

Abordagem didática integrada no ensino de micoses: produção de modelos tridimensionais e identificação microscópica

Integrated didactic approach in teaching mycoses: production of three-dimensional models and microscopic identification

Danilo Ramos Cavalcanti¹, Ilvya Mirella Serra de Santana², Giovanna Elis Domingues Santos³, Maria Laura Cordeiro Bione⁴, Daniela Correia dos Santos⁵, Alana Milena Oliveira dos Santos⁶, Julyana Viegas Campos Cavalcanti⁷

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo investigar a efetividade de uma abordagem didática integrada no ensino de micoses humanas por meio da produção de modelos tridimensionais representativos das principais categorias (superficiais, cutâneas, subcutâneas e sistêmicas), avaliando a aquisição de conhecimento teórico e a capacidade dos estudantes de reconhecer, de forma microscópica, os agentes fúngicos relacionados aos modelos produzidos. Para isso, foram confeccionados quatro modelos didáticos representando diferentes tipos de micoses: pitíriase versicolor, esporotricose, criptococose e candidíase, com base em características clínicas e morfológicas descritas na literatura. A exposição ocorreu durante a "Semana Universitária 2024" da Universidade de Pernambuco. Os modelos foram utilizados em uma atividade extensionista com 111 participantes, que também realizaram a identificação microscópica dos fungos por meio de lâminas preparadas. Os resultados mostraram que 91,9% dos participantes conseguiram correlacionar os modelos tridimensionais com os respectivos agentes fúngicos observados ao microscópio, e 95,5% afirmaram que os modelos facilitaram esse processo. Com isso, a abordagem proposta mostrou eficácia no processo de ensino-aprendizagem, acessível quanto aos recursos utilizados, e relevante para a formação de estudantes de Ciências Biológicas.

Palavras-chave: Micologia Médica. Modelos didáticos tridimensionais. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effectiveness of an integrated teaching approach to human mycoses through the production of three-dimensional models representing the main categories (superficial, cutaneous, subcutaneous, and systemic). This model assessed the acquisition of theoretical knowledge and the students' ability to recognize, microscopically, fungal agents related to the models. To this end, four teaching models representing different types of mycoses were created: pityriasis versicolor, sporotrichosis, cryptococcosis, and candidiasis, based on clinical and morphological characteristics described in the literature. The presentation took place during the "University Week 2024" at the University of Pernambuco. The models were used in an extension activity with 111 participants, who also performed microscopic identification of the fungi using prepared slides. The results showed that 91.9% of participants were able to correlate the three-dimensional models with the respective fungal agents observed under the microscope, and 95.5% stated that the models facilitated this process. Thus, the proposed approach proved effective in the teaching-learning process, accessible in terms of the resources used, and relevant for the education of Biological Sciences students.

Keywords: Medical Mycology. Three-dimensional teaching models. Science Teaching.

¹ Doutor em Ciências Biológicas. Docente do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Pernambuco (ICB/UPE). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5577-2708>

E-mail: danilo.ramos@upe.br

² Bióloga. Mestranda em Biologia Celular e Molecular Aplicada - Instituto de Ciências Biológicas/ Universidade de Pernambuco (ICB/UPE). ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5506-055X>

³ Graduanda em Bacharelado em Ciências Biológicas - Instituto de Ciências Biológicas/Universidade de Pernambuco (ICB/UPE). ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2047-5408>

⁴ Graduanda em Bacharelado em Ciências Biológicas - Instituto de Ciências Biológicas/Universidade de Pernambuco (ICB/UPE). ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6629-4686>

⁵ Graduanda em Bacharelado em Ciências Biológicas - Instituto de Ciências Biológicas/Universidade de Pernambuco (ICB/UPE). ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9424-5255>

⁶ Graduanda em Bacharelado em Ciências Biológicas - Instituto de Ciências Biológicas/Universidade de Pernambuco (ICB/UPE). ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9140-7158>

⁷ Doutora em Saúde Pública. Docente do Centro Universitário da Vitória de Santo Antão (UNIVISA). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7663-8893>

1. INTRODUÇÃO

Os fungos apresentam-se nos mais diversos ecossistemas terrestres, podendo incluir as formas filamentosas, leveduriformes, zoospóricas (que ocorrem em organismos de vida livre ou simbióticos) e cogumelos. Estima-se que 155.000 espécies de fungos tenham sido descritas e que, possivelmente, milhões ainda precisem ser nomeadas. Taxonomistas fúngicos realizam descrição anual de aproximadamente 3.000 novas espécies, os quais passam por várias análises metagenômicas, com vistas à elaboração de uma árvore filogenética fúngica completa (HIBBETT; NAGY; NILSSON, 2025).

