

Estado da publicação: O preprint foi publicado em um periódico como um artigo
DOI do artigo publicado: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9431>

REPRESENTATIVIDADE DA MICOLOGIA NA FORMAÇÃO INICIAL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: UMA ANÁLISE DOCUMENTAL DE EMENTAS E MATERIAIS DIDÁTICOS

Gabriel Prado Barcelos, Veridiana de Lara Weiser, Matheus Ganiko-Dutra

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9431>

Submetido em: 2024-07-17

Postado em: 2024-07-18 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

REPRESENTATIVIDADE DA MICOLOGIA NA FORMAÇÃO INICIAL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: UMA ANÁLISE DOCUMENTAL DE EMENTAS E MATERIAIS DIDÁTICOS

Gabriel Prado Barcelos¹, Veridiana de Lara Weiser¹, Matheus Ganiko-Dutra²

gp.barcelos@unesp.br veridiana.weiser@unesp.br matheus.ganiko@unesp.br

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências (FC), Bauru, SP, Brasil.

² Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto (FFCLRP), SP, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6595-1769>, <https://orcid.org/0000-0003-1836-7540>, <https://orcid.org/0000-0002-8292-9109>.

RESUMO

A Micologia é negligenciada na organização curricular em Ciências Biológicas. A dependência em relação a outras áreas, como a Botânica, contribui para a baixa representatividade dos fungos na formação de biólogos e professores. Esta pesquisa investigou por meio das análises documental e de conteúdo a representatividade da Micologia na formação inicial em Ciências Biológicas. Foram analisados ementas de disciplinas e materiais utilizados como referências bibliográficas. Conclui-se que há inespecificidade e desatualização dos materiais. Ademais, o consenso científico recente na sistemática dos fungos dificulta a introdução de propostas taxonômicas contemporâneas, sendo necessária uma atualização dos materiais indicados na bibliografia dos planos de ensino, destacando aspectos como a sistemática do grupo e o reconhecimento de termos com etimologia independente da Botânica. Há, ainda, a necessidade de disciplinas específicas para o estudo desses organismos e uma maior integração com outras áreas do conhecimento, como Ecologia e Evolução.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Fungos; Capacitação Profissional.

REPRESENTATIVENESS OF MYCOLOGY IN INITIAL TRAINING IN BIOLOGICAL SCIENCES: A DOCUMENTARY ANALYSIS OF SYLLABI AND TEACHING MATERIALS

ABSTRACT

Mycology is neglected in the Biological Sciences curriculum. The dependence on other areas, such as Botany, contributes to the low representation of fungi in the formation of biologists and teachers. This research investigated, through documentary and content analysis, the representativeness of Mycology in initial undergraduate Biological Sciences courses. Course syllabuses and materials used as bibliographical references were analyzed. It was concluded that the materials are unspecific and outdated. In addition, the recent scientific consensus on the systematics of fungi makes it difficult to introduce contemporary taxonomic proposals, and it is necessary to update the materials indicated in the bibliography of the teaching plans, highlighting aspects such as the systematics of the group and the recognition of terms with etymology independent of Botany. There is also a need for specific subjects for the study of these organisms and greater integration with other areas of knowledge, such as Ecology and Evolution.

Keywords: Biological Education; Fungi; Professional Training.

INTRODUÇÃO

Os fungos são organismos abundantemente presentes ao redor do planeta (Alexopoulos, Mims & Blackwell, 1996). Sua distribuição geográfica é extremamente diversificada e, dessa forma, esses seres vivos podem ser encontrados em quase todos os habitats, em ecossistemas variados (Alexopoulos et al., 1996). Além disso, a fisiologia dos fungos é essencial para a sobrevivência da vida como conhecemos. Eles estão envolvidos na ciclagem de nutrientes; na fermentação de alimentos; na culinária; e nos princípios ativos de diversos medicamentos (Alexopoulos et al., 1996). Além das aplicações relacionadas à vida humana, os fungos estão envolvidos em numerosos processos ecológicos e evolutivos do planeta Terra: a decomposição da matéria orgânica e a associação mutualística dos fungos com as plantas por meio das micorrizas são fundamentais para a manutenção de toda a vida terrestre, por exemplo (Schünemann, Palacio & Regio, 2021). Nesse sentido, é importante conhecer os fungos para elaborar medidas de conservação ambiental e garantir a sobrevivência dos organismos, bem como de suas interações (Schünemann et al., 2021).

Estima-se que existam cerca de 2,5 milhões de espécies de fungos no planeta, mas, desse total, cerca de 150 mil foram devidamente identificados e catalogados, o que indica uma disparidade entre o conhecido pela humanidade e a biodiversidade dos fungos que se estima existir (Niskanen, Lücking, Dahlberg, Gaya, Suz, Mikryukov, Liimatainen, Druzhinina, Westrip, Mueller, Martins-Cunha, Kirk, Tedersoo & Antonelli, 2023). Seguindo a estimativa

citada, os fungos são o segundo grupo vivo com maior riqueza em espécies, ficando atrás apenas dos animais (Niskanen et al., 2023). Apesar da elevada riqueza, os estudos desse grupo são extremamente reduzidos se comparados aos estudos concentrados nos metazoários.

A baixa representatividade da área da Micologia (ciência que estuda os fungos) no ensino e na pesquisa na área de Biologia está fortemente relacionada com a negligência histórica enfrentada por esse grupo no desenvolvimento e estabelecimento dessa ciência como uma área do conhecimento independente (Estrela, Ganiko-Dutra & Weiser 2023; Persijn, 2017). Por muito tempo, os fungos foram caracterizados como vegetais, em virtude de seu hábito de vida sésil (Whittaker, 1959, 1969). No entanto, após um acúmulo de evidências e novas abordagens para a taxonomia do grupo, foram elaboradas propostas de incluir os fungos em um reino taxonômico próprio. As evidências filogenéticas encontradas apontam que os fungos constituem um grupo monofilético, amplamente diversificado e que apresenta características próprias (Whittaker, 1959, 1969).

Muitos termos utilizados na descrição dos fungos como “corpos de frutificação” e “basidiocarpo” fundamentam sua etimologia na Botânica, o que dificulta ainda mais a separação conceitual entre os dois grupos (Kirk, Cannon, Minter & Stalpers, 2008). Por conseguinte, uma das propostas que destaca a independência dos fungos e contribui para o seu reconhecimento em trabalhos de conservação é a adoção do termo “Funga”, que descreve todos os fungos presentes em determinado ambiente, semelhantemente aos termos Flora, para as plantas, e Fauna, para os animais (Kuhar, Furci, Drechsler-Santos & Pfister, 2018).

No que diz respeito à sistematização do conhecimento científico da Micologia na formação profissional, é comum que o conteúdo de fungos esteja organizado nos currículos de ensino superior em Ciências Biológicas de maneira a dividir espaço com outros grupos da diversidade biológica (Persijn, 2017), em muitos casos, em disciplinas de Microbiologia, por exemplo. A ausência de uma disciplina específica, bem como de professores especialistas em Micologia pode ser um impeditivo para o aprofundamento dessa temática nos cursos de formação inicial.

Nesse contexto, é possível observar que a sistematização do conhecimento micológico ainda está impregnada da influência de outras áreas do conhecimento, como, por exemplo, a Botânica e a Microbiologia. Ademais, compreender as lacunas materiais e epistemológicas no estudo da Micologia durante a formação inicial em Ciências Biológicas é essencial para estabelecer propostas didáticas, curriculares e de conservação ambiental. Nessa perspectiva, essa pesquisa teve como objetivo geral investigar a representatividade do conteúdo relacionado à Micologia no conhecimento biológico na formação inicial em Ciências

Biológicas. Para cumprir com este objetivo, apresentam-se os seguintes objetivos específicos: (I) catalogar as referências bibliográficas de disciplinas de Micologia das universidades estaduais de São Paulo dos cursos de Ciências Biológicas; e (II) analisar os conteúdos de Micologia nesses materiais no que diz respeito à linguagem, à organização dos capítulos e principais tópicos, às figuras e à representação da diversidade do grupo.

REFERENCIAL TEÓRICO

RELAÇÃO-PENSAMENTO LINGUAGEM NO ENSINO DE BIOLOGIA

A Didática das Ciências Naturais, em especial da Biologia, se consolidou como uma área de pesquisa recente no escopo dos estudos acerca da educação e suas práticas de ensino. A Didática como uma área do conhecimento, para autores como Chevallard (1998), Libâneo (2010, 2013), Gatti (2017) e Caldeira e Bastos (2009), é concebida a partir da importante relação entre a atuação em sala de aula, os conhecimentos científicos específicos de determinada área e os conhecimentos pedagógicos a ser mediada pelo professor. Chevallard indica essa articulação denominando-a de Sistema Didático (Figura 1).

