

ENSINO DE MICROBIOLOGIA: O QUE FICOU DE APRENDIZADO DEPOIS DA PANDEMIA?

TEACHING MICROBIOLOGY: WHAT LEARNED AFTER THE PANDEMIC?

MICROBIOLOGÍA: QUÉ APRENDIDO DESPUÉS DE LA PANDEMIA?

*Aline da Silva Goulart¹, Kellen Mariane Athaide Rocha², Márcio Tavares Costa³,
Silvana Peterini Boeira⁴, Vanderlei Folmer⁵*

Resumo

O ensino da microbiologia tem adquirido crescente relevância devido aos eventos recentes na sociedade. No entanto, ainda é comum que seja abordado de maneira simplificada esse conteúdo. Assim, este estudo propôs investigar como essa temática está sendo desenvolvida atualmente em sala de aula. Para atingir o objetivo, elaborouse um formulário online para a coleta de dados, utilizando a técnica conhecida como bola de neve. Os resultados evidenciaram que os docentes abordam os microrganismos com base em teorias existentes na literatura, principalmente utilizando livros didáticos. Além disso, os microrganismos são, em sua maioria, apresentados apenas sob seus aspectos negativos. Em resposta a essa realidade, uma cartilha foi elaborada para contribuir com o processo de ensino e aprendizagem do tema, oferecendo uma abordagem mais abrangente. Acredita-se que essa cartilha representa um valioso recurso pedagógico para enriquecer o ensino de microbiologia e preparar os estudantes de maneira mais informada e consciente para os desafios relacionados a microrganismos.

Palavras-chave: Aprendizagem; Ensino de Ciências; Microrganismos; Material Didático.

¹ Doutoranda em Educação em Ciências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS - Brasil. Mestra em Bioquímica da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Bagé, RS - Brasil. **E-mail:** alinefgoulart@gmail.com

² Doutora em Bioquímica - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Bagé, RS - Brasil. Professor substituto - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Bagé, RS - Brasil. **E-mail:** kellen_a.rocha@hotmail.com

³ Doutora em Bioquímica - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Bagé, RS - Brasil. Professor substituto - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Bagé, RS - Brasil. **E-mail:** marciocosta@unipampa.edu.br

⁴ Doutora em Farmacologia - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS - Brasil. Professora adjunta - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Bagé, RS - Brasil. **E-mail:** silvespeter@yahoo.com.br

⁵ Doutor em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) - Universidade Federal de Santa Maria, (UFSM). Santa Maria, RS - Brasil. Professor Titular - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Bagé, RS - Brasil. **E-mail:** vanderleifolmer@unipampa.edu.br

Abstract

The teaching of microbiology has gained increasing relevance due to recent events in society. However, it is still common for this content to be addressed in a simplified manner. Thus, this study aimed to investigate how this subject is currently being developed in the classroom. To achieve this goal, an online form was developed for data collection, using the snowball technique. The results revealed that educators approach microorganisms based on existing theories in the literature, primarily utilizing textbooks. Additionally, microorganisms are mostly presented only in their negative aspects. In response to this reality, a booklet was created to contribute to the teaching and learning process of the subject, offering a more comprehensive approach. It is believed that this booklet represents a valuable pedagogical resource to enhance the teaching of microbiology and to better prepare students in an informed and conscious manner for challenges related to microorganisms.

Keywords: Learning; Science teaching; Microorganisms; Courseware.

Resumen

La enseñanza de la microbiología ha adquirido una creciente relevancia debido a los acontecimientos recientes en la sociedad. Sin embargo, todavía es común que este contenido sea abordado de manera simplificada. Por lo tanto, este estudio propuso investigar cómo se está desarrollando actualmente esta temática en el aula. Para lograr el objetivo, se elaboró un formulario en línea para la recolección de datos, utilizando la técnica conocida como bola de nieve. Los resultados evidenciaron que los docentes abordan los microorganismos basándose en teorías existentes en la literatura, principalmente utilizando libros didácticos. Además, en su mayoría, los microorganismos son presentados sólo desde sus aspectos negativos. En respuesta a esta realidad, se elaboró una cartilla para contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje del tema, ofreciendo un enfoque más completo. Se cree que esta cartilla representa un valioso recurso pedagógico para enriquecer la enseñanza de la microbiología y preparar a los estudiantes de manera más informada y consciente para los desafíos relacionados con los microorganismos.

Palabras clave: Aprendiendo; Enseñanza de las ciencias; Microorganismos; Material didáctico.

1 Introdução

O processo de ensino de ciências tem enfrentado desafios há algum tempo, e a pandemia apenas exacerbou essas questões. Nesse contexto, inserese o ensino de Biologia e temas correlatos. O ensino de Biologia também tem sido alvo de críticas diante desses desafios, sendo apresentado de forma insatisfatória. De acordo com os dados apresentados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) referente aos resultados do PISA 2018, a avaliação de Ciências revelou que cerca de 45% dos estudantes no Brasil atingiram o nível 2 de conhecimento em Ciências. Em outras palavras, os estudantes demonstraram apenas uma compreensão mínima de uma explicação correta para fenômenos científicos (OCDE, 2019).

Com base no cenário atual da educação brasileira, as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem têm sido objeto de intensas discussões. Estas questões têm sido apontadas como fonte de preocupação por diversos autores. Entre os desafios, destacase o ensino pautado por abordagens pedagógicas tradicionais e pouco diversificadas (BRUM, 2015), bem como a carência de inovação, integração tecnológica e científica (BORBA et al., 2017). Arend e Del Pino (2017) destacam que muitos destes problemas poderiam ser atenuados por meio de estratégias adotadas durante o processo de ensino.

Além disso, durante o auge da pandemia, os docentes de Ciências e Biologia enfrentaram desafios no desenvolvimento de suas práticas pedagógicas no ensino à distância, devido à carência de capacitação em tecnologias (BORBA, et al. 2020) e às circunstâncias caóticas do período. Adicionalmente, acredita-se que esses profissionais, por atuarem em uma área intimamente ligada às ciências, tiveram que lidar com a tarefa suplementar de desmentir diversas notícias falsas (BORBA, et al. 2020). Tais informações equivocadas são tradicionalmente identificadas como "*FAKE NEWS*" e têm aumentado em frequência, causando prejuízos à sociedade e ao progresso científico (PINTO, SILVA e MEDEIROS, 2022).