Estes organismos constituem um grupo com ampla distribuição geográfica, são heterotróficos, podendo ser unicelulares ou multicelulares (HYDE *et al.*, 2018). Do total de espécies de fungos descritas, cerca de 300 espécies apresentam potencial patogênico para seres humanos. As infecções fúngicas invasivas permanecem como um desafio significativo para a prática clínica, sobretudo em indivíduos imunocomprometidos ou com comorbidades (WICKES; WIEDERHOLD, 2018).

Micose é o termo empregado para reportar uma infecção causada por fungo. As micoses podem ser classificadas em: superficiais, cutâneas, subcutâneas e sistêmicas. A pitíriase versicolor é um exemplo de micose superficial da pele, crônica e não contagiosa, causada pelo fungo do gênero *Malassezia*, o qual é dependente de lipídios. As manifestações clínicas apresentam-se como manchas escamosas, descoloridas ou rosáceas, de contornos pouco a bem delimitados, geralmente afetando o tronco e os braços (KARRAY; MCKINNEY, 2023).

A candidíase, infecção causada por espécies do gênero *Candida*, podendo ser *albicans* ou não-*albicans*, causando infecções superficiais na pele ou nas superfícies mucosas do corpo. Entretanto, essa infecção pode manifestar sintomas cutâneos, sendo a candidíase vulvovaginal a forma mais comum, e sintomas sistêmicos, os quais podem afetar múltiplos órgãos, incluindo coração, cérebro e rins, e potencialmente levar ao choque séptico. *Candida auris* é uma espécie de alta importância na vigilância em saúde, uma vez que os que a adquirem, geralmente vêm a óbito (KATSIPOULAKI *et al.*, 2024).

Como exemplo de micose subcutânea, destaca-se a esporotricose, causada por espécies dimórficas do gênero *Sporothrix*, distribuída mundialmente, afetando tanto humanos quanto animais, especialmente felinos. Acomete a pele e os linfonodos, por meio da implantação traumática resultante de mordidas e/ou arranhões por felinos infectados (WALLER *et al.*, 2021).

A criptococose é uma infecção fúngica invasiva (sistêmica) de importância global, causada por leveduras do gênero *Cryptococcus*, disseminada em fezes de pombos. A prevalência ocorre principalmente em pacientes imunocomprometidos, resultando no aumento da pressão intracraniana e continua sendo uma doença com incidência e mortalidade altíssimas (GUSHIKEN; SAHARIA; BADDLEY, 2021).

Embora essas informações sejam de extrema importância, no contexto educacional superior, o ensino de Micologia, apresenta-se ausente ou trabalhados de forma superficial nos currículos de algumas instituições de ensino, em especial, na formação de estudantes de Ciências Biológicas. Os materiais didáticos utilizados carecem de atualização e especificidade para a área, culminando em não-padronização de termos e conflitos na filogenia do grupo dos fungos (BARCELOS; WEISER; GANIKO-DUTRA, 2025).

A busca por metodologias alternativas para o ensino de Micologia vem sendo aplicada em sala de aula, a fim de extrair o máximo de conteúdo dos livros didáticos com melhor proveito e também no processo de estruturação do ambiente escolar permitindo acesso e suporte às aulas práticas (REIS *et al.*, 2024). Nesse sentido, os modelos didáticos, favorecem o processo de ensino-aprendizagem, auxiliando na diminuição da complexidade e abstração dos conteúdos, favorecendo melhor visualização de estruturas e entendimento dos conceitos trabalhados em sala de aula (MOUL; SILVA, 2017).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi investigar a efetividade de uma abordagem didática integrada no ensino de micoses humanas por meio da produção de modelos tridimensionais representativos das principais categorias (superficiais, cutâneas, subcutâneas e sistêmicas), avaliando a aquisição de conhecimento teórico e a capacidade dos estudantes em reconhecer, de forma microscópica, os agentes fúngicos correlacionados aos modelos produzidos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, exploratória e descritiva, realizada com estudantes de graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas e aplicada também aos estudantes da educação básica, técnica e superior. Foi realizada no período de agosto a outubro de 2024. A amostra do tipo não probabilística por conveniência, visto que se tratava de um público bastante diversificado, representado por mais de vinte escolas que compareceram à exposição.

