como a contaminação de alimentos, podem ser utilizados como ponto de partida para as aulas de microbiologia. Esse método visa a compreensão da natureza e suas complexidades em bases científicas, a fim de “educar pesquisando, pesquisar educando”, ou seja, promover um processo educativo dinâmico no qual seja possível formular novas hipóteses e estruturar a elaboração de conhecimentos essenciais para a compreensão de mundo (Demo, 1996; Galiazzi, 2003). Desse modo, o aluno é condicionado a adotar um papel de pesquisador constante, capaz de formular, com base nessas hipóteses, possíveis soluções para problemas reais de suas realidades.

Cabe salientar também a importância de práticas pedagógicas inovadoras no ensino superior. Como afirma Fiorese e Trevisol (2021) em um de seus trabalhos, essas experiências modernizadas proporcionam o aumento no engajamento dos estudantes, a fim de construir e moldar o saber em bases críticas e colaborativas. Esse ponto de vista dialoga diretamente com as observações realizadas durante as aplicações das EA. Ao inserir materiais comuns e explorados no mundo industrial e em pesquisas científicas, por exemplo, as aulas passam a romper com práticas tradicionais de ensino. Isso ocorre porque a utilização desses materiais visa proporcionar a integração de áreas que são tão próximas e que merecem ser mais exploradas (Fiorese; Trevisol, 2021).

Outro ponto relevante para a discussão é referente à formação docente. Diversos docentes do ensino superior que ministram a disciplina de microbiologia são responsáveis por projetos de pesquisas que promovem o desenvolvimento de materiais biotecnológicos funcionais e de aplicação para solucionar contratempos rotineiros (Freitas; Silva, 2021). No entanto, é possível observar o distanciamento e a fragmentação dessas produções com os ambientes de docência. Isso ocorre por diversos fatores como questões estruturais, limites quanto ao uso de insumos laboratoriais, tempo reduzido de planejamento e principalmente devido à formação desses professores é predominantemente científica e não pedagógica (Nóvoa, 1992). Muitos ingressam na docência após longos anos dedicados à produção de pesquisas laboratoriais com pouca ou nenhuma capacitação pedagógica. Nesse contexto, como afirma Elkhidir (2020), a estrutura das universidades promove a compartimentalização

do conhecimento que ocasiona a transposição de saberes entre pesquisa e ensino que carece de mecanismos que visam unir essas áreas e não as separar.

Dessa forma, fica evidente que a utilização de EA no ensino de microbiologia com base em uma abordagem que integra a ciência, tecnologia e sociedade promove a integração de conhecimentos teóricos da disciplina por meio de correlações de problemas corriqueiros do cotidiano com materiais que, mesmo produzidos por métodos laboratoriais que parecem distantes do usual, permitem a assimilação significativa e amplificação dos conhecimentos que vão além da disciplina. Essa prática, alinhada ao enfoque CTS é essencial também para a formação de uma docência mais interdisciplinar e contextualizada com as questões sociais da contemporaneidade, visando o estímulo do “educar pesquisando, pesquisar educando”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a aplicação para verificar o potencial das EA como recurso didático no ensino, foi possível concluir que houve a promoção de contribuições para o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de microbiologia. A experiência reforçou a importância da utilização de práticas inovadoras e transformadoras que favorecem a construção ampla e ativa dos saberes científicos por meio de abordagens integrativas e interdisciplinares, como a CTS. A utilização dessa abordagem mostrou-se fundamental para integrar seus três eixos e favorecer discussões e questionamentos que alcançaram questões sociais e tecnológicas da atualidade, como segurança alimentar e os processos biotecnológicos para produção de EA, por exemplo.

Além disso, ficou evidente que a utilização de atividades pedagógicas inovadoras, como a utilização dessas embalagens, possuem capacidade de romper com práticas tradicionais de ensino ainda predominantes no ensino superior, a fim de proporcionar a construção do conhecimento de forma interdisciplinar e significativa. Após a aplicação das EA, ficou evidente também a necessidade de fortalecer a aproximação entre pesquisa científica e espaços docentes para promover o protagonismo estudantil e formar cidadãos críticos cientificamente para serem agentes transformadores de suas realidades com base na investigação, curiosidade e inovação.

REFERÊNCIAS

ALKUWARI, A; HASSAN, Z. U.; ZEIDAN, R.; AL-THANI, R.; JAOUA, S. Occurrence of mycotoxins and toxigenic fungi in cereals and application of yeast volatiles for their biological control. **Toxins**, v. 14, n. 6, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 21001:2020** – Sistemas de gestão para organizações educacionais – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CES nº 7, de 18 de outubro de 2022. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Ciências Biológicas**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 51, 19 out. 2022.