Especificamente, as *FAKE NEWS* têm ganhado popularidade mundial a partir de seu uso no cenário político, principalmente desde as eleições presidenciais dos EUA de Donald Trump (BRISOLA; BEZERRA, 2018), mas não se restringem ao contexto político. De acordo com Barcelos et al. (2021), as *FAKE NEWS* são disseminadas principalmente no WhatsApp e no Facebook, onde tendem a abordar temas como política (governos falsificando vacinação contra a COVID19), epidemiologia e estatísticas (proporção de casos e mortes) e prevenção. Assim, aqueles que propagam notícias falsas desempenham um papel prejudicial na sociedade e combatê-las é uma das ações-chave para manter o bemestar da população (SOUZA JUNIOR, SOARES & RIBEIRO, 2020).

Nesse contexto, a Educação Básica atua como uma ferramenta que permite distinguir entre notícias falsas e verdadeiras. Da mesma forma, os docentes têm a responsabilidade de disseminar e sistematizar informações verídicas por meio de fatos científicos (PINTO, SILVA & MEDEIROS, 2022). O tema da microbiologia contribui para o conhecimento sobre microrganismos e suas interações com seres humanos e outros seres vivos (BRASIL, 2018). Seu conteúdo integra o ensino de Ciências e Biologia, que também visa abordar tópicos transdisciplinares, como higiene pessoal, prevenção de doenças e o meio ambiente (TORTORA, 2010; ROVIATI et al., 2010; BRASIL, 2018), assim como pandemias, entre outros.

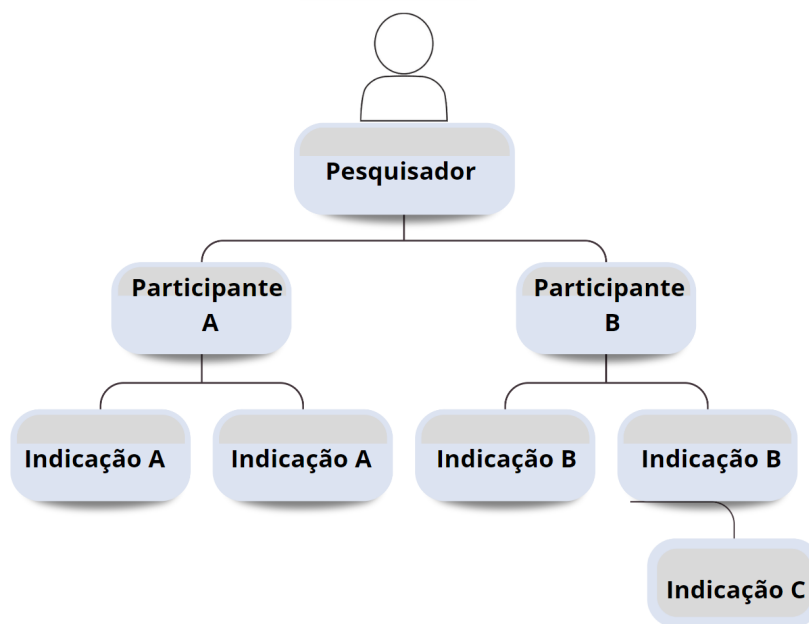
A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), um documento que orienta a educação brasileira, propõe o ensino de Microbiologia desde o Ensino Fundamental como requisito para o desenvolvimento de diferentes habilidades. Essa abordagem tem o objetivo de capacitar os estudantes a argumentar sobre questões relevantes à saúde pública, especialmente a vacinação, fundamentando-se em informações sobre o funcionamento das vacinas no corpo e seu papel na manutenção da saúde individual e coletiva e na erradicação de doenças (BRASIL, 2018). Consequentemente, visa alcançar o reconhecimento da importância das vacinas. Ainda, a BNCC proporciona aos estudantes a habilidade de "interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, através da análise e comparação de indicadores de saúde, como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças" (BRASIL, 2018).

Dessa forma, o tema de Microbiologia deve contribuir para a formação de cidadãos com conhecimento científico suficiente para compreender tragédias importantes relacionadas a pandemias, por exemplo. Diante desse cenário, tornase necessário compreender como o tema de Microbiologia está sendo desenvolvido em sala de aula. Portanto, o principal objetivo deste estudo foi fornecer uma visão geral do desenvolvimento das aulas de Microbiologia no estado do Rio Grande do Sul, sempre sob a perspectiva do processo de ensino. Além disso, os autores desenvolveram uma cartilha educacional com o propósito de convertê-la uma ferramenta de apoio a ser utilizada por docentes e estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem do tema em questão

2 Procedimentos Metodológicos

O presente estudo foi realizado no primeiro semestre de 2022. Os participantes foram docentes responsáveis pela componente curricular de Ciências no estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil. A coleta de dados foi realizada por meio da técnica “Bola de Neve”, utilizando um questionário online elaborado no Google Formulários. O processo de amostragem em bola de neve começa com um participante inicial, que é convidado pelo pesquisador. E após responder ao questionário da pesquisa, esse participante é solicitado a indicar outras pessoas que também possam se enquadrar nos critérios de seleção da pesquisa. Essas pessoas indicadas são então convidadas a participar e, por sua vez, são solicitadas a indicar outras pessoas, e assim por diante. Esse processo é repetido até que o número desejado de participantes seja alcançado ou até que a rede de indicações comece a se repetir (MEO e MOISO, 2020). Nesta técnica, a partir de um núcleo de respondentes conhecidos, novos elementos são indicados por participantes da amostra original em um processo contínuo até que as indicações comecem a se repetir, formando uma rede (SALGUEIRO et al., 2018), conforme mostrado na figura 1.

Figura 1: Ilustração representativa da técnica bola de neve.



Fonte: Autores. Embasado em SALGUEIRO et al., (2018).

Neste estudo, foram estabelecidos dois pontos de partida para obtenção de dados: os municípios de Uruguaiana/RS e Itaqui/RS. O questionário foi enviado aos docentes por meio do WhatsApp. O questionário consistia em cinco perguntas abertas (Tabela 1) e foi validado previamente por cinco docentes com conhecimento da área. Aqueles interessados em participar do estudo consentiram com o uso dos resultados gerados, assinando o Termo de Consentimento Informado. Foram utilizados os questionários completos (100%) e consentimento assinados como critérios de inclusão. E para manter o anonimato, os participantes foram identificados como "D1 a D22". O presente trabalho tratase de uma pesquisa quantitativaqualitativa (GIL, 2017).

Tabela 1: Apresenta as questões do questionário.