Foram elaborados quatro modelos didáticos tridimensionais representando os agentes etiológicos de diferentes micoses humanas: *Malassezia* spp. (pitíriase versicolor), *Sporothrix schenckii* (esporotricose), *Cryptococcus* spp. (criptococose) e *Candida* spp. (candidíase). A confecção dos modelos teve como base as características morfológicas observadas em preparações de cultura e sintomatologia em locais de principais acometimentos no corpo humano e descritas na literatura especializada.

Os materiais utilizados incluíram: argila de modelagem (tipo biscuit e argila polimérica) tintas acrílicas e pincéis, estruturas internas para sustentação, bases de isopor e papelão para fixação dos modelos; régua, estiletes, pinças e outros instrumentos de precisão.

A confecção abrangeu cinco etapas. Na primeira etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica e consulta a atlas de Micologia e imagens microscópicas para identificar as principais estruturas morfológicas de cada fungo (levando em conta leveduras, hifas, brotamentos, cápsulas, formas dimórficas, entre outras), assim como o formato das lesões causadas pelos fungos. A segunda etapa foi a de planejamento e esboço, na qual foram elaborados esboços bidimensionais das estruturas, visando orientar a proporção e o posicionamento das partes durante a modelagem em 3D.

A terceira etapa, a modelagem tridimensional, foi realizada manualmente com argila maleável. Cada fungo foi representado com ênfase em suas características macromorfológicas, utilizando placas de Petri de acrílico, como representação da cultura fúngica. A quarta etapa incluiu a pintura e o acabamento. Após a secagem dos modelos, foram aplicadas tintas para realçar as estruturas, utilizando cores contrastantes para facilitar a visualização didática. Na quinta e última etapa, os modelos foram fixados em bases estáveis (isopor e/ou papelão), com etiquetas identificadoras contendo o nome do agente fúngico e a micose correspondente.

Para a validação didática, os modelos foram analisados por docentes da área de Micologia para garantir fidelidade morfológica e adequação didática, sendo posteriormente utilizados em atividades educativas com os discentes.

Durante a ação extensionista realizada no evento “Semana Universitária 2024”, promovido pela Universidade de Pernambuco (UPE), foram aplicadas atividades educativas voltadas ao ensino de micoses humanas, com foco em infecções causadas pelas micoses cujos modelos foram previamente produzidos.

Inicialmente, os participantes foram brevemente instruídos com informações teóricas a respeito das referidas infecções fúngicas, incluindo aspectos clínicos e micológicos. Em

seguida, foram expostos aos modelos tridimensionais didáticos previamente confeccionados, representando morfologicamente os agentes etiológicos de cada micose.

Para avaliar o conhecimento adquirido e a eficácia da abordagem didática, foi elaborado um questionário estruturado, o qual continha os seguintes itens: perguntas sobre o conhecimento prévio dos participantes em relação às micoses abordadas; identificação de quais micoses os participantes já haviam ouvido falar e a capacidade de reconhecer microscopicamente os agentes fúngicos após a atividade, mediante observação de quatro microscópios ópticos, cada um contendo uma lâmina representativa de um dos fungos estudados (as lâminas foram cedidas pelo Laboratório de Análises em Micologia Médica – LAMM, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Pernambuco); quantificação do número de fungos corretamente identificados pelos participantes (de um total de quatro); avaliação subjetiva sobre se os modelos tridimensionais contribuíram para facilitar a identificação microscópica dos fungos.