Figura 1. Representação do Sistema Didático de Chevallard.



Fonte: Adaptado de Chevallard (1998).

Sob essa óptica, a Didática estabelece-se como uma área do conhecimento que apresenta uma relação articuladora complexa no Ensino de Ciências Naturais. Essa complexidade pode ser identificada pela desafiadora tarefa de relacionar os conhecimentos pedagógicos e conhecimentos científicos de determinada área.

No caso da disciplina de Micologia na formação profissional, por exemplo, há uma grande dificuldade em articular os eixos do Sistema Didático por diversos fatores: o estabelecimento tardio dessa ciência, o baixo número de professores especialistas em fungos,

poucas disciplinas que contemplam esse grupo na formação inicial de biólogos e rápidas e constantes modificações no conhecimento científico acerca do grupo dos fungos (Estrela et al., 2023, Persijn, 2017). Sendo assim, o estudo dos fungos se torna sub-representado na formação inicial em Ciências Biológicas.

Ademais, os processos de ensino e aprendizagem são mediados pela linguagem, que busca representar os fenômenos biológicos em palavras. Sendo assim, a limitação da linguagem mediada por palavras é a possibilidade de incorrer em distorções conceituais (Ceschim, Ganiko-Dutra & Caldeira, 2020). Ceschim et al. (2020) estabeleceram critérios para qualificar as distorções conceituais no Ensino de Biologia. Os critérios foram agrupados em três categorias: (1) relação pensamento-linguagem, (2) natureza do pensamento humano e (3) aplicação do conhecimento biológico. Para atingir os objetivos deste trabalho, destacam-se as figuras de linguagem e a polissemia que podem gerar ou reforçar distorções conceituais, portanto, a categoria 1. Além da polissemia, as figuras de linguagem indicadas por Ceschim et al. (2020) com potencial de gerar ou reforçar distorções conceituais são: metáfora, metonímia, antítese e personificação.

LIVROS DIDÁTICOS E TRASPOSIÇÃO DIDÁTICA

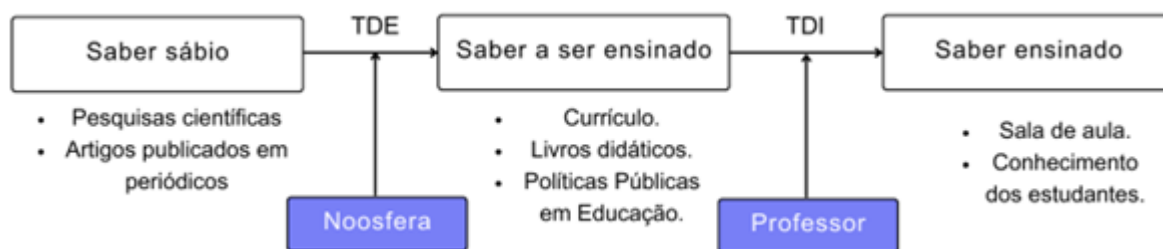
Diversos recursos didáticos são utilizados na mediação dos processos de ensino e aprendizagem ao longo da formação básica e superior: os Materiais Didáticos (MD). De acordo com Bandeira (2009, p. 14), “o material didático pode ser definido amplamente como produtos pedagógicos utilizados na educação e, especificamente, como o material instrucional que se elabora com finalidade didática”. Alguns exemplos são: Livros Didáticos (LD), guias ilustrativos, jogos e manuais de laboratórios (Bandeira, 2009, Krasilchik, 2019).

Um dos principais materiais didáticos utilizados ao longo de toda a formação discente é o livro didático. O papel desse recurso é de grande importância visto que ele é o responsável pela mediação da comunicação escrita entre o conteúdo científico, os alunos e os professores (Krasilchik, 2019). Os livros didáticos em muitos cursos de formação, e até mesmo na educação básica, se configuram como um dos definidores do conteúdo programático a ser trabalhado em determinada disciplina (Krasilchik, 2019). Os conteúdos organizados e já selecionados (visto que já sofreram a Transposição Didática Externa) facilitam a elaboração de sequências didáticas, por exemplo.

Tendo em vista que o conhecimento científico é produzido em um contexto de investigação, para que ele possa ser ensinado em sala de aula, é preciso que já transformado e

adequado para essa finalidade. Durante a transposição didática, ocorrem modificações no conhecimento científico (o saber sábio) (Figura 2). Inicialmente ocorre a Transposição Didática Externa (TDE) que adapta o conhecimento científico em “saber a ser ensinado”, esse último encontrado em apostilas e livros didáticos, por exemplo. O grupo de responsáveis pela TDE são denominados, em conjunto, como “Noosfera”, dimensão intelectual que pode ser representada por pesquisadores de determinada área, autores de livro didático, pessoas envolvidas na elaboração de políticas públicas, professores e editoras de livros didáticos, por exemplo. A Noosfera seleciona os conteúdos a serem trabalhados e de que forma devem ser apresentados (Chevallard, 1998, Senna et al., 2020). Nessa etapa da TD, ocorrem a descontextualização e a despersonalização do conhecimento científico, ou seja, o conhecimento é deslocado do contexto e dos objetivos que o embasaram e os responsáveis pelo trabalho comumente não são apresentados (Chevallard, 1998, Senna et al., 2020).

Figura 2. Diagrama representativo da Transposição Didática (TD). TDE = Transposição didática externa. TDI = transposição didática interna.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Chevallard (1998).

O saber a ser ensinado é aquele trabalhado em sala de aula pelo professor, sendo, portanto, o que sofre a Transposição Didática Interna (TDI). O professor é responsável por selecionar o que será ensinado, desta forma, elaborando quais objetivos de aprendizagem os alunos devem atingir (Senna et al., 2020). A TDI modifica o saber a ser ensinado em saber ensinado, sendo este último aquele presente na subjetividade dos alunos após o aprendizado (Ceschim et al., 2020, Senna et al., 2020).

Contudo, é importante destacar que o LD não deve ser entendido como o único recurso disponível nos processos de ensino e aprendizagem e que ele apresenta limitações. Uma das principais limitações do LD, principalmente no que concerne os cursos de ensino superior, é o que denominamos como Demora no Processo de Transposição Didática (DTD) (Carvalho, 2009).

Conforme destacado, a Transposição Didática apresenta etapas distintas praticadas por agentes diversos. A Demora na Transposição Didática (DTD) implica em alguns problemas que podem retardar este processo (Carvalho, 2009). O tempo entre a produção de determinado saber científico e a sua chegada aos materiais didáticos é dependente de escolhas axiológicas da Noosfera (Krasilchik, 2019). Em casos em que a DTD é um fator determinante, o saber a ser ensinado pode se tornar obsoleto. Ainda, em algumas circunstâncias, com mudanças constantes no desenvolvimento científico, o período entre a produção daquele conhecimento e sua publicação em materiais didáticos pode ser suficiente para que ele já se encontre desatualizado (Carvalho, 2009).

ENSINO DE MICOLOGIA

Micologia: uma disciplina científica

As Ciências representam um campo do conhecimento humano que é estabelecido como uma tecnologia ou um sistema intelectual (Fourez, 1995). De acordo com Fourez (1995, p. 94-95, p. 105), uma Ciência apresenta duas dimensões: a primeira delas é a dimensão material, que corresponde ao meio físico que dá suporte ao desenvolvimento desse conhecimento, como por exemplo: bibliotecas que abriguem livros sobre determinado assunto, laboratórios que efetuem pesquisas acerca do objeto de estudo e revistas científicas; a segunda, a dimensão intelectual, se refere ao estabelecimento dessa Ciência como uma disciplina científica independente de outras.

As disciplinas científicas são determinadas com base em organizações mentais que são elaboradas em matrizes disciplinares. Estas matrizes (ou paradigmas), por sua vez, são utilizadas para classificar o mundo e encontrar formas de abordá-lo com representações (Fourez, 1995). Sendo assim, as disciplinas são fundadas em torno de um objeto de pesquisa que apresenta características próprias e distintas de outros objetos de disciplinas diferentes (Fourez, 1995).

A partir de perguntas de pesquisa e formação de paradigmas, a Micologia se estabeleceu como a área que tem como objeto de estudo o Reino Fungi. Contudo, de maneira institucional, a Micologia ainda está organizada com base na Botânica e Microbiologia: em institutos de pesquisa, em departamentos de ensino nas universidades, em disciplinas científicas, nos currículos e até mesmo na linguagem científica utilizada para se referir ao grupo. Um exemplo marcante dessa organização se refere à nomenclatura dos nomes

científicos que é regulado pelo Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Plantas e Fungos. Até o ano de 2011, esse Código era denominado apenas como Código Internacional de Nomenclatura para Plantas. Mesmo já incluindo os fungos, eles só obtiveram reconhecimento no título do Código Internacional de Nomenclatura no século XXI (Kuhar et al., 2018; Turland, Wiersema, Barrie, Greuter, Hawksworth, Herendeen, Knapp, Kusber, Marhold, May, McNeill, Monro, Prado, Price & Smith, 2018).