Questões	
1	Como você explica aos estudantes sobre a origem dos microrganismos?
2	Quais materiais você utiliza para preparar as aulas sobre microrganismos?
3	Quais dificuldades você enfrenta ao lecionar aulas sobre microrganismos?
4	Qual é a importância de trabalhar o estudo dos microrganismos no Ensino Fundamental?
5	A. Como você explica aos seus estudantes o que são microrganismos? B. Quais exemplos de microrganismos você costuma dar?

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados qualitativos foram coletados das perguntas 1 e 3, dos quais foram analisadas de acordo com a frequência das respostas e apresentadas por meio de tabela e nuvens de palavras. As nuvens de palavras são uma ferramenta que visualmente demonstra a importância do conteúdo selecionado através da frequência das palavras (LEMOS, 2016). As perguntas 2, 4 e 5 foram tratadas como questões quantitativas, sendo que as questões 4 e 5 foram analisadas seguindo a metodologia descrita por Bardin (2016). Para essa análise, foram adotadas três etapas, como descritas a seguir: Pré-análise: organização dos materiais, focando nos questionários que orientam o objetivo deste estudo.

- Exploração do material e tratamento dos resultados: codificação dos dados com base nos verbos presentes nas respostas.
- Inferência e interpretação: categorização desses códigos e agrupamento de acordo com sua similaridade.

3 Resultados e Discussões

Para compreender as percepções dos docentes em relação ao ensino de Microbiologia, analisamos as respostas de 22 docentes vinculados à Rede de Educação Básica de diferentes cidades do Rio Grande do Sul, incluindo: Alegrete (02), Canoas (01), Itaqui (04), Porto Alegre (02), Santa Maria (04) e Uruguaiana (09). Vale ressaltar que as cidades de Canoas, Itaqui, Santa Maria e Uruguaiana apresentaram uma votação predominante em Jair Bolsonaro (TRE, 2022). Conforme indicado por Da Paixão et al. (2023), esse espectro político é caracterizado por notícias falsas e negacionismo científico, o que pode fornecer uma explicação para algumas das respostas dadas pelos docentes, uma vez que eles fazem parte de um movimento de direita e conservador.

A PERGUNTA 1 nos proporcionou uma compreensão sobre como esses docentes abordam a origem dos microrganismos aos seus estudantes, conforme representado na tabela (Tabela 2). Dos vinte e dois entrevistados, dezesseis deles indicaram que fundamentam seu ensino sobre a origem dos microrganismos com base na Teoria da Origem da Vida e na Teoria da Evolução (respostas mais frequentes), seguidas por seleção natural, biogênese e abiogênese, entre outras teorias existentes. Além disso, outros depoimentos descritivos a seguir ilustram como alguns dos docentes explicam a origem dos microrganismos:

D01: *“Explico que eles estão presentes desde a Terra primitiva e a teorias existentes.”*

D13: *No 7º ano do EF é citado de forma breve sobre a teoria do surgimento dos primeiros seres vivos no planeta (hipótese de Oparin e Haldane) e teoria da seleção natural (DarwinWallace); caracterização dos 5 reinos. No 9º ano do EF as teorias a respeito da origem da vida e teorias evolutivas são aprofundadas.*

D14: *“Sigo a ideia básica do surgimento da vida no planeta, evolução e adaptação aos ambientes onde estão.”*

Embora a pesquisa tenha revelado um notável foco na exploração das teorias já consagradas na literatura, é crucial ressaltar que algumas perspectivas teóricas, como a Panspermia, permaneceram ausentes nas abordagens dos docentes. Ademais, uma das respostas proferidas por um dos docentes (D10), enfaticamente declarando que **"Deus criou tudo"**, caracteriza-se como uma manifestação da visão inerente à Teoria Criacionista. Essa doutrina abraça a convicção de que todas as formas de vida na Terra originam-se de uma entidade divina (PORTO e FALCÃO, 2010).

Tabela 2: Mostra a frequência das respostas dadas à pergunta 1.

<i>Questão 1</i>	<i>Respostas</i>	<i>Número de vezes mencionada</i>
<i>Como você explica aos estudantes sobre a origem dos microorganismos?</i>	<i>Explicação usando teorias existentes</i>	5
	<i>Explico que tudo foi criado por Deus</i>	1
	<i>Quando trabalho sobre a origem da vida.</i>	5
	<i>Por meio de teorias evolutivas.</i>	1
	<i>Através de experimentos realizados por Redi, Pasteur e outros.</i>	4
	<i>Apresento por biogênese e abiogênese.</i>	3
	<i>Palestras, imagens, vídeos e textos.</i>	8

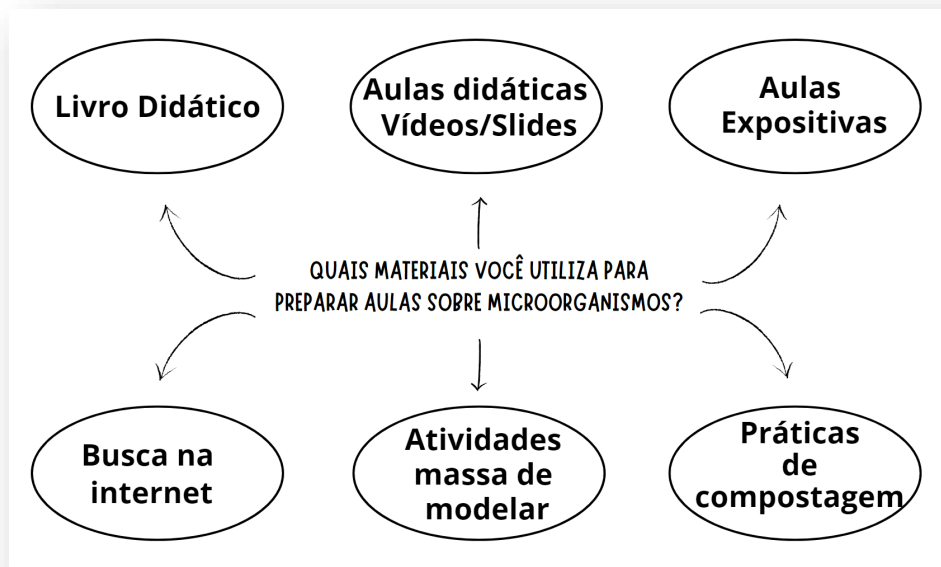
Fonte: Autores.