Os dados obtidos por meio dos questionários foram posteriormente analisados com o intuito de verificar a efetividade da proposta pedagógica, a associação entre o uso de recursos visuais tridimensionais e a identificação correta dos fungos, além de mapear o nível de conhecimento prévio dos participantes sobre as micoses em questão.

Ressalta-se que a presente pesquisa não demandou submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme as diretrizes da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, por não envolver intervenções sobre os participantes, nem coleta de dados sensíveis, clínicos ou identificáveis. A participação foi inteiramente voluntária e restrita a atividades educativas, com aplicação de questionários anônimos de caráter avaliativo e pedagógico. Nenhum dado pessoal foi coletado, incluindo nomes ou qualquer outra informação que permitisse a identificação dos participantes. Os dados obtidos foram analisados de forma agregada, garantindo total sigilo e preservação da privacidade dos envolvidos.

3. RESULTADOS

3.1 Descrição dos Modelos Didáticos Tridimensionais Representativos das Micoses

Foram confeccionados quatro modelos didáticos tridimensionais representando os principais agentes etiológicos de micoses humanas abordados neste estudo. Cada modelo foi elaborado com base em características morfológicas específicas observadas em preparações microscópicas e descritas na literatura científica, a fim de garantir fidelidade

estrutural e valor pedagógico. Os modelos destacaram elementos-chave da cultura de cada fungo, como a forma de leveduras e filamentos, presença de cápsula, tipos de brotamento, hifas verdadeiras e pseudohifas. Os modelos foram expostos de forma sequencial e identificados com o nome da micose correspondente, compondo uma estação educativa durante a ação de extensão realizada na “Semana Universitária 2024”.

3.1.1 *Malassezia* spp. – Pitiríase versicolor

O modelo tridimensional de *Malassezia* spp. foi construído com base nas características clínicas da pitiríase versicolor. Representou-se um tronco humano (região do dorso e tórax anterior) com manchas esbranquiçadas hipopigmentadas, simulando a distribuição cutânea típica da infecção. Ao lado, foi apresentada uma placa de cultura fúngica simulada com colônias leveduriformes, ilustrando o crescimento característico de *Malassezia* em meio apropriado. O modelo teve como objetivo demonstrar a manifestação clínica e laboratorial da micose superficial (Figura 1).

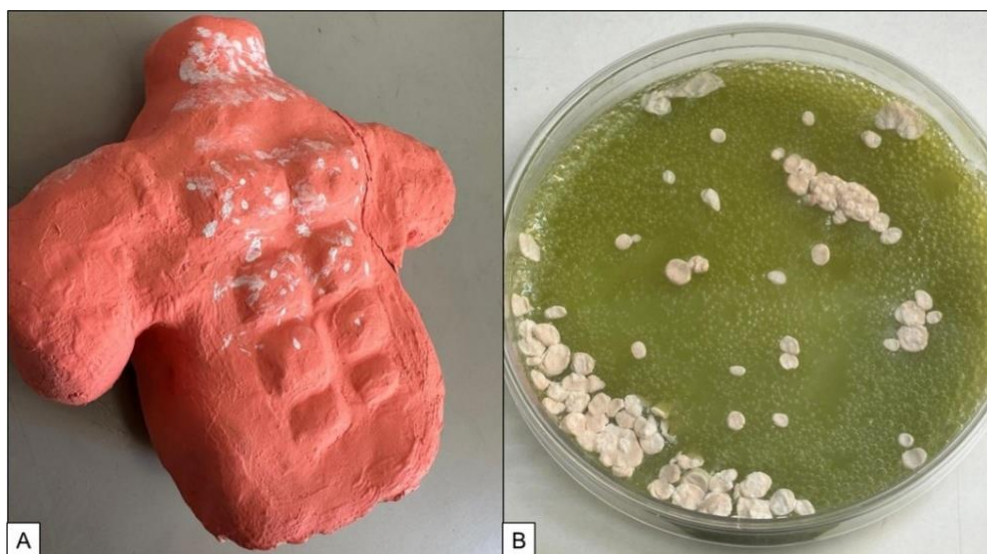


Figura 1. Modelos tridimensionais didáticos representando manifestações clínicas e aspectos laboratoriais de *Malassezia* spp. A – Manchas hipopigmentadas no dorso/tórax; B – Cultura fúngica em placa. **Fonte:** Autores.