A Micologia na formação inicial em Ciências Biológicas

Conforme descrito no tópico anterior, existem grandes dificuldades no estabelecimento da Micologia como uma ciência autônoma e em sua representatividade nos cursos de formação inicial em Ciências Biológicas. Um trabalho realizado por Persijn (2017), no estado de Goiás, evidenciou que, de um total de 32 cursos analisados em 22 Instituições de Ensino Superior com cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, apenas três possuíam disciplinas específicas dedicadas ao estudo dos fungos. A maior parte dos professores entrevistados na pesquisa eram de áreas de especialização distintas da Micologia e o conteúdo sobre fungos era abordado em disciplinas generalistas como Microbiologia e Botânica (Persijn, 2017).

Estrela et al. (2023) investigaram a percepção dos estudantes em formação nos cursos de Ciências Biológicas em universidades estaduais de São Paulo acerca da atuação na área de Micologia. Embora a maior parte dos alunos que participaram da pesquisa perceba a Micologia como uma área de atuação possível para o Biólogo, apenas 12% deles se sentem preparados para atuar na área após a formação inicial. Além disso, a legislação do Conselho Federal de Biologia (CFBIO) se mostra inespecífica com relação ao trabalho com fungos, enfocando o grupo somente em seu caráter ambiental de cultivo, manejo e comercialização (Estrela et al., 2023).

Esses estudos indicam de maneira preliminar que a Micologia ainda é sub-representada nos cursos de formação inicial em Ciências Biológicas e que os futuros biólogos e professores ainda se sentem despreparados para atuar com o grupo dos fungos, sendo que, em muitos casos, não conhecem com profundidade aspectos da morfologia, fisiologia e ecologia desse grupo importante e diverso. Implicações dessas problemáticas podem ser refletidas em um baixo número de especialistas na área e um reforço à negligência histórica enfrentada pelo grupo (Grube, Gaya, Havard, Smith, Avery, Fernstand, Muggia, Martin, Eivindsen, Kõljalg, & Bendiksby, 2017). Esse desconhecimento, decorrente do baixo número de especialistas

capazes de identificar e descrever as espécies de fungos nos mais diversos ecossistemas, pode decorrer em extinção de espécies antes mesmo de suas descrições e na falta de medidas para a conservação ambiental do grupo (Grube et al., 2017).

Torna-se necessária uma visão mais integrada acerca da Micologia como uma área de conhecimento que relacione diferentes conceitos, desde taxonomia até ecologia e um incentivo institucional a pesquisadores especialistas em identificação e descrição de espécies. Ademais, o elevado número de espécies de fungos que não produz estruturas reprodutivas visíveis também demonstra uma grande preocupação para a preservação dos ecossistemas e que, muitas vezes, sequer são consideradas (Grube et al., 2017).

METODOLOGIA

O caráter da pesquisa é qualitativo e se caracteriza pela compreensão e interpretação dos dados coletados, de natureza descritiva, que se preocupa com a compreensão de significados em profundidade sobre um determinado fenômeno, sem o objetivo de produzir generalizações (Patton, 2014). Dentre as abordagens possíveis de pesquisa qualitativa, nessa investigação foram usadas as análises documental e de conteúdo.

Foram analisados materiais bibliográficos de disciplinas de Micologia e outras que abordam o grupo dos fungos em conjunto com demais organismos, por exemplo disciplinas de Microbiologia, das universidades estaduais do estado de São Paulo dos cursos de Ciências Biológicas. Neste sentido, esta etapa da pesquisa consiste em uma análise documental das ementas e materiais didáticos (Patton, 2014; Flick, 2009).

Primeiro, foi realizada uma busca por ementas de disciplinas de Micologia e outras relacionadas dos cursos de Ciências Biológicas de universidades estaduais do estado de São Paulo. Nesse momento, foi analisado se o curso apresenta ou não uma disciplina específica para esse grupo e produziu-se uma lista com os materiais didáticos utilizados para o ensino dos conteúdos de Micologia. Nesse processo, tornou-se necessária a elaboração de critérios de seleção para inclusão e exclusão de disciplinas e materiais didáticos que foram analisados neste trabalho.

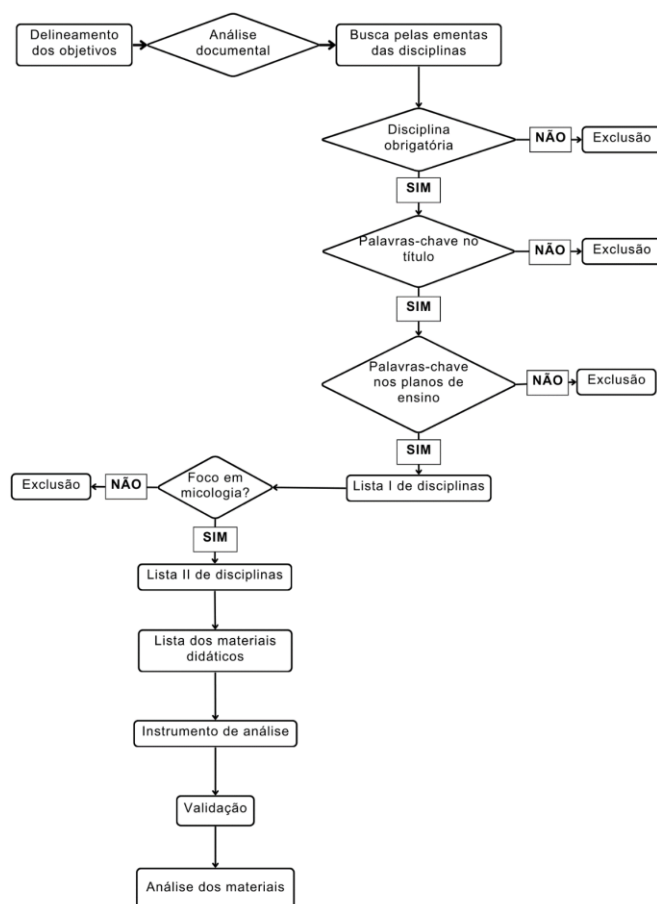
Foram elaborados três critérios de inclusão para as disciplinas analisadas, sendo eles: (I) As disciplinas analisadas deveriam pertencer à grade curricular obrigatória dos cursos de Ciências Biológicas das universidades estaduais de São Paulo; (II) As disciplinas deveriam conter em seus títulos pelo menos alguma das seguintes palavras-chave – fungos, microbiologia, botânica, diversidade, sistemática, fermentação e/ou micologia; (III) Nos

planos de ensino das disciplinas que atenderam aos dois primeiros critérios foi realizada uma busca das seguintes palavras-chave – fungos, micologia, *fungi* e/ou *mycology*.

Após essa etapa da pesquisa, foram encontradas 24 disciplinas que atendessem aos critérios de inclusão, contudo tornou-se necessária a elaboração de critérios de exclusão para delimitar de maneira mais específica quais disciplinas tratavam a Micologia como um de seus enfoques. Dessa forma, foram elaborados dois critérios de exclusão das disciplinas incluídas na pesquisa, sendo eles: (I) Foram excluídas disciplinas que apresentassem alguma ênfase distinta da Micologia (por exemplo, Microbiologia Ambiental); (II) Foram excluídas disciplinas que não contemplam o estudo da Micologia como um dos focos principais do programa (por exemplo, Sistemática Biológica e Diversidade da Vida).

Em seguida, foi realizada uma busca pelos livros didáticos utilizados como referências bibliográficas nas disciplinas selecionadas na etapa anterior. Os materiais didáticos foram catalogados em uma lista para posterior análise. Com base na lista total de referências bibliográficas utilizadas nas disciplinas que atenderam aos critérios estabelecidos na etapa anterior da pesquisa, foram elaborados critérios de seleção para a análise de materiais didáticos. Os critérios de inclusão foram: (I) o material pertence às disciplinas obrigatórias dos cursos de Ciências Biológicas das universidades estaduais paulistas; (II) trata-se de um livro didático; (III) o livro pertence à bibliografia obrigatória da disciplina; (IV) o livro selecionado está disponível nas plataformas virtuais Minha Biblioteca, Biblioteca Virtual ou ainda de forma presencial na biblioteca do Câmpus de Bauru da Unesp ou de outros *campi*. As edições dos livros selecionadas para a análise foram as mais recentes e atualizadas disponíveis. Em caso de repetição de um livro nas referências bibliográficas apenas a edição mais recente disponível foi analisada. Foram excluídos livros que não contemplassem o conteúdo de Micologia, como por exemplo livros de Zoologia e Ficologia, por exemplo. Apenas um capítulo de cada material didático foi analisado, sendo que os capítulos escolhidos para a análise foram aqueles que introduzem o grupo de fungos ou abordam a sistemática desse grupo.