Porto e Falcão (2010) ressaltam que esse ponto de vista é protegido pela liberdade de religião. A educação em ciências deve apresentar teorias científicas e o método científico como fundamentais. Isso inclui o ensino de microbiologia. Além disso, é necessário fomentar o pensamento crítico, que permite aos estudantes analisar e questionar as diferentes perspectivas apresentadas, especialmente em um contexto em que notícias falsas e pseudociência são disseminadas. Portanto, é fundamental buscar alternativas para integrar ciência e religião sem prejudicar o ensino da ciência, que é essencial para promover o desenvolvimento da sociedade.

Também investigamos os materiais que os docentes utilizam para elaborar suas aulas (PERGUNTA 2). Ficou evidente que os livros didáticos são o principal recurso empregado na preparação das aulas. Esse fato destaca uma lacuna e indica a falta de alternativas metodológicas no desenvolvimento desse conteúdo. utilizados para preparar as aulas sobre microorganismos são os livros didáticos, evidenciando o problema e mostrando a falta de metodologias alternativas no desenvolvimento do conteúdo. Em segundo lugar, destacaram-se as aulas expositivas, seguidas pela realização de pesquisas na internet. Observouse que parte dos docentes optou por aulas expositivas para abordar o tema, fazendo o uso de diferentes

recursos, principalmente os audiovisuais e textuais. A utilização dos materiais mais mencionados pelos docentes está ilustrada na “Brainstorm” (tempestade de ideias) Figura 2.

Figura 2: Brainstorm das respostas dos docentes sobre materiais para aulas de microrganismos.



Fonte: Autores.

Dentre os docentes pesquisados, constatase que uma parcela deles adota uma abordagem problematizadora no ensino de microbiologia. No entanto, é relevante destacar que outra fração dos docentes opta por uma abordagem pragmática a qual inclui a confecção de modelos e a observação de alimentos em decomposição durante suas aulas. Esses aspectos, apesar de não mencionados com frequência nas respostas obtidas, merecem destaque. Ainda, ressaltase que os docentes que adotam uma abordagem mais concreta representam uma minoria em relação ao conjunto de participantes. Em contraste, evidências sugerem que atividades temáticas aplicadas a estudantes do ensino fundamental parecem ser mais eficazes no processo de ensino e aprendizagem da microbiologia (VILELA et al., 2022).

Estudo realizado por Frezza e Thomé (2020) com estudantes do ensino médio, mesmo após terem passado pelo ensino fundamental, demonstraram um nível limitado de conhecimento sobre o assunto. Essa constatação reforça ainda mais a importância de abordagens diversificadas para promover uma aprendizagem significativa durante o ensino fundamental. Com base nessas evidências, os autores sugerem que a identificação do conhecimento prévio dos estudantes também pode ser uma ferramenta valiosa para auxiliar os docentes na formulação de estratégias para o desenvolvimento de suas práticas de ensino. Abaixo, são apresentados alguns relatos descritivos de docentes referentes ao uso de materiais utilizados em suas abordagens educacionais:

D1: *“Pesquiso na internet, livro didático como recurso para eles observarem as imagens coloridas, desenho, quadro branco, às vezes slides.”*

D8: *“Busco atividades que contemplem os diferentes perfis de aprendizagem realizando atividades de observação no pátio da escola, pesquisa colaborativas, uso de tecnologias digitais (jogos, simulações, imagens, etc.) e experimentação desenvolvida em sala de aula (cultivo de fungos em alimentos)”*

D16: *“Normalmente aulas expositivas, documentários e, quando possível, aula prática para visualização de bactérias, fungos, algas e protozoários!”*

D21: *“Utilizo muitos recursos como livro didático, imagens de internet e realizamos muitos desenhos para eles compreenderem melhor o assunto.”*

Neste cenário, diversas metodologias de ensino têm sido elaboradas para proporcionar novas oportunidades e perspectivas para uma educação de qualidade (BERSCH e SCHLEMMER, 2017). Isso inclui circuitos online sobre microbiologia, que podem contribuir de forma consistente para a aprendizagem (SOARES et al., 2021). Entretanto, após o período da pandemia, observase um retorno aos padrões préCOVID. Essa realidade pode ser atribuída à rápida adaptação das ferramentas digitais pelos docentes durante o ensino remoto emergencial.

Uma vez que muitos não tiveram a oportunidade de desenvolver práticas pedagógicas digitais eficientes, os docentes tiveram que adotar a tecnologia como ferramenta de ensino. Esse cenário impactou, em última instância, a motivação dos estudantes, tornando o ensino cansativo e, em alguns casos, resultando em docentes exaustos após o período de ensino remoto. Isso pode levar a um possível desinteresse em querer continuar a incorporar a tecnologia em suas práticas futuras.

Dessa forma, após os desdobramentos da pandemia, surge a questão central de como abordar o ensino de ciências e temas correlatos, como a microbiologia. Nesse contexto, tornase fundamental o desenvolvimento de um currículo educacional abrangente nas instituições, acompanhado de uma abordagem que englobe os aspectos históricos, filosóficos e sociais da ciência. O objetivo é promover a formação de indivíduos que não apenas compreendam os conceitos científicos, mas também possuam uma apreciação mais ampla da biologia (REISS, 2020).

Na mesma linha de pensamento, MAIA, JUSTI e SANTOS (2021) destacam que, após os impactos da pandemia de COVID19, tornase essencial que as instituições educacionais priorizem um método de ensino focado na educação científica. Isso implica na disseminação de conhecimento e no estímulo dos indivíduos a desenvolverem habilidades de pensamento crítico e ação em contextos específicos. Os autores também ressaltam a importância de incorporar a reflexão sobre os diferentes aspectos da natureza da ciência, integrando essa abordagem à realidade que envolve questões sociais e científicas atuais. Isso inclui a consideração de aspectos políticos, econômicos e éticos, com o propósito de atingir uma autêntica alfabetização científica.

Ademais, por outro lado, é possível que os desafios associados ao ensino de Microbiologia estejam vinculados à formação dos docentes (seja inicial ou continuada), o que pode contribuir para a persistência de práticas pedagógicas deficientes (FINGER et al., 2020). O ambiente de trabalho impõe outros obstáculos para o ensino de suas aulas, como a falta de apoio e estrutura escolar, sendo as respostas mais comuns dadas pelos educadores, como evidenciado na nuvem de palavras (Figura 3). Ainda, os docentes notam as dificuldades de ensinar um assunto tão abstrato aos estudantes. Quanto às dificuldades (PERGUNTA 3), três fatores se destacam: formação docente, ambiente de trabalho e a natureza abstrata do conteúdo. Três exemplos de relatos descritivos de docentes ilustram esse quadro:

D5: "Como eles não podem ser vistos, nos baseamos em imagens de livros e da internet, o que pode dificultar o entendimento dos alunos. Muitas vezes, na escola, o laboratório não possui material suficiente para as aulas práticas."