3.1.2 *Sporothrix* spp. – Esporotricose

O modelo referente à esporotricose apresentou duas representações complementares. A primeira mostrou uma placa de cultura simulada, contendo colônias do fungo com aspecto filamentoso, conforme observado na forma micelial em meio de cultivo. A segunda representou um membro superior humano (braço) com lesões nodulares ulceradas, dispostas em padrão ascendente ao longo de vasos linfáticos, caracterizando o

trajeto cutâneo-linfático típico da forma linfocutânea da esporotricose. O modelo permitiu correlacionar a morfologia do agente com sua apresentação clínica mais comum (Figura 2).

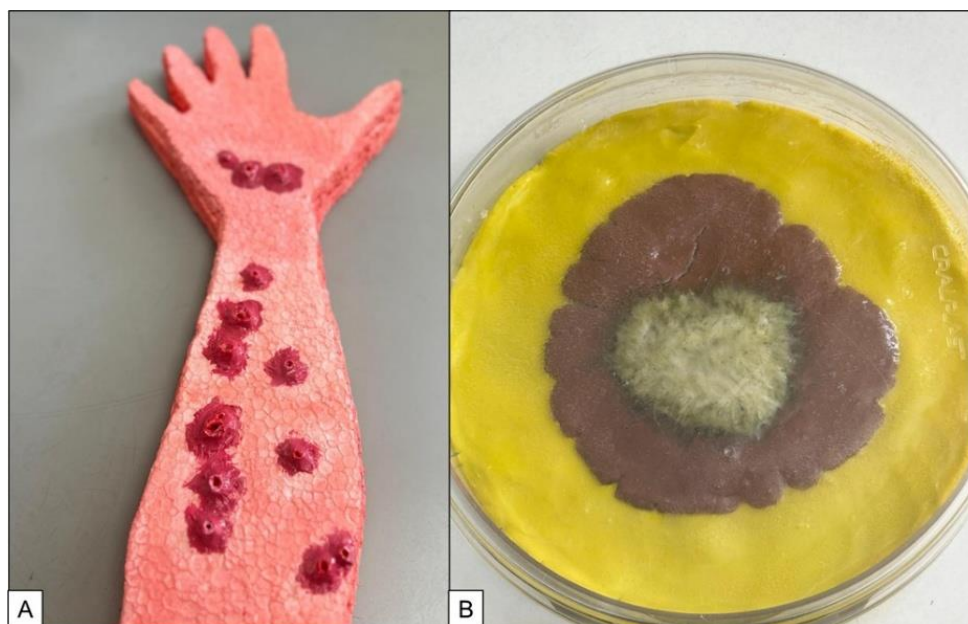


Figura 2. Modelos tridimensionais didáticos representando manifestações clínicas e aspectos laboratoriais de *Sporothrix* spp. A – Braço com lesões cutâneo-linfáticas; B – Cultura de aspecto filamentosos e rasteiro de *Sporothrix* spp. **Fonte:** Autores.

3.1.3 *Cryptococcus* spp. – Criptococose

O modelo de *Cryptococcus* spp. incluiu uma placa de Petri com colônias leveduriformes, simulando o crescimento do fungo em meio de cultura, bem como um modelo anatômico de encéfalo com uma representação de criptococoma cerebral – massa fúngica associada à infecção fúngica do sistema nervoso central, especialmente em pacientes imunossuprimidos. A combinação das representações buscou evidenciar tanto a morfologia do agente em cultura quanto a sua patogenicidade e tropismo neurológico (Figura 3).



Figura 3. Modelos tridimensionais didáticos representando manifestações clínicas e aspectos laboratoriais de *Cryptococcus* spp. A – Encéfalo com criptococoma; B – Colônias leveduriformes em placa de Petri. **Fonte:** Autores.