Foi elaborado um instrumento de análise de acordo com a natureza dos conceitos apresentados (APÊNDICE A). As categorias desse instrumento de análise são mistas, sendo que algumas categorias foram construídas *a priori* e outras foram construídas *a posteriori*, com base nos resultados encontrados durante o processo de validação do instrumento de análise (Patton, 2014). O percurso metodológico está simplificado no fluxograma a seguir (Figura 3).

Figura 3. Fluxograma do percurso metodológico.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram elaboradas quatro categorias *a priori*: (I) especificidade do material em relação ao grupo dos fungos, (II) organização e linguagem, (III) figuras e (IV) sistemática. A análise de conteúdo seguiu os critérios estabelecidos por Patton (2014). Elaborou-se um quadro dividido em cinco colunas: (1) índice dos livros analisados enumerados com o código L; (2) especificidade dos livros; (3) análise da linguagem empregada nos livros; (4) análise das figuras empregadas nos livros e (4) classificação taxonômica utilizada para dividir o reino Fungi; essa categoria foi denominada Sistemática.

A partir dos resultados obtidos com o instrumento de análise dos livros didáticos buscaram-se padrões e temas em cada uma das categorias de análise, posteriormente foram atribuídos códigos aos padrões encontrados. (APÊNDICE B) (Patton, 2014).

O instrumento de análise foi validado a partir de uma análise piloto de sua efetividade. A validação foi realizada por duas pessoas: uma licenciada formada em Ciências Biológicas e uma licenciada que também desempenha pesquisa na área de Micologia. Não houve comunicação entre as avaliadoras durante o processo de validação e cada uma analisou um

material didático distinto. A validação possibilitou alterações em algumas das questões analisadas.

RESULTADOS

Com base nos critérios estabelecidos para a seleção de disciplinas das universidades estaduais de São Paulo elaborou-se uma lista com o número total de disciplinas. Foram analisados 24 cursos de Ciências Biológicas nas três universidades estaduais de São Paulo: dois cursos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), nove cursos da Universidade de São Paulo (USP) e 13 cursos da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp). O número de disciplinas (*n*) que tratavam de Micologia foi de 24.

Após os critérios de exclusão, obteve-se um número de 17 disciplinas. Houve um predomínio de disciplinas da área de Microbiologia no estudo dos fungos. As disciplinas podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1. Disciplinas que contemplam o estudo dos fungos nas universidades estaduais de São Paulo após aplicar os critérios de exclusão.

Índice	Título da disciplina	Universidade	Câmpus
D01	Microbiologia I	Unicamp	Campinas
D02	Microbiologia Básica	USP	São Paulo
D03	Microbiologia Geral	USP	Piracicaba
D04	Microbiologia	USP	Ribeirão Preto
D05	Microbiologia Básica	Unesp	Assis
D06	Protistas e Fungos	Unesp	Assis
D07	Protistas e Fungos	Unesp	Bauru
D08	Microbiologia Básica	Unesp	Bauru
D09	Microbiologia Básica	Unesp	Botucatu
D10	Microbiologia Básica	Unesp	Ilha Solteira
D11	Protistas e Fungos	Unesp	Ilha Solteira
D12	Microbiologia	Unesp	Jaboticabal
D13	Microbiologia	Unesp	Rio Claro
D14	Microbiologia Básica	Unesp	São José do Rio Preto
D15	Protistas e Fungos	Unesp	São José do Rio Preto
D16	Microbiologia	Unesp	São Vicente
D17	Microbiologia Básica	Unesp	São Vicente

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Das disciplinas da lista final, 13 do total de 17 eram de Microbiologia. As quatro disciplinas restantes eram denominadas “Protistas e Fungos”: disciplinas de diversidade que apresentam os Fungos em conjunto com o grupo dos Protistas.

Nenhuma das universidades analisadas apresentou uma disciplina obrigatória que trate de maneira exclusiva o reino Fungi com base nos critérios empregados. Ainda em relação ao número de disciplinas, após aplicar os critérios de inclusão e exclusão, permaneceu na amostra uma única disciplina obrigatória que contempla os fungos na Unicamp, uma em cada *campi* da USP e nos *campi* da Unesp apenas Botucatu, Jaboticabal e Rio Claro contaram com uma única disciplina, as demais apresentaram duas disciplinas.

O número de uma ou duas disciplinas por curso com temáticas relacionadas à Micologia ainda é baixo, quando comparados com outras áreas da diversidade biológica.

As bibliografias das disciplinas apresentaram em conjunto 56 referências bibliográficas: dois artigos científicos e 54 livros didáticos. Ambos os artigos científicos eram de taxonomia geral dos eucariotos. Dos livros, 21 eram de Microbiologia, 11 de Micologia, 11 de aplicações industriais, cinco de Botânica e/ou Ficologia, três de Zoologia, dois de sistemática e um de Biologia Geral. As referências bibliográficas foram publicadas no intervalo de 1972 a 2022.

Do total de Livros Didáticos utilizados como referências nas disciplinas selecionadas 18 deles atenderam aos critérios de seleção e inclusão de análise. Com relação aos materiais didáticos, dos 18 livros, sete deles eram específicos de Micologia, seis de Microbiologia, três de Botânica, um de Biologia Geral e um de Sistemática.

Com relação à análise dos materiais didáticos, a adequação de cada um dos livros e suas respectivas categorias podem ser observados no Apêndice B.

Quanto à especificidade dos materiais didáticos analisados, observou-se que a maior parte deles apresentou um capítulo dedicado aos fungos ou era exclusivo em Micologia. Cinco dos livros não apresentaram capítulos exclusivos para o reino Fungi, sendo eles de Microbiologia. De forma geral, os livros de Micologia apresentaram ênfases diversas ao longo dos capítulos como, por exemplo, o L03 que aborda em profundidade aspectos da sistemática de fungos embora de forma desatualizada em virtude do ano de produção e publicação desse material (Bononi, 1998). A lista de materiais didáticos analisados pode ser observada no Quadro 2.

Quadro 2. Lista de materiais didáticos analisados.

Índice	Livro
L01	Alexopoulos, C. J., Mims, C. W. & Blackwell, M. (1996). <i>Introductory mycology</i> (4. ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
L02	Black J. G. & Black, L. J. (2021). <i>Microbiologia: Fundamentos e perspectivas</i> (10 ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, <i>E-book</i> .
L03	Bononi, V. L. R. (Org.). (1998). <i>Zigomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas</i> (1. ed.). São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente.
L04	Carlile, M. J., Watkinson, S. C. & Gooday, G. W. (2001). <i>The fungi</i> (2. ed.) San Diego: Academic Press.
L05	Esposito, E. & Azevedo, J. L. (2010). <i>Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia</i> (2. ed.). Caxias do Sul: EducS.
L06	Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H. & Stahl, D. A. (2016). <i>Microbiologia de Brock</i> . Porto Alegre: Artmed, 2016. <i>E-book</i> .
L07	Margulis, L. & Schwartz, K. V. (2012). <i>Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na Terra</i> . (3. ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
L08	Moore-Landecker, E. (1996). <i>Fundamentals of the fungi</i> . (4. ed.). New Jersey: Prentice Hall.
L09	Oliveira, E. C. (2003). <i>Introdução à Biologia Vegetal</i> . (2. ed.). São Paulo: EDUSP, 2003.
L10	Pelczar, J. R., Michael, J., Chan, E. C. S. & Krieg, N. R. (1996). <i>Microbiologia: conceitos e aplicações</i> . (Vol. 1., 2. ed.). São Paulo: Makron Books.
L11	Putzke, J. & Putzke, M. T. L. (1998). <i>Os reinos dos fungos</i> . (Vol. 1, 1. ed.). Santa Cruz do Sul: Edunisc.
L12	Raven, P. F., Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (2014). <i>Biologia vegetal</i> . (8. ed.) Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
L13	Smith, G. M. (1979). <i>Botânica criptogâmica: Algas e fungos</i> . (3. ed., v. 1.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
L14	Tortora, G. J., Funke, B. R. & Case, C. L. (2017). <i>Microbiologia</i> . (12. ed.). Porto Alegre: Artmed. <i>E-book</i> .
L15	Trabulsi, L. R. & Alerthum, F. (2008). <i>Microbiologia</i> . (5. ed.). São Paulo: Atheneu.
L16	Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. & Orr, R. B. (2022). <i>Biologia de Campbell</i> . (12 ed.). Porto Alegre: Artmed.
L17	Vermelho, A. B., Pereira, A. F., Coelho, R. R. R. & Souto-Pradrón, T. (2019). <i>Práticas de Microbiologia</i> . (2. ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. <i>E-book</i> .
L18	Xavier-Filho, L., Legaz, M. E., Vicente-Córdoba, C. & Pereira, E. C. (2006). <i>Biologia de líquens</i> . Rio de Janeiro: Âmbito Cultural.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os materiais didáticos analisados apresentaram termos e afixos com etimologia Botânica. Os termos mais recorrentes foram: rizoides, corpos de frutificação, radicais seguidos do sufixo -carpo (ascocarpo e basidiocarpo, por exemplo), o termo vegetativo(a), talo, radicais seguidos do sufixo -fito (saprófitos, por exemplo). A etimologia dos termos apresentados foi conferida utilizando o *Dictionary of Fungi* de Kirk et al. (2008). Além desses termos a análise evidenciou a denominação de fungos “perfeitos”, “imperfeitos” e “superiores” ou “inferiores”, que corresponde a uma visão evolutiva equivocada que compreende grupos mais derivados como mais evoluídos.