D12: "Dificuldades com materiais de apoio, como não ter um projetor multimídia disponível na escola, um microscópio para uma observação com lâminas fixadas. Formação continuada sobre a importância do ensino de ciências, também é importante."

D19: "Escassez de recursos e prazos incompatíveis com o desenvolvimento integral do conhecimento para crianças e adolescentes."

Figura 3: Nuvens de palavras sobre as dificuldades no ensino.



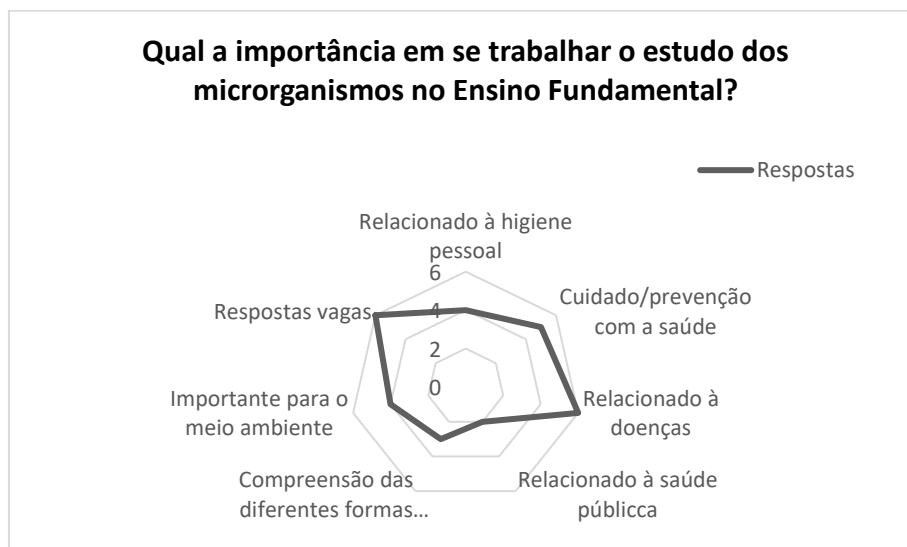
Fonte: Autores.

Apesar das dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem, a relevância de abordar os microrganismos em sala de aula (PERGUNTA 4) engloba diversas perspectivas, conforme indicado pelos docentes. Após as análises, as respostas foram agrupadas em sete categorias distintas (Gráfico 1). Em síntese, os participantes enfatizam a necessidade de os estudantes aprenderem sobre higiene pessoal e entenderem como zelar pela sua saúde. As categorias englobam: Relacionado à higiene pessoal; Cuidados de saúde/Prevenção; Relacionado a doenças e saúde pública. Essas respostas passaram pelo processo de análise são apresentadas no Gráfico 1. Alguns docentes ressaltam que os estudantes devem conhecer e entender a importância dos microrganismos para o meio ambiente. Dois docentes responderam:

D7: "É importante porque esse tema está diretamente relacionado à saúde, higiene pessoal e ao funcionamento do ambiente, ou seja, ele estuda o papel dos microrganismos no mundo, especialmente em relação à sociedade humana, ao corpo humano e ao meio ambiente."

D10: "Para esclarecer sua importância para o meio ambiente, para outros seres vivos e especialmente para o conhecimento dos parasitas que causam doenças importantes em humanos."

Gráfico 1: Representação das 7 categorias de respostas dos docentes à PERGUNTA 4. A quantificação é evidenciada pelo raio de maior incidência em uma categoria em detrimento das outras.

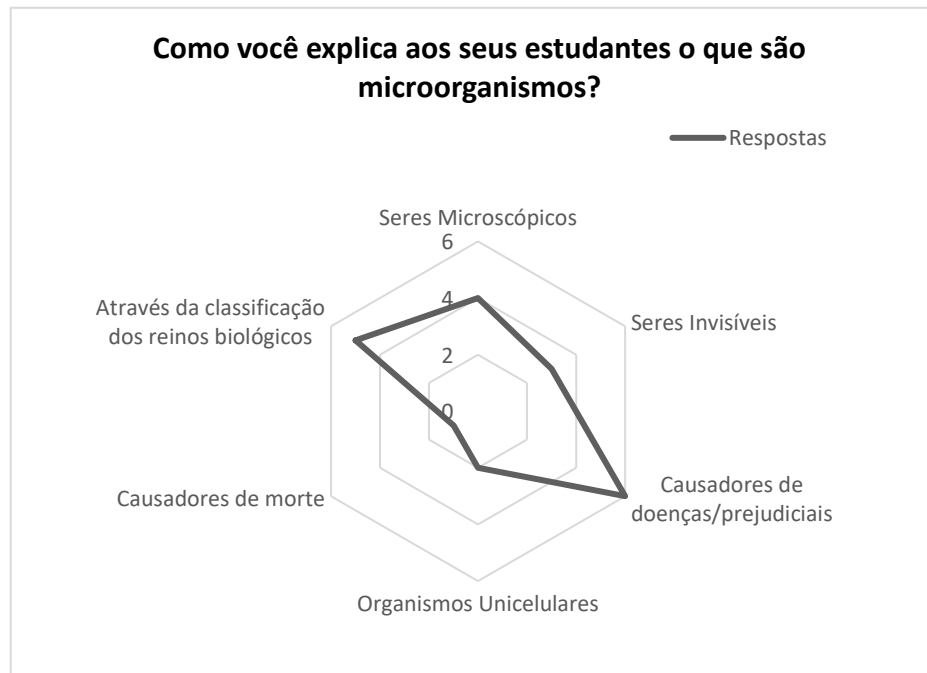


Fonte: Autores.

Devese observar que a categoria chamada "Respostas vagas" se refere a docentes que não responderam efetivamente à pergunta feita, por exemplo: "*para conhecimento*", "*para ter noção de macro e micro*" ou "*para entender sobre a separação de lixo*" (ou não souberam como responder à pergunta). Embora essa categoria não apresente relevância significativa, devido ao baixo número de respondentes, ela indica que alguns participantes não responderam à pergunta como os demais. Isso pode ser atribuído à falta de segurança ou à compreensão inadequada da pergunta. Surge, portanto, a reflexão sobre a adoção de medidas necessárias e imediatas para melhorar as práticas pedagógicas e o suporte emocional, com o intuito de alcançar um ensino eficaz e humanizado para os estudantes.