3.1.4 *Candida* spp. – Candidíase

O modelo de candidíase foi desenvolvido a partir de uma estrutura anatômica em formato de útero com canal vaginal, onde foram simuladas manchas esbranquiçadas aderentes à mucosa vaginal, representando a forma clínica da candidíase vulvovaginal. Além disso, foram apresentadas placas com culturas em meio cromogênico, evidenciando as leveduras em estrias e possibilitando a diferenciação entre *Candida albicans* (coloração verde) e espécies não-*albicans* (coloração rosa). O modelo possibilitou a compreensão integrada entre o quadro clínico e os métodos laboratoriais de identificação (Figura 4).



Figura 4. Modelos tridimensionais didáticos representando manifestações clínicas e aspectos laboratoriais de *Candida* spp. (útero com canal vaginal apresentando candidíase e cultura em meio cromogênico com diferenciação entre *C. albicans* e não-*albicans*, com morfologia de pseudohifas, típica de *C. albicans*).

Fonte: Autores.

3.2 Correlação Entre Modelos Didáticos e Análise Microscópica

Durante o evento “Semana Universitária 2024”, responderam voluntariamente ao questionário 111 participantes. Em relação ao conhecimento prévio dos participantes em relação às micoses abordadas, a maioria (95,5%) afirmou que já conhecia pelo menos uma micose. Dentre os que afirmaram ter conhecimento, a candidíase foi a mais conhecida (89,6%) e a esporotricose a menos conhecida (30,2%) (Figura 5). capacidade de reconhecimento microscópico dos agentes fúngicos após a atividade, mediante observação de quatro microscópios ópticos, cada um contendo uma lâmina representativa de um dos fungos estudados (as lâminas foram cedidas pelo Laboratório de Análises em Micologia Médica – LAMM, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Pernambuco); quantificação do número de fungos corretamente identificados pelos participantes (de um total de quatro); avaliação subjetiva sobre se os modelos tridimensionais contribuíram para facilitar a identificação microscópica dos fungos.

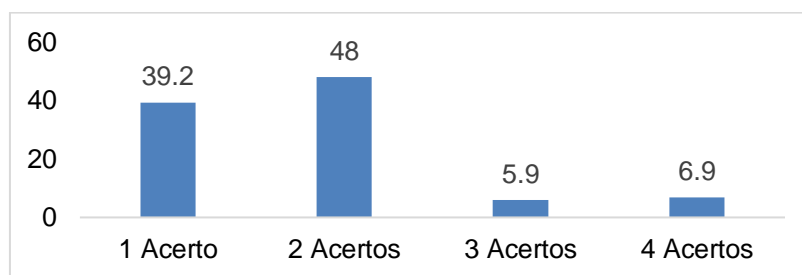


Figura 5. Percentual do conhecimento prévio dos participantes acerca das micoses apresentadas durante a Semana Universitária da UPE 2024.

Após a identificação dos modelos didáticos, os participantes encaminharam-se aos microscópios para verificação das lâminas de cada micose, no intuito de identificar quantos acertos obtiveram e se os modelos auxiliaram na identificação. Os resultados mostraram que 102 participantes (91,9%) conseguiram correlacionar os fungos microscópicos com os modelos apresentados, embora 95,5% tenham afirmado que os modelos didáticos auxiliaram na identificação microscópica. Dentre os acertos, verificou-se que 48% conseguiram acertar duas das quatro lâminas apresentadas, sendo 39,2%, 5,9% e 6,9% para 1, 3 e 4 acertos, respectivamente (Figura 6).

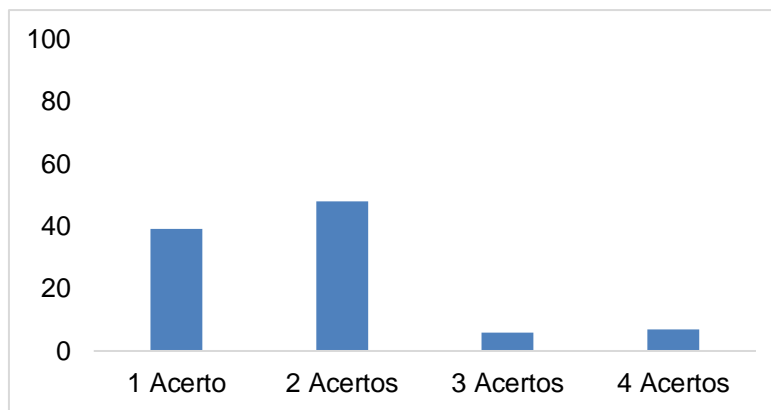


Figura 6. Percentual de acertos dos participantes no tocante à identificação microscópica dos fungos apresentados.