Os livros L09, L10, L13, L14, L16, L17, e L18 apresentam algum tipo de Distorção Conceitual. Os trechos apresentados a seguir demonstram quais são as distorções conceituais e suas implicações didáticas. No livro L09 o trecho “[...], os fungos que se liquenizam modificam seus talos de forma a aprisionar e cultivar algas que lhes propiciarão alimento. Devido a isto o talo dos líquens se parece com plantas e não com fungos” (Oliveira, 2003, p. 247) indica personificação e metáfora (Ceschim et al., 2020) ao citar a modificação realizada nos talos liquênicos e o “aprisionamento das algas”; associam processos fisiológicos e ecológicos a ações humanas (aprisionar e cultivar) e estabelecendo comparações entre fungos e plantas em virtude de sua morfologia.

O livro L10 apresenta metáfora e metonímia nos seguintes trechos “Com grande ampliação os bolores parecem uma floresta diminuta com muitas regiões” (Pelczar, Michael, Chan & Krieg, 1996, p. 124). A metáfora que associa os bolores a florestas pode reforçar a ideia de que fungos são vegetais. Há ainda em L13 a inserção dos fungos dentro do Reino Plantae (Smith, 1979).

Outros exemplos de personificação estão presentes em diversos trechos do L16 como “Assim como os fungos mutualistas, os fungos parasitos absorvem nutrientes de células de hospedeiros vivos, mas não proporcionam benefícios em troca” (Urry et al., 2022, p. 669). Há também antítese no L17 “No entanto, é bom lembrar que os micróbios também são grandes amigos do ser humano, já que são responsáveis por uma ampla gama de processos que vão desde a produção de alimentos, incluindo vinhos, pães, queijos e iogurtes, até a manutenção da ciclagem dos elementos químicos, como o nitrogênio na superfície do globo terrestre” (Vermelho, Pereira, Coelho, Souto-Padrón, 2019, p. 02); a visão dicotômica sobre organismos vivos em relação a sua aplicação a espécie humana é problemática uma vez que vincula a biodiversidade a visões utilitaristas.

Finalmente, o livro L18 também apresenta diversos exemplos de personificação como em “Aliás, a ideia de que os fungos ‘escravizam as algas, como fazemos com o gado’ foi

inicialmente proposta por Schwender, em 1867, quando descobriu que os líquens são associações de fungos e fotobionte” (Xavier-Filho, Legaz, Vicente-Córdoba, Pereira, 2006, p. 27).

A análise das figuras indica os seguintes resultados: o L13 não possui figuras no capítulo analisado; dos demais, 16 livros apresentam representações, sendo que o L04 é o único que não conta com representações (Carlile, Watkinson, Gooday, 2001; Smith, 1979). A análise destaca que 13 livros contam com imagens reais. Com relação a análise das cores, nove materiais apresentam imagens em preto e branco, enquanto os demais apresentam figuras coloridas, sendo que oito livros apresentaram figuras com cores reais enquanto sete contaram com figuras em cores fantasia. Desses últimos, houve cinco que não indicaram figuras coloridas artificialmente.

Nenhum dos livros analisados seguiu a proposta taxonômica de Spatafora, Aime, Grigoriev, Martin, Stajich e Blackwell (2017) de oito filós de fungos, ou a de 18 filós de Tedersoo, Sánchez-Ramirez, Kõljalg, Bahram, Döring, Schigel, May, Ryberg & Abarenkov (2018), consideradas nesta investigação como as mais recentes e que mais se aproximam de um consenso. Foram utilizadas como referências bibliográficas para a taxonomia um número amplo de autores, por exemplo, Alexopoulos; Mims e Blackwell (1996), Margulis e Schwartz (2012), Hawksworth e Lücking (2017) que correspondem a propostas sistemáticas mais antigas. A classificação mais encontrada foi a de quatro filós, sendo eles, Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota. Outra classificação comumente apresentada divide os fungos em grupos sem caráter taxonômico: os zigomicetos, ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos. Alguns dos fatores que podem justificar a ausência da utilização das classificações mais recentes são: a maioria das referências bibliográficas foram publicadas antes da proposta citada e, entre os livros mais recentes, a falta de bibliografia específica de Micologia na elaboração dos materiais, e a não adoção da proposta sistemática referida em virtude de um amplo número de propostas difundidas, além do processo de Demora na Transposição Didática.

DISCUSSÃO

Com relação à lista de disciplinas, o panorama observado indica duas implicações em relação à organização da Micologia nas disciplinas das universidades públicas do estado de São Paulo: (1) os fungos enquanto grupo da biodiversidade alvo de estudo estão presentes em poucas disciplinas e (2) todas as disciplinas que contemplam os fungos dividem a ementa com outros grupos da diversidade biológica, por exemplo bactérias, vírus, protozoários e algas.

Essas evidências corroboram a baixa representatividade dos fungos na formação inicial em Ciências Biológicas. A falta de uma disciplina específica sobre o Reino Fungi implica em abordagens superficiais sobre esses organismos e suas relações ecológicas, fisiológicas e evolutivas no estabelecimento do conhecimento biológico de futuros biólogos e professores. Dessa forma, o desejável seria que fossem implementadas disciplinas independentes e ministradas por professores especialistas (Persijn, 2017). Para isso, é necessária a implementação de cursos de especialização na área e o investimento em propostas de mudança na organização curricular dos cursos de formação inicial em Ciências Biológicas.

Destaca-se o fato de nenhuma disciplina da Botânica incluir o Reino Fungi em seus currículos, ilustrando que o reconhecimento do caráter monofilético do grupo em relação às plantas já se configura em ementas das disciplinas do estudo vegetal. Entretanto, com relação aos materiais didáticos sobre fungos ainda existem referências da área da Botânica que se dedicam ao estudo do grupo, apresentando, inclusive, o livro *Botânica Criptogâmica* de Smith (1979) trata os fungos como um grupo dentro do Reino Plantae. A manutenção do livro citado entre as referências bibliográficas é problemática uma vez que, ao inserir os fungos dentro do Reino Plantae, não reconhece o caráter monofilético já bem estabelecido do grupo. Nesse sentido, há a necessidade de atualização das referências bibliográficas utilizadas nas ementas das disciplinas inserindo livros didáticos que de fato reflitam a Biologia dos fungos.

Ademais, a vinculação da Micologia em livros didáticos de Botânica contribui para a percepção equivocada de que os fungos são vegetais e a manutenção de terminologia estruturada com base na Biologia Vegetal para descrever estruturas e processos desempenhados pelos fungos. Ainda, ao dividir espaço com outros grupos da biodiversidade aspectos específicos da biologia dos fungos não são apresentados em virtude de limitações materiais.

Além disso, a associação da Micologia em disciplinas que dividem espaço com outros microrganismos, como em Microbiologia e “Protistas e Fungos”, pode ser problemática, uma vez que os fungos não apresentam grau evolutivo próximo com grupos de bactérias e com o grupo dos Protistas, que é muito conhecido por apresentar taxonomia controversa, em virtude de ser um grupo parafilético. Essa organização curricular é pouco representativa se comparada às disciplinas voltadas para o estudo de Zoologia e Botânica. As universidades costumam apresentar um número muito superior de disciplinas que contemplem a Zoologia e a Botânica e em alguns casos de forma específica, como por exemplo as disciplinas de Morfologia Vegetal, Sistemática Vegetal e Fisiologia Vegetal encontradas na Unesp.