Quando questionados sobre como explicam sobre os microrganismos (PERGUNTA 5A), os docentes apontam diferentes características desses microrganismos. Entre as respostas, destacam-se a possibilidade de observá-los por meio do uso de um microscópio, seres de natureza diminuta, o papel de causadores de doenças, sua presença em vários locais, inclusive em ambientes sujos. Evidencia-se que o ensino dos microrganismos se fundamenta em aspectos como: a relação com o corpo humano, particularmente com foco em características prejudiciais; bem como características inerentes a esses organismos no contexto natural. A análise das respostas foi conduzida pelo método de Bardin e as categorias construídas e agrupadas são apresentadas no Gráfico 2.

Gráfico 2.: Representação das 6 categorias de respostas dos docentes à pergunta 5A. A quantificação é evidenciada pelo raio de maior incidência em uma categoria em detrimento das outras.



Fonte: Autores.

Outra abordagem adotada pelos docentes em resposta à PERGUNTA 5A é o fato de que os microrganismos são seres microscópicos ou invisíveis. Conforme Azevedo e Sodré (2014) destacam, tópicos relacionados à microscopia frequentemente são abordados de maneira conceitual e teórica. Essa constatação corrobora os resultados encontrados neste estudo (PERGUNTA 1), que evidenciam a complexidade da temática demandando um alto nível de abstração e tornando a aprendizagem dos estudantes desafiadora. Essa abordagem, muitas vezes, se limita à memorização de conteúdo em vez de promover uma aprendizagem efetiva.

Mais duas categorias de respostas também abordaram a explicação dos microrganismos como organismos unicelulares ou por meio da classificação nos reinos biológicos. Essas perspectivas estão alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que preconiza a abordagem de conteúdos sobre a classificação dos seres vivos, seus reinos e características correspondentes. Essas abordagens estruturadas refletem a relevância de proporcionar aos estudantes uma compreensão completa da diversidade microbiana e sua classificação, de acordo com as diretrizes educacionais da BNCC (BRASIL, 2018).

A PERGUNTA 5B revela os principais exemplos de microrganismos citados pelos docentes em suas aulas: bactérias (18), seguido por vírus, protozoários e fungos (10), e algas (01). No entanto, como observado anteriormente, bactérias e vírus são assuntos com os quais

os estudantes frequentemente enfrentam dificuldades em compreender. As características estruturais de vírus e bactérias estão entre os exemplos (TURMALINA e PUTRA, 2015; FIRMANSHAH, JAMALUDDIN e HADIPRAYITNO, 2020), bem como a distinção entre eles (SIMON, ENZINGER e FINK, 2017). Esse cenário é consistente com o que foi observado durante a pandemia de COVID19, em que as pessoas apresentaram informações distorcidas sobre o vírus, levaram a ações inadequadas para enfrentá-lo (como a compra exagerada de insumos: papel higiênico e sabão antibacteriano).

De forma geral, com base no exposto, tornase evidente que o tema dos microrganismos ocupa um lugar de destaque nos currículos tanto da BNCC quanto nos livros didáticos adotados (PERGUNTA 2). Contudo, a implementação desse tende a ser superficial e teórica, em grande parte devido às dificuldades enfrentadas pelos docentes. Esse cenário resulta em desafios para os estudantes em compreender a interconexão desses seres vivos com o meio ambiente, saúde e higiene, entre outros fatores (CAETANO e PEREIRA, 2018).

Nessa perspectiva, o estudo de Caetano e Pereira (2018) ilustra que alguns docentes enfrentam, desafios na abordagem do tema dos microrganismos na educação básica, incluindo o estudo das bactérias, que foi objeto de análise neste estudo. Além disso, os pesquisadores apontam que a falta de preparo está intrinsecamente vinculada a uma gama de questões abrangendo desde a formação docente até a carência de recursos no ambiente escolar. Esse cenário reitera a prevalência de uma abordagem de ensino que se concentra estritamente ao conteúdo prescrito na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ou nos materiais didáticos adotados.

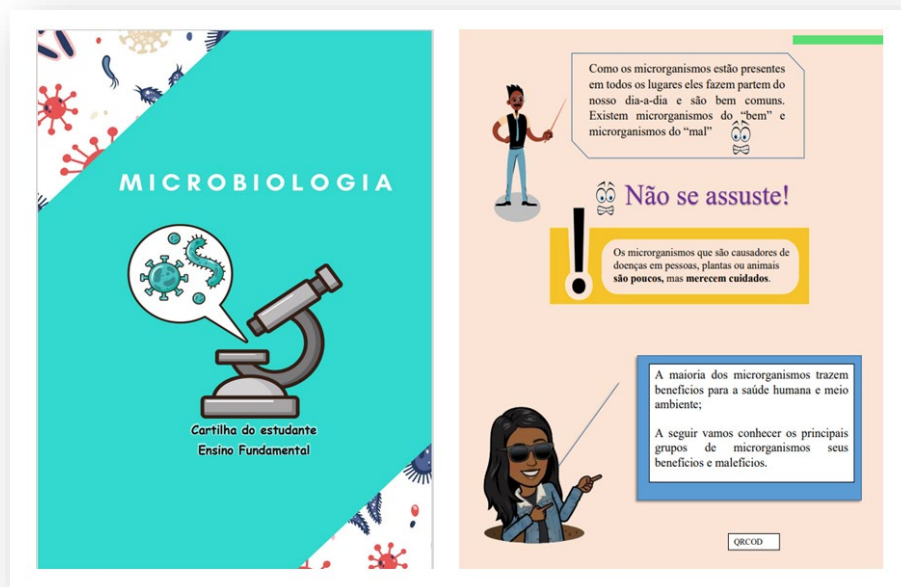
Por fim, é importante destacar a ausência de referências bibliográficas voltadas especificamente para as percepções e concepções dos docentes em relação ao ensino da Microbiologia. Grande parte dos estudos concentra-se nas percepções e conhecimentos dos estudantes (AZEVEDO e SODRÉ, 2014; BARBOSA e OLIVEIRA, 2015; SIMON, ENZINGER e FINK, 2017; BERNARDI et al., 2019), o que representa uma lacuna neste campo. Apesar disso, nosso trabalho contribui para a base de futuras pesquisas que busquem explorar as concepções dos docentes sobre esse tema. Além disso, oferece insights relevantes que podem enriquecer a prática pedagógica, incentivando a busca por abordagens inovadoras no ensino dos conteúdos de microbiologia.