4. DISCUSSÃO

Os modelos didáticos tridimensionais atuaram como recurso facilitador na construção do conhecimento visual e conceitual dos agentes etiológicos das principais micoses humanas. Essa estratégia destaca os benefícios de abordagens visuais e táteis no ensino de conteúdos altamente abstratos ou invisíveis a olho nu, como ocorre nas ciências biológicas e da saúde (MOUL; SILVA, 2017; REIS *et al.*, 2024).

A produção dos modelos tridimensionais possibilitou a visualização das estruturas morfológicas dos fungos, proporcionando também uma etapa importante no processo formativo dos próprios estudantes de Ciências Biológicas envolvidos em sua confecção. Por meio de uma abordagem integrada do macroscópico ao microscópico, da representação clínica à observação direta ao microscópio, o método favoreceu a compreensão global e contextualizada dos conteúdos.

Santana; Santos (2019) afirmam que a utilização de modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem, configura-se como uma ferramenta que auxilia no entendimento de determinados conteúdos de maneira mais fácil, além de permitir o protagonismo dos discentes, conciliando aspectos teóricos e práticos.

Sob a perspectiva pedagógica, os modelos didáticos representaram uma estratégia acessível, replicável e adaptável a diferentes contextos, uma vez que a utilização de materiais simples e menos onerosos, pode traspasar limitações infraestruturais e financeiras. Almeida *et al.* (2021) destacam que a produção de modelos didáticos com uso da modelagem no ensino, proporciona aos alunos a oportunidade de moldar, conhecer e

diferenciar formas, além de socializar o conhecimento com a turma, o que corrobora a perspectiva de que materiais simples e de baixo custo podem superar limitações estruturais e favorecer significativamente o processo de ensino-aprendizagem, como também observado neste estudo.

De acordo com os resultados apresentados, a maioria dos participantes (91,9%) foi capaz de correlacionar os agentes observados ao microscópio com os modelos apresentados anteriormente. Isso aponta que a visualização do modelo favoreceu a fixação de padrões de morfologia importantes. Contudo, o fato de 48% e 6,9% acertarem dois e quatro fungos na análise microscópica, respectivamente, revela um bom nível de assimilação, considerando que a atividade teve um período de curta duração, bem como a heterogeneidade do público.

A identificação de fungos em lâmina depende bastante da experiência do examinador, associando a conceitos teóricos sobre o local anatômico mais acometido pelo fungo, a quantidade de espécime, da preparação da amostra, entre outros. Artefatos como bolhas de ar, vesículas lipídicas, cristais e fibras têxteis podem se assemelhar de maneira superficial às hifas ou às leveduras em brotamento, dificultando, assim, a identificação precisa do fungo que está sendo analisado (KNOLL; STEIXNER; LASS-FLÖRL, 2023).

Nota-se, portanto, que o conhecimento prévio, a familiaridade com a morfologia dos fungos e o treinamento são fatores importantes para a identificação microscópica. Neste estudo foi observado que a candidíase foi a micose mais conhecida pelos participantes, o que justifica a maior quantidade de acertos para essa micose. A breve exposição não é suficiente para garantia de uma proficiência diagnóstica, requerendo sequências didáticas, como o uso de imagens reais, discussão de casos clínicos e simulações, para potencializar a aplicação dos modelos como uma ponte de cognição entre teoria e prática, tornando a aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2012), na aprendizagem significativa ocorre uma interação mútua entre o conhecimento prévio e o novo, em que ambos passam por modificações. O conhecimento já existente serve de base para atribuir significado às novas informações, ao mesmo tempo em que é transformado, tornando-se mais diferenciado e estável.

Os dados demonstraram ainda que a esporotricose foi a micose menos conhecida, o que levanta a necessidade de reforçar ações educativas sobre micoses emergentes ou negligenciadas, especialmente em regiões com alta incidência zoonótica, especialmente na capital de Pernambuco e cidades da Região Metropolitana, cuja incidência de casos é alta

(SILVA *et al.*, 2018).