Além de apresentar disciplinas específicas de Micologia, é necessário que as disciplinas já existentes se tornem mais integradas, apresentando aspectos da biologia dos fungos em maior profundidade em disciplinas de Ecologia, Evolução e Sistemática Geral, por exemplo, indicando as relações ecológicas e evolutivas dos fungos com outros grupos da diversidade biológica. Contudo, há limitações nas propostas destacadas, uma vez que o baixo número de professores do magistério superior especialistas em Micologia dificulta a implementação de articulações profundas entre as disciplinas generalistas e a criação de disciplinas exclusivas.

Quadro 3. Polissemia e figuras de linguagem com potencial de gerar ou reforçar distorções conceituais.

Figura de linguagem	Definição	Exemplos na Micologia
Polissemia	Uma unidade linguística é atribuída a vários significados, que podem ou não estar relacionados.	Esporos de fungos e esporos de bactérias.
Metáfora	Compreensão de um domínio conceitual com base em termos de outro; existe incompatibilidade entre partes dos conceitos.	Comparação entre o micélio subterrâneo dos fungos e as raízes dos vegetais.
Metonímia	Representação de um termo com base em outro, "parte pelo todo".	Percepção de que o corpo reprodutivo dos fungos representa o organismo inteiro.
Antítese	Visão binária e dicotômica nos fenômenos biológicos.	Fungos como amigos ou inimigos em relação a suas aplicações para a humanidade.
Personificação	Atribuição de intencionalidade e características humanas a processos biológicos e grupos de organismos distintos.	"Os fungos mutualistas absorvem nutrientes de um organismo hospedeiro, mas retribuem com ações que o beneficiam." (Urry, Cain, Wasserman, Minorsky & Orr, 2022, p. 667).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Ceschim et al. (2020).

Com relação à linguagem utilizada nos livros didáticos e a possíveis distorções conceituais decorrentes da TDE pôde-se elaborar um quadro com a polissemia e as figuras de linguagem recorrentes. Os exemplos descritos no quadro abaixo estão presentes comumente em livros didáticos ou no discurso de professores e estudantes. A utilização do termo *esporo* é polissêmica, pois, embora o mesmo termo seja empregado para se referir aos grupos de

bactérias, fungos e vegetais, em cada reino da diversidade biológica eles assumem características distintas. As metáforas são utilizadas para comparar objetos conceituais que apresentam semelhanças e incompatibilidades: as semelhanças são ressaltadas e as incompatibilidades são suprimidas (Lakoff & Johnson, 2008). A metáfora de que o micélio dos fungos é como uma raiz pode gerar distorções conceituais que reforcem a visão de que os fungos são plantas, sendo que as únicas funções semelhantes entre essas estruturas são a de fixação ao substrato e absorção de nutrientes.

Muitos alunos apresentam a percepção de que o cogumelo ou qualquer estrutura reprodutiva visível a olho nu compreendem o fungo como um todo. Essa interpretação equivocada é um exemplo de metonímia. Além dessas, a antítese presente na visão utilitarista sobre os fungos corrobora para a visão pessimista sobre o grupo, ao se referir a espécies patogênicas como “inimigos” do ser humano. Por fim, a personificação presente no trecho retirado de Urry et al. (2022, p. 667) atribui intencionalidade aos fungos, destacando a capacidade deles em “retribuir ações” que busquem seu benefício próprio - características humanas.

Os termos com etimologia pautada na Botânica em muitos casos já apresentam alternativas com adequações que reforçam o caráter monofilético do Reino Fungi e que estão bem estabelecidos na literatura científica micológica. Contudo, em muitos dos casos, esses termos não chegam aos materiais didáticos. Alguns dos termos citados ao longo do trabalho e encontrados nos livros didáticos poderiam ser substituídos por: corpo fúngico, corpos reprodutivos/ estruturas reprodutivas, esporoma/ basidioma/ ascoma, micélio somático e micélio reprodutivo/ micélio aéreo, fungos sapróbios. Todas essas modificações não apresentam etimologia fundada na Botânica e são termos mais adequados ao ensino e representação dos fungos como um grupo distinto dos vegetais (Kirk et al., 2008).

Ademais, a análise dos livros didáticos também demonstrou baixa especificidade e adequação à literatura científica da área de Micologia. O grande número de livros didáticos de Microbiologia e Botânica que contemplam o Reino Fungi tratam-no de maneira superficial, utilizando alguns exemplos para explicar sua ecologia e fisiologia, entretanto sem tratar desses assuntos com profundidade. Dentre os livros específicos de Micologia, destaca-se a falta de referências atualizadas e até mesmo o baixo número de materiais na língua portuguesa. O aspecto citado pode estar relacionado a um baixo número de traduções de materiais base em outras línguas e a pouca produção de materiais didáticos brasileiros que tratem os fungos com especificidade.

Faz-se necessária a inclusão de instruções pedagógicas nos materiais didáticos que destaquem as possíveis distorções conceituais encontradas naquele material, bem como a maior qualificação de professores de forma que eles possam reconhecer essas distorções ao entrar em contato com elas. Além disso, é importante que o próprio texto apresente quando utilizar figuras de linguagem como metáfora e metonímia, minimizando os impactos das distorções conceituais agregadas a linguagem utilizada para explicar fenômenos biológicos (Ceschim et al., 2020).

De forma geral há grande variedade nas figuras incluídas nos livros analisados. A utilização de figuras para substituição e representação de fenômenos é empregada na maior parte dos livros como exposto por Krasilchik (2019). A ausência de figuras no L13 pode implicar na dificuldade de os alunos reconhecerem os fungos em ambientes naturais (Smith, 1979). Os livros com figuras coloridas artificialmente sem indicações podem reforçar distorções conceituais. Por exemplo, o L15 apresenta hifas coloridas em verde sem indicação de cores fantasia o que pode contribuir para o entendimento de que fungos tenham clorofila (Trabulsi & Alerthum, 2008).

As propostas sistemáticas encontradas nos livros didáticos analisados, em muitos casos como nos expostos nos resultados de quatro filos ou quatro grupos, não correspondem à sistemática filogenética atual dos fungos, uma vez que filos como Chytridiomycota e Zygomycota são poli/parafiléticos e o grupo dos deuteromicetos não configura um agrupamento natural. Contudo, em virtude do processo de Demora na Transposição Didática, falta de materiais atualizados e da ausência de um consenso científico robusto em relação à classificação no grupo dos fungos, muitos livros didáticos recentes seguem adotando as classificações destacadas e as citam como históricas, como no caso do livro de Black e Black (2021).

Portanto, tanto a obsolescência dos livros didáticos indicados nas bibliografias das disciplinas são um indicativo de um ensino de Micologia desatualizado. A produção e tradução de materiais mais recentes em associação com o devido reconhecimento dos fungos em disciplinas específicas é uma das medidas a curto prazo que podem ser implementadas na formação inicial em Ciências Biológicas.

CONCLUSÃO

A pesquisa realizada indicou que os fungos ainda apresentam baixa representatividade na organização curricular dos cursos de formação inicial em Ciências Biológicas e nos

materiais didáticos utilizados como referências para disciplinas que contemplem a Micologia. Torna-se necessário estudos que demonstrem de que forma os fungos podem ser integrados no Ensino de Biologia e quais medidas compensatórias podem ser empregadas a curto, médio e longo prazo.

Destacamos e defendemos a necessidade da incorporação de uma disciplina que trate de forma exclusiva sobre os fungos, compreendendo aspectos evolutivos, ecológicos, fisiológicos e morfológicos do grupo, contribuindo para um aprofundamento teórico acerca dos fungos. Além disso, é ímpar a necessidade de propostas curriculares mais integradoras nos cursos de formação inicial em Ciências Biológicas, de maneira a incluir os diferentes grupos da diversidade em disciplinas como Ecologia e Evolução, por exemplo.

Com relação aos materiais didáticos faz-se necessária a produção e tradução de livros mais atualizados e específicos na área de ensino de Micologia, bem como a adequação desses materiais aos consensos científicos da comunidade micológica, como por exemplo a padronização de termos (por exemplo, substituir esporocarpo por esporoma) e da filogenia do grupo dos fungos.

O aumento da produção científica sobre a Micologia no contexto brasileiro é dependente de medidas de financiamento que incentivem o trabalho com o grupo, o estabelecimento de laboratórios de pesquisa relacionados aos fungos e a formação de profissionais qualificados para trabalhar com o grupo. As propostas apresentadas nessa pesquisa podem contribuir para a formação inicial em Ciências Biológicas para que futuros biólogos e professores de Biologia compreendam a Biologia dos Fungos em maior profundidade e estabeleçam diferentes formas de trabalhar com o grupo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado por uma bolsa PIBIC – REITORIA UNESP (Nº 7781) concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W. & Blackwell, M. (1996). *Introductory mycology* (4. ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Bandeira, D. (2009). Material didático: conceito, classificação geral e aspectos da elaboração. In *Curso de Materiais didáticos para smartphone e tablet*. Curitiba: IESDE, p. 13-33.