Cartilha Didática

Com base na análise dos dados do questionário, este estudo resultou na criação de uma cartilha didática. O material didático tem o com o propósito de aprimorar a abordagem docente e enriquecer a aprendizagem dos estudantes, suprimindo lacunas no ensino sobre microrganismos. A cartilha tem formato A4 para maior praticidade de manuseio e visualização, adota um design atraente com uso de cores e linguagem informal, visando capturar a atenção dos estudantes (Figura 4).

Ela explora a microbiologia sob perspectiva histórica, abordando os principais tipos de microrganismos e seus modos de atuação no organismo e no meio ambiente. Adicionalmente, concentra-se na promoção da educação em saúde, permitindo aos estudantes entenderem a conexão entre a presença de microrganismos, saúde e doença. Ela também enfatiza os aspectos benéficos dos microrganismos, proporcionando aos estudantes uma visão completa desses organismos.

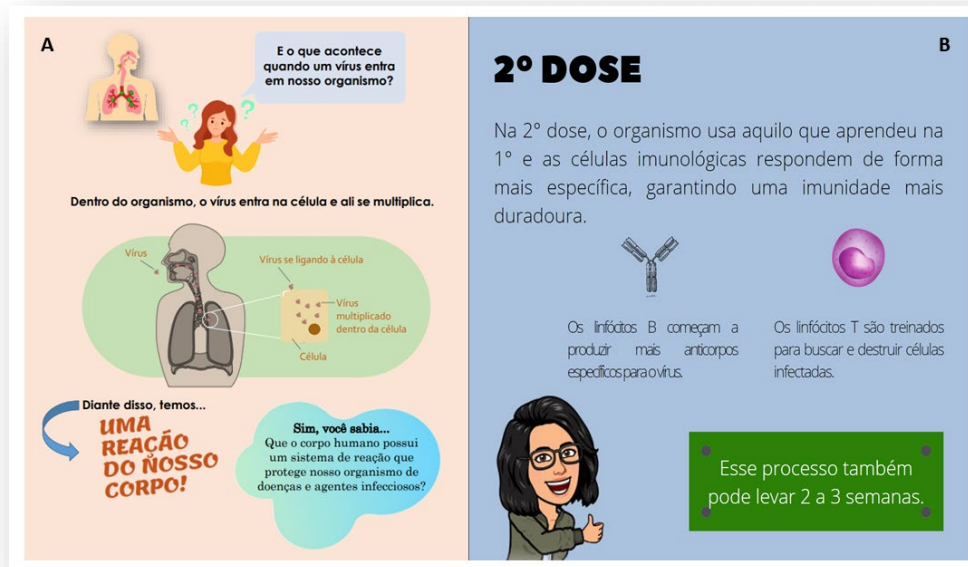
Figura 4: Cartilha elaborada sobre Microbiologia: Capa, Ilustrações e Personagens da Cartilha.



Fonte: Autores.

O material adota uma abordagem lúdica, incorporando ilustrações, diagramas e esquemas, a fim de facilitar a compreensão dos estudantes em relação ao tema e aos processos associados às interações dos microrganismos e agentes nos organismos. A Figura 5 exemplifica esses elementos, retratando a entrada de um vírus no corpo (Figura 5A) e o funcionamento das vacinas no combate a esses agentes infecciosos (Figura 5B). Além disso, a cartilha oferece explicações sobre os distintos tipos de vacinas e realça a importância de seguir as doses recomendadas.

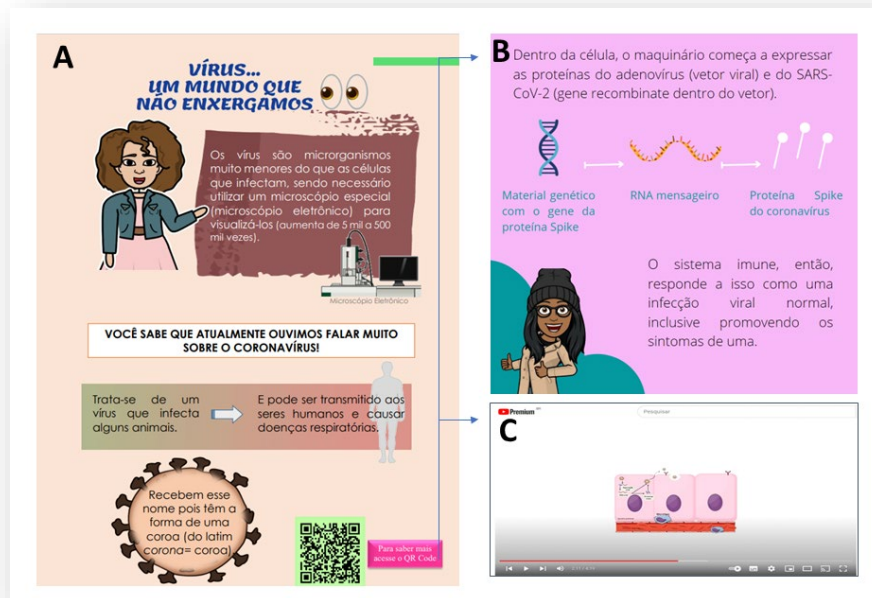
Figura 5: (A) mostra a ilustração de como os vírus atuam no corpo e (B) sobre as vacinas.



Fonte: Autores.

Além disso, a cartilha inclui um Código QR CODE (Figura 6A) que direciona os estudantes para acessar materiais complementares. O Código QR CODE direciona os estudantes para a página do projeto no Instagram (@Cientificamente), que possui postagens sobre o tema, como o propósito da divulgação científica (Figura 6B), e para o canal do grupo no YouTube (<https://www.youtube.com/@gensqunipampa4517/playlists>), que contém vídeos didáticos sobre os temas abordados na cartilha (Figura 6C).

Figura 6:(A) Ilustração do Código QR CODE; (B) Postagem no canal do Instagram; (C) Canal do YouTube.



Fonte: Autores.

Com o intuito de desenvolver um recurso pedagógico eficaz para o processo de aprendizagem, a cartilha foi submetida a avaliação por cinco docentes pertencentes à rede de educação básica, que não estavam vinculados à pesquisa, incluindo um doutor em educação em ciências. O formulário de avaliação abarcava aspectos como os objetivos delineados pela cartilha, a sua estrutura e apresentação, bem como a sua relevância. Além disso, havia uma seção que possibilitava aos docentes sugerir melhorias para o aperfeiçoamento do material. Cada elemento presente no questionário de avaliação era avaliado pelos educadores por meio de uma escala que variava entre as categorias "Muito Bom," "Bom," "Regular" e "Insuficiente/Inadequado."