CARDOSO, F. C.; CALDAS, M.; MURATORI, M. C. S. Fungos e aflatoxinas em cereais: uma revisão. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 2, n. 2, 2022.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. **Ensino de Física: revisitando a formação inicial de professores**. Brasília: FUNPEC/Programa de Apoio à Educação em Ciências, 2002.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1996.

DIAS, J. F.; GOMES, A. P. Ensino de microbiologia no ensino superior: desafios e perspectivas pedagógicas. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Saúde**, v. 9, n. 2, 2021.

ELKHIDIR, N. Effective teaching strategies in biological education: present and future prospects. **Open Science Journal**, v. 5, n. 4, 2020.

FERGUSON, S. L. Teaching What Is “Real” About Science: Critical Realism as a Framework for Science Education. **Sci Educ (Dordr)**, v. 31, n. 6, 2022.

FIGLIARELLI, C. E.; TREVISOL, M. T. C. Práticas pedagógicas inovadoras no ensino superior: relatos e análise de experiências em cursos de formação de professores. **Teoria e Prática da Educação**, v. 24, n. 2, p. 122–141, 2021.

FREITAS, H. P.; SILVA, A. C. Pesquisa e ensino no ensino superior: reflexões sobre o papel do docente pesquisador. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, 2021.

GALIAZZI, Maria do Carmo. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de Ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

GESCHWINDT, B.; MILLER, I.; ROY, D.; BROWNE, M. A. A concept for international societally relevant microbiology education and microbiology knowledge promulgation in society. **Microbial Biotechnology**, v. 17, 2024.

KRANZFELDER, P.; BANKERS, F. J. L.; GARCÍA, O. M.; MELLOY, M.; MOHAMMED, S.; WARFA, A. R. M. Undergraduate biology instructors still use mostly teacher-centered discourse even when teaching with active learning strategies. **BioScience**, v. 70, n. 10, p. 901-913, 2020.

MEDEIROS, F. V. G.; BERTINI, L. M. Recursos didáticos para o ensino de ciências: possibilidades e desafios. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 10, n. 34, set. 2024.

MURER, M.C.R.; NEUENFELTD, D. J.; SCHUCK, R. J.; PAVAN, I. Concepções e tendências do ensino de Microbiologia na educação brasileira. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, 2022.

NETO, L. S.; MEDEIROS, K. S. C.; BEZERRIÇO, R. N. V. B. Microbiologia em livros didáticos de ciências e biologia: abordagem CTS e aplicabilidade do conhecimento. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 16, n. 1, 2023.

NÓVOA, A. **Os professores e a sua formação**. Porto: Porto Editora, 1992.

PAVLÁTKOVÁ, L.; SOVLJANSKI, O.; ERCEG, T. Insight on incorporation of essential oils as antimicrobial substances in biopolymer-based active packaging. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 103, n. 3, p. 1097–1104, 2023.

RODRÍGUEZ, L. C.; HERNÁNDEZ, C. A. S.; LÓPEZ, M. R.; CONTRERAS, J. V. H.; MALO, A. L.; CORRIPIO, M. A. L. Development of edible films based on pectin and essential oil extracted from orange (*Citrus sinensis*) peel using a central composite design. **CYTA – Journal of Food**, v. 23, n. 1, 2025.

SANTOS, R. F.; SANTOS, J. B.; MOREIRA, C. A. Veterinary Medicine and Problem-Based Learning (PBL): an experience applied to the disciplines of Microbiology and Immunology. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020.

SANTOS, W. L. P. **Abordagem CTS e ensino de ciências: uma perspectiva interdisciplinar**. Campinas: Papirus, 2007.

SEMILARSKI, H.; LAIUS, A. Exploring biological literacy: a systematic literature review of biological literacy. **European Journal of Educational Research**, v. 10, n. 3, 2021.

SOARES, A. C. M. Ensino de microbiologia: o que aprendemos após a pandemia?. **Revista Brasileira de Ensino de Biologia**, v. 25, n. 1, 2023.

SOUZA, A. L.; MARQUES, A. L. N.; ALMEIDA, L. C. M.; SILVA, P. A.; SANTOS, C. F. Embalagens biodegradáveis antimicrobianas com aplicação de nanotecnologia. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, 2022.

SHARMA, S.; KAUR, M.; KAUR, A.; SINGLA, M.; SING, H.; GOYAL, M.; DEB, M.; AHMAD, S. Essential oils as additives in active food packaging. **Trends in Food Science & Technology**, v. 108, 2020.