- Black J. G. & Black, L. J. (2021). *Microbiologia: Fundamentos e perspectivas* (10 ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/books/9788527737326>. Acesso em: 24 de novembro de 2023.
- Bononi, V. L. R. (Org.). (1998). *Zigomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas* (1. ed.). São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente.
- Caldeira, A. M. A. & Bastos, F. (2009). A Didática como área do conhecimento. In Caldeira, A. M. A. & Araujo, E. S. N. N. de (Orgs.). *Introdução à Didática da Biologia*. (Ed., 13-33). Escrituras.
- Carlile, M. J., Watkinson, S. C. & Gooday, G. W. (2001). *The fungi* (2. ed.) San Diego: Academic Press. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780127384450/the-fungi>. Acesso em: 24 de novembro de 2023.
- Carvalho, G. S. (2009). A Transposição Didática e o Ensino de Biologia. In Caldeira, A. M. A., Araujo, E. S. N. N. de. (Orgs.). *Introdução à Didática da Biologia*.
- Ceschim, B., Ganiko-Dutra, M., Caldeira, A. M. A. (2020). Relação Pensamento-Linguagem e as Distorções Conceituais no Ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, 26 e 20068.
- Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*.
- Esposito, E. & Azevedo, J. L. (2010). *Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia* (2. ed.). Caxias do Sul: Educs.
- Estrela, K. B., Ganiko-Dutra M. & Weiser, V. de L. (2023). Quais são as áreas de atuação em Micologia? Percepções de estudantes da formação inicial em Ciências Biológicas. *Ciência & Educação*, 29 e23032.
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa* (3. ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Fourez, G. (1995). O método científico: A ciência como disciplina intelectual. In Fourez, G. *A construção das Ciências* (103-143).
- Ganiko-Dutra, M., Caldeira, A. M. A. (2022). *Delimitação da Micologia como uma ciência autônoma*. GANIKO-DUTRA; CALDEIRA. Delimitação da micologia como uma ciência autônoma. Publicação dos anais do Encontro de História e Filosofia da Biologia.
- Gatti, B. A. (2017). Didática e formação de professores: provocações. *Cadernos de Pesquisa*, 47(166).

- Grube, M., Gaya, E., Havard, K., Smith, A. M., Avery, S., Fernstand, S. J., Muggia, L., Martin, M. D., Eivindsen, T., Kõljalg, U. & Bendiksby, M. (2017). The next generation fungal diversity researcher. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 124-130.
- Hawksworth, D. & Lücking, D. L. (2017). Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiology Spectrum*, 5(4), 1-17.
- Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W. & Stalpers, J. A. (2008). *Dictionary of the Fungi* (10. ed.). UK: CABI Europe.
- Krasilchik, M. (2019). *Prática de ensino de biologia* (3. ed.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Kuhar, F., Furci, G., Drechsler-Santos, E. R. & Pfister, D. (2018). Delimitation of Funga as a valid term for the diversity of fungal communities: the Fauna, Flora & Funga proposal (FF&F). *IMA Fungus*, 9(2), 71-74.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (2008). *Metaphors we live by* (1. ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Libâneo, J. C. (2010). Didática e Epistemologia: para além do embate entre a Didática e as Didáticas específicas. In Veiga, I. P. et al. (Orgs). *Profissão Docente: novos sentidos, novas perspectivas*. (2. ed.). Papirus.
- Libâneo, J. C. (2013). *Didática* (2. ed.). São Paulo: Cortez.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H. & Stahl, D. A. (2016). *Microbiologia de Brock*. Porto Alegre: Artmed, 2016. E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582712986/pageid/0>. Acesso em: 07 jun. 2024.
- Margulis, L. & Schwartz, K. V. (2012). *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na Terra*. (3. ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Moore-Landecker, E. (1996). *Fundamentals of the fungi*. (4. ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Niskanen, T., Lücking, R., Dahlberg, A., Gaya, E., Suz, L. M., Mikryukov, V., Liimatainen, K., Druzhinina, I., Westrip, J. R. S., Mueller, G. M., Martins-Cunha, K., Kirk, P., Tedersoo, L. & Antonelli, A. (2023). Pushing the Frontiers of Biodiversity Research: Unveiling the Global Diversity, Distribution, and Conservation of Fungi. *Annual Review of Environment and Resources*, 48, 149-176.
- Oliveira, E. C. (2003). *Introdução à Biologia Vegetal*. (2. ed.). São Paulo: EDUSP, 2003.
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods*. (4. ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

- Pelczar, J. R., Michael, J., Chan, E. C. S. & Krieg, N. R. (1996). *Microbiologia: conceitos e aplicações*. (Vol. 1., 2. ed.). São Paulo: Makron Books.
- Persijn, A. L. G. (2017). *A Micologia na formação de professores: uma análise das licenciaturas em Ciências Biológicas no estado de Goiás* [Dissertação de Mestrado Profissional, Universidade Federal de Goiás]. Repositório Institucional: <https://www.btd.ueg.br/handle/tede/484>.
- Putzke, J. & Putzke, M. T. L. (1998). *Os reinos dos fungos*. (Vol. 1, 1. ed.). Santa Cruz do Sul: Edunisc.
- Raven, P. F., Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (2014). *Biologia vegetal*. (8. ed.) Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Schünemann, B. L. B., Palacio, M., Regio, N. C. (2021). O desconhecido reino dos fungos. In Araújo, L. A. L. A., Vieira, G. C. (Orgs.). *Ensino de Biologia: uma perspectiva evolutiva/ Volume II: Biodiversidade e Evolução*. Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, 233-270.
- Senna, K. N., Ceschim, B., Ganiko-Dutra, M. (2020). A organização do conteúdo biológico no processo de mediação didática. In Caldeira, A. M. A. (Org.). *Didática e Epistemologia da Biologia*. (1. ed.). Espelho D'Alma.
- Smith, G. M. (1979). *Botânica criptogâmica: Algas e fungos*. (3. ed., v. 1.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Spatafora, J. W., Aime, C., Grigoriev, I. V., Martin, F., Stajich, J. E. & Blackwell. (2017). The fungal tree of life: from molecular systematics to genome-scale phylogenies. *Microbiology Spectrum*, 5(5), 1-34.
- Tedersoo, L., Sánchez-Ramírez, S., Kõljalg, U., Bahram, M., Döring, M., Schigel, D., May, T., Ryberg, M., Abarenkov, K. (2018). High-level classification of the Fungi and a tool for evolutionary ecological analyses. *Fungal Diversity* 90, 135-159.
- Tortora, G. J., Funke, B. R. & Case, C. L. (2017). *Microbiologia*. (12. ed.). Porto Alegre: Artmed. E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/97885827113549/pageid/343>. Acesso em: 07 jun. 2024.
- Trabulsi, L. R. & Alerthum, F. (2008). *Microbiologia*. (5. ed.). São Paulo: Atheneu.
- Turland, N. J., Wiersema, J. H., Barrie, F. R., Greuter, W., Hawksworth, D. L., Herendeen, P. S., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., Marhold, K., May, T. W., McNeill, J., Monro, A. M., Prado, J., Price, M. J. & Smith, G. F. (eds.) 2018: *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth*

International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. DOI <https://doi.org/10.12705/Code.2018>

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. & Orr, R. B. (2022). *Biologia de Campbell*. (12 ed.). Porto Alegre: Artmed. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786558820680/epubcfi/6/8%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dcreditos.xhtml%5D!/4/2/32>. Acesso em: 24 de novembro de 2023.

Vermelho, A. B., Pereira, A. F., Coelho, R. R. R. & Souto-Padrón, T. (2019). *Práticas de Microbiologia*. (2. ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527735575/epubcfi/6/2%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dcover%5D!/4/2/2%4074:38>. Acesso em: 07 jun. 2024.

Whittaker, R. H. (1959). On the Broad Classification of Organisms. *The Quarterly Review of Biology*, 34(3), 210-226.

Whittaker, R. H. (1969). New Concepts of Kingdoms of Organisms: Evolutionary relations are better represented by new classifications than by the traditional two kingdoms. *Science*, 163(3863), 150-160.