Quanto à importância da contribuição dos modelos didáticos na identificação microscópica, os próprios participantes (95,5%) afirmaram positivamente, reforçando a percepção subjetiva de aprendizado e engajamento. Embora esse dado não mensure diretamente a habilidade técnica de identificação, é um indicativo de que a experiência foi significativa para a construção do breve conhecimento micológico. De acordo com RESENDE; CAVALHEIRO; BATTIROLA, 2021), o uso de modelos didáticos desperta o interesse dos educandos, favorecendo o processo de aquisição do conhecimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a utilização de modelos tridimensionais favoreceu significativamente a compreensão morfológica e clínica dos fungos patogênicos, além de auxiliar na identificação microscópica por parte dos participantes. Embora nem todos os participantes tenham atingido alto desempenho na identificação microscópica, a percepção positiva registrada pela maioria (95,5%) reforça o potencial pedagógico da estratégia aplicada.

A pesquisa revelou o potencial dos modelos tridimensionais como ferramentas facilitadoras da aprendizagem significativa, especialmente em conteúdos abstratos e pouco explorados no currículo acadêmico. Algumas limitações também foram elencadas, tais como o tempo reduzido da atividade e a dificuldade dos participantes em reconhecer com precisão estruturas microscópicas mais sutis. Por isso, percebeu-se que a ampliação do uso dos modelos em sequências didáticas mais contínuas, juntamente com outras estratégias complementares, pode favorecer de forma mais significativa o processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. *et al.* Uso de metodologias alternativas no ensino de ciências em uma escola pública do município de independência-ce. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 1, p. 385-409, 2020.

BARCELOS, G. P.; WEISER, V. L.; GANIKO-DUTRA, M. Representatividade da micologia na formação inicial em Ciências Biológicas: uma análise documental de ementas e materiais didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 27, p. e53640, 2025.

GUSHIKEN, A. C.; SAHARIA, K. K.; BADDLEY, J. W. Cryptococcosis. **Infectious Disease Clinics of North America**, v. 35, n. 2, p. 493–514, 2021.

HIBBETT, D.; NAGY, L. G.; NILSSON, R. H. Fungal diversity, evolution, and classification. **Current biology: CB**, v. 35, n. 11, p. R463–R469, 2025.

HYDE, K. D. *et al.* Thailand's amazing diversity: up to 96% of fungi in northern Thailand may be novel. **Fungal Diversity**, v. 93, n. 1, p. 215–239, 2018.

KARRAY, M.; MCKINNEY, W.P. **Tinea Versicolor**. StatPearls Publishing: Treasure Island, FL, USA, 2023.

KATSIPOULAKI, M. *et al.* *Candida albicans* and *Candida glabrata*: global priority pathogens. **Microbiology and molecular biology reviews**, v. 88, n. 2, p. e0002123, 2024.

KNOLL, M. A.; STEIXNER, S.; LASS-FLÖRL, C. How to use direct microscopy for diagnosing fungal infections. **Clinical Microbiology and Infection: The Official Publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases**, v. 29, n. 8, p. 1031–1038, 2023.

MOUL, R. A.T. M; SILVA, F. C. L. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n.2, p. 118–128, 2017.

Reis, G. A. *et al.* A importância da micologia no ensino médio. **Revista Acervo Educacional**, v. 6, p. e14552, 2024.

SANTANA, J. M.; SANTOS, C. B. O Uso de Modelos Didáticos de Células Eucarióticas como instrumentos facilitadores nas aulas de Citologia do Ensino Fundamental. **Revista Multidisciplinar de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 155-166, 2019.

SILVA, G. M. *et al.* Surto de esporotricose felina na região metropolitana do Recife. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1767–1771, 2018.

WALLER, S. B. *et al.* Antifungal resistance on *Sporothrix* species: an overview. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, n. 1, p. 73–80, 2020.

WICKES, B. L.; WIEDERHOLD, N. P. Molecular diagnostics in medical mycology. **Nature Communications**, v. 9, n. 1, p. 5135, 2018.