VISAGIE, C. M.; YILMAZ, N.; KOCSUBÉ, S.; FRISVAD, J. C.; HUBKA, V.; SAMSON, R. A.; HOUBRAKEN, J. A review of recently introduced *Aspergillus*, *Penicillium*, *Talaromyces* and other *Eurotiales* species. **Studies in Mycology**, v. 107, 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder força e resiliência ao longo dos cinco anos de graduação. Agradeço, com todo meu coração, pelas oportunidades grandiosas que Ele me proporcionou, por todas as vezes que me ensinou diante de situações sobre o seu amor infinito, misericordioso e bondoso. Sua presença em minha vida fortalece a minha fé e a esperança para continuar seguindo por caminhos de luz.

Gostaria de agradecer também aos meus pais, Janaina e Ricardo, não somente pela minha vida, mas por todos os sacrifícios vivenciados na busca de me proporcionar uma vida de boa qualidade e com ótimas oportunidades. Cresci sem a presença cotidiana dos dois na mesma casa, mas me encho de orgulho em dizer que em todos os momentos da vida vocês se fizeram presentes e nunca soltaram minha mão. Esses anos de faculdade só foram possíveis graças aos dois. Ter meus pais comigo fez e faz a diferença. São meus amigos, confidentes, colo, fonte de carinho, amor e afeto infinito. Janaina, que foi mãe tão jovem, obrigada por ser fonte de força e persistência, eu te amo infinitamente. Ricardo, um viajante destemido pelas estradas da vida, gratidão eterna pelo trabalho duro que sempre me proporcionou o melhor, eu te amo com todo meu coração.

Agradeço também as minhas avós, Josinete e Terezinha, por serem fonte de amor puro e afeto. A força de vocês duas me inspiram e me fazem ser uma pessoa melhor. Minha avó Jô, que orgulho em ter crescido ao seu lado, em ter sido alfabetizada por uma mulher tão inteligente e forte. Minha avó Teca, gratidão por tudo que a senhora fez e faz por mim, você é fonte de afeto infinito.

Ao meu avô Severino Remígio, que faleceu no ano de 2023 e não pôde estar em vida para ver a neta formada, minha eterna gratidão pelos 21 anos compartilhados juntos. O senhor faz uma falta enorme, a saudade é eterna. Eu te amo infinitamente.

Agradeço as minhas irmãs Maria Júlia e Maya Maria por me ensinar que o amor de irmãs transborda para fora do peito e me faz ter mais forças para lutar e seguir conquistando muitas vitórias. Se eu venço, vocês também vencem comigo.

Ao meu namorado Sérgio, meu companheiro, melhor amigo e confidente. Obrigada por ter me acompanhado e incentivado ao longos desses anos. Sua presença na minha vida faz a diferença e me ensina sobre persistência, sobre lutar pelos sonhos que merecem tanto da nossa disciplina e coragem. Você me inspira com sua dedicação ao trabalho fé e empatia pelas pessoas. Nunca vou esquecer de tudo que você fez e faz por mim, eu te amo com todo meu coração.

Agradeço também a todos os meus familiares Luciana (tia e madrinha), Clayton (tio), Lucas (primo), Alexandre (tio), Ângela (tia), Públio (tio), Elisângela (madrasta), Eliete (sogra), Sérgio (sogro), e a todos da família que direta e indiretamente me fizeram chegar até aqui. Toda preocupação, olhar de afeto, almoços preparados para o dia seguinte, caronas para o estágio e palavras de carinho foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui. Obrigada, minha tia Lú por ter me encorajado a fazer a matrícula do curso lá em 2020, nunca me esquecerei disso. Eu sou o que sou porque tenho todos vocês, minha grande família.

Aos meus amigos, em especial Maria Clara Ribeiro, Fernanda, Maria Luiza e Brenda, obrigada por todo o carinho e cumplicidade de todas vocês. Gratidão por serem minhas confidentes, por nunca soltar minha mão e estarem comigo sempre. Gratidão a minha amiga irmã Yasmim, dupla desde o início da faculdade até o fim da vida. Obrigada por todos os trabalhos apresentados, pelos nossos encontros para estudar, nossas conversas, nossos jantares no RU, por ser presente desde o início, eu amo você.

Ao meu orientador Marcos Barbosa pela disponibilidade em me orientar durante a produção do TCC, pelo acolhimento, confiança e apoio nessa fase tão desafiadora. Gratidão também a professora Glória Vinhas, da UFPE, pela orientação nos meus dois anos de iniciação científica (IC), por ser uma mulher inspiradora e gentil. Agradeço também a Marina Silva, quase uma co-orientadora de IC, por toda paciência, dedicação e ensinamentos, guardarei com muito carinho tudo que aprendi com você sobre o mundo acadêmico e a vida.

Por fim, agradeço a todos que um dia cruzaram o meu caminho, colegas de curso, professores, coordenadoras e colegas de estágio. De forma direta, todos

influenciaram meu caminho e minhas escolhas para que hoje eu estivesse celebrando essa conquista.