Xavier-Filho, L., Legaz, M. E., Vicente-Córdoba, C. & Pereira, E. C. (2006). *Biologia de líquens*. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

GABRIEL PRADO VERIDIANA DE LARA MATHEUS	GANIKO-
BARCELOS:	WEISER BRAMANTE:
Contribuições:	Contribuições:
<input type="checkbox"/> Administração do Projeto <input type="checkbox"/> Análise Formal <input checked="" type="checkbox"/> Conceituação <input checked="" type="checkbox"/> Gerenciamento de Dados <input checked="" type="checkbox"/> Escrita – Primeira versão <input checked="" type="checkbox"/> Escrita – Revisão e Edição <input checked="" type="checkbox"/> Investigação <input checked="" type="checkbox"/> Metodologia <input type="checkbox"/> Obtenção de Financiamento <input type="checkbox"/> Recursos <input type="checkbox"/> Software <input type="checkbox"/> Supervisão <input type="checkbox"/> Validação <input checked="" type="checkbox"/> Visualização () Outro: Citar	<input checked="" type="checkbox"/> Administração do Projeto <input checked="" type="checkbox"/> Análise Formal <input checked="" type="checkbox"/> Conceituação <input type="checkbox"/> Gerenciamento de Dados <input checked="" type="checkbox"/> Escrita – Primeira versão <input checked="" type="checkbox"/> Escrita – Revisão e Edição <input type="checkbox"/> Investigação <input checked="" type="checkbox"/> Metodologia <input checked="" type="checkbox"/> Obtenção de Financiamento <input type="checkbox"/> Recursos <input type="checkbox"/> Software <input checked="" type="checkbox"/> Supervisão <input type="checkbox"/> Validação <input checked="" type="checkbox"/> Visualização () Outro: Citar
DUTRA:	DUTRA:
Contribuições:	Contribuições:
<input checked="" type="checkbox"/> Administração do Projeto <input checked="" type="checkbox"/> Análise Formal <input checked="" type="checkbox"/> Conceituação <input checked="" type="checkbox"/> Gerenciamento de Dados <input checked="" type="checkbox"/> Escrita – Primeira versão <input checked="" type="checkbox"/> Escrita – Revisão e Edição <input type="checkbox"/> Investigação <input checked="" type="checkbox"/> Metodologia <input type="checkbox"/> Obtenção de Financiamento <input type="checkbox"/> Recursos <input type="checkbox"/> Software <input checked="" type="checkbox"/> Supervisão <input type="checkbox"/> Validação <input checked="" type="checkbox"/> Visualização () Outro: Citar	<input checked="" type="checkbox"/> Administração do Projeto <input checked="" type="checkbox"/> Análise Formal <input checked="" type="checkbox"/> Conceituação <input checked="" type="checkbox"/> Gerenciamento de Dados <input checked="" type="checkbox"/> Escrita – Primeira versão <input checked="" type="checkbox"/> Escrita – Revisão e Edição <input type="checkbox"/> Investigação <input checked="" type="checkbox"/> Metodologia <input type="checkbox"/> Obtenção de Financiamento <input type="checkbox"/> Recursos <input type="checkbox"/> Software <input checked="" type="checkbox"/> Supervisão <input type="checkbox"/> Validação <input checked="" type="checkbox"/> Visualização () Outro: Citar

CONFLITO DE INTERESSES

Declaramos que o manuscrito não implica em conflito de interesses.

APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO DE CAPÍTULO DE LIVRO DIDÁTICO

1 Especificidade			
SIM	NÃO	Avaliação	Observações
		O material didático é específico para o grupo dos fungos, isto é, se trata de um livro de micologia?	
		Este grupo divide espaço com outros <i>taxa</i> , embora possa apresentar um capítulo exclusivo sobre fungos?	
		Em relação à abordagem, o grupo dos fungos é apresentado com alguma ênfase (saúde, ambiental ou biotecnológica, por exemplo)?	
		São incluídos diversos exemplos da diversidade do grupo e das interações que estabelecem (parasitos, sapróbios, micorrizas, líquens, etc)?	
2 Organização e Linguagem			
		Como os capítulos estão organizados neste material?	
		A linguagem utilizada está de acordo com a autonomia do grupo (por exemplo: basidioma)?	
		A etimologia tem traços da Botânica (como basidiocarpo, por exemplo)?	
		A linguagem utilizada permite o surgimento ou reforço de alguma distorção conceitual acerca do conhecimento micológico seguindo os critérios estabelecidos por Ceschim et al. (2020)?	
3 Figuras			
		As figuras são uma representação adequada dos fenômenos, isto é, são fotografias, esquemas ou diagramas, por exemplo?	
		As cores são fiéis aos organismos?	
		São indicadas cores fantasia?	
		É apresentada escala?	
		As figuras indicam o tipo de imagem? (fotografia, micrografia, diagrama, etc).	
		As figuras fornecem breves descrições, não muito longas?	
		As fontes das imagens são indicadas?	
4 Sistemática			
		A taxonomia do grupo está seguindo a proposta dos oito filos de Spatafora et al. (2017)?	
		É indicada a fonte da classificação utilizada? Se sim, qual?	

APÊNDICE B – CATEGORIAS DE ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Índice	Especificidade	Linguagem	Figuras	Sistemática
L01	M; CEx; SEnf; Ed.	Tbot; La; NDc.	R; IR; PB.	Ns; If.
L02	Mb; NCEX; Enf; Ec.	Tbot; Li; NDc.	R; IR; CR; CFn.	Ns; Nif.
L03	M; CEx; Enf; Ed.	Tbot; La; NDc.	R; IR; CR; PB.	Ns; If.
L04	M; CEx; Enf; Ed.	Tbot; La; NDc.	IR; PB.	Ns; If.
L05	M; CEx; Enf; Ed.	Tbot; Li; NDc.	R; PB.	Ns; If.
L06	Mb; NCEX; SEnf; Ec.	Tbot; Li; NDc.	R; IR; CR; CFi.	Ns; Nif.
L07	S; CEx; SEnf; Ed.	Tbot; La; NDc.	R; IR; PB.	Ns; If.
L08	M; CEx; Enf; Ed.	Tbot; La; NDc.	R; IR; PB.	Ns; If.
L09	Bot; CEx; SEnf; Ed.	Tbot; Li; Dcma,p.	R; PB.	Ns; If.
L10	Mb; NCEX; SEnf; Ec.	Tbot; Li; Dcma,mo.	R; IR; PB.	Ns; Nif.
L11	M; CEx; Enf; Ed.	Tbot; Li; NDc.	R; PB.	Ns; If.
L12	Bot; CEx; SEnf; Ed.	Tbot; Li; NDc.	R; IR; CR; CFi; CFn.	Ns; Nif.
L13	Bot; CEx; SEnf; Ec.	Tbot; Li; Dc.	O capítulo analisado não apresenta figuras	Ns; If.
L14	Mb; NCEX; Enf; Ec.	Tbot; Li; NDc.	R; IR; CR; CFn.	Ns; Nif.
L15	Mb; CEx; Enf; Ec.	Tbot; Li; NDc.	R; CFn.	Ns; If.
L16	Bg; CEx; SEnf; Ed.	Tbot; Li; Dcp.	R; IR; CR; CFi; CFn.	Ns; Nif.
L17	Mb; NCEX; SEnf; Ec.	Tbot; La; Dca.	R; IR; CR; CFn.	Ns; If.
L18	M; CEx; Enf; Ed.	Tbot; La; Dcp.	R; IR; CR.	Ns; If.

A primeira coluna é o índice de livros analisados, numerados de L01 a L18 em ordem alfabética dos sobrenomes dos autores. Na coluna de especificidade são encontradas as seguintes categorias: Bot = livro de Botânica. Mb = livro de Microbiologia. S = livro de Sistemática. M = livro de Micologia. Bg = livro de Biologia Geral. CEx = Apresenta capítulo exclusivo. NCEX = Não apresenta capítulo exclusivo. Ed = Exemplos diversos explicados. Ec = Exemplos citados. Enf = apresenta ênfase. SEnf = não apresenta ênfase. Na coluna de linguagem estão as categorias: Tbot = terminologia com traços de Botânica. Li = Linguagem Inadequada. La = Linguagem Adequada. NDc = Não apresenta distorção conceitual. Dc = Apresenta distorção conceitual. Dcp = Distorção conceitual do tipo personificação. Dcma = distorção conceitual do tipo metáfora. Dca = distorção conceitual do tipo antítese. Dcma = distorção conceitual do tipo metonímia. As figuras foram categorizadas em: R = representação. IR = Imagens reais. CR = Cores reais. CFi = Cores fantasia indicadas. CFn = Cores fantasia não indicadas. PB = Figuras em Preto e Branco. Em relação à sistemática há as categorias: Ns = Não segue a proposta de Spatafora *et al.* (2017). If = Indica a fonte utilizada como referência para classificar o grupo. Nif = Não indica a fonte utilizada como referência para classificar o grupo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.