De maneira geral, todos os elementos abordados no questionário de avaliação receberam a classificação de "Muito Bom". Houve recomendações para a inclusão de mais Códigos QR CODE, que direcionariam para vídeos educacionais, e para a modificação de dois personagens que foram apresentados fora do contexto apropriado. Adicionalmente, uma sugestão foi feita para expandir a exploração do tópico das bactérias, com um foco maior em bactérias benéficas e sua atuação no organismo. Após a recepção do feedback, todas as sugestões foram prontamente acatadas, e a cartilha foi ajustada de acordo com as recomendações recebidas.

Conforme abordado por Vasconcelos et al. (2015), a disponibilização de materiais didáticos e informativos desempenha um papel crucial na concretização das diretrizes propostas. Segundo os referidos autores, a utilização de recursos de comunicação, como materiais educativos, exemplificados neste contexto pela cartilha didática, oferece um alicerce mais sólido para programas de educação em saúde. Por conseguinte, enfatizamos a relevância intrínseca do desenvolvimento desta cartilha educativa, em conjunto com os vídeos acessíveis por meio de Códigos QR CODE, como um meio de enriquecer o ensino da microbiologia.

Ademais, essa abordagem auxilia os estudantes na compreensão de que os microrganismos não somente têm atributos prejudiciais, mas também desempenham funções benéficas para os seres humanos e o meio ambiente. O emprego de tecnologias digitais na criação deste material proporciona uma forma de aprendizagem ativa para os estudantes, os quais estão cada vez mais imersos em ambientes tecnológicos. Essa abordagem oferece autonomia ao processo de aprendizado dos estudantes, complementando os métodos tradicionais. Soares et al. (2021) afirmam que a adoção de estratégias que se afastem das abordagens de ensino convencionais tem o potencial de despertar o interesse dos discentes.

3 Considerações Finais

Este estudo investigou o ensino de microbiologia por docentes do ensino fundamental e constatou que o tema é predominantemente abordado de forma expositiva. Além disso, o recurso mais utilizado é o livro didático. Os educadores apontaram a carência de recursos educacionais como a principal limitação, refletindo a deficiência geral de infraestrutura nas escolas. Não obstante, os participantes reconheceram a importância da microbiologia, especialmente no que se refere à higiene pessoal e compreensão dos cuidados com a saúde. Contudo, observouse uma perspectiva limitada sobre a microbiologia, com ênfase nas suas características prejudiciais e estruturais, principalmente em relação às bactérias.

Esses resultados proporcionaram uma visão da realidade educacional do ensino de microbiologia, considerando a perspectiva de docentes de ciências. O estudo enfatiza diversos fatores que influenciam o processo de ensino e aprendizagem e ressalta a necessidade contínua de reflexão e aprimoramento das práticas pedagógicas. Compreender melhor como o conteúdo de microbiologia está sendo ensinado nas escolas é essencial para desenvolver e aplicar estratégias alternativas, visando melhorar a qualidade geral do ensino de microbiologia.

Adicionalmente, desenvolvemos uma cartilha educativa com o propósito de trazer contribuições efetivas relacionadas aos aspectos didáticopedagógicos do processo de ensino e aprendizagem focado no ensino de ciências. Além disso, nossos resultados permitem uma reflexão sobre as práticas de ensino e a importância do desenvolvimento profissional dos educadores.

Referências

- AREND, F. L.; DEL PINO, J. C. Uso de questionário no processo de ensino e aprendizagem em biologia. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 10, n. 1, p. 72-86, 2017. DOI: 10.46667/renbio.v10i1.36.
- AZEVEDO, T. M.; SODRÉ, L. Conhecimento de estudantes da educação básica sobre bactérias: saber científico e concepções alternativas. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.4, n.2, 2014.
- BARBOSA, F. G.; OLIVEIRA, N. C. Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental em uma Escola de Anápolis,GO. **Unopar Científica Ciências Humanas e Educação**, Arapongas, v. 16, n. 1, p. 513, jan/mar 2015.
- BARCELOS, T. N. et al. Análise de fake news veiculadas durante a pandemia de COVID19 no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, v. 45, p. e65, 2021. DOI: 10.26633/RPSP.2021.65.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3 ed. Lisboa: Edição 70, 2016.
- BERNARDI, G. et al. Concepções prévias dos alunos dos anos iniciais sobre microrganismos. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 1, p. 5669, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22407/2019.v10i1.974>
- BERSH, M. E.; SCHLEMMER, E. Educação e tecnologias digitais: uma vivência pedagógica na formação de professores. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 1-17, 2017.
- BORBA, R. C. do N., TEIXEIRA, P. P. FERNANDES, K. de O. B., BERTAGNA, M., VALENÇA, C. R., & SOUZA, L. H. P. de. Percepções docentes e práticas de ensino de ciências e biologia na pandemia : uma investigação da Regional 2 da SBEnBio. **Revista De Ensino De Biologia Da SBEnBio**, v.13, n.1, p.153-171, 2020. DOI: <https://doi.org/10.46667/renbio.v13i1.337>.
- BORBA, R. C. do N.; ANDRADE, M. C. P. de.; SOARES, A. G.; PICCININI, C. Lino. A UNESCO e suas formulações para a educação: o ensino de ciências em debate. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2017, Florianópolis, SC. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xienpec/anais/resumos/R04211.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 15 de mar. 2023.

BRISOLA, A.; BEZERRA, A. C. Desinformação e circulação de “fake news”: distinções, diagnóstico e reação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 19., 2018, Marília. **Anais**. Marília: Unesp, 2018.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/102819>. Acesso em: 28 abr. 2023.

BRUM, W. P. A superação da fragmentação do saber por meio da interdisciplinaridade. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, v. 14, n. 1, 2015.

CAETANO, G. L.; PEREIRA, G. R. O ensino sobre as bactérias e as arqueas na educação básica: proposição de um curso de formação docente. **Latin American Journal of Science Education**, v. 6, n. 12019, p. 19, 2019.

DA PAIXÃO, A. I.; ATALAYA, De A. R. B.; SANTOS, C. Das GRAÇAS, F. I.; MARCELINO, L.L.; MONTEIRO, C. C. M. Era da (des)informação: negacionismo e desvalorização da ciência na estratégia bolsonarista frente à pandemia da covid19. **Revista Serviço Social em Perspectiva**, v. 7, n. 1, p. 08-24, 2023. DOI: 10.46551/rssp.202301.

FINGER, A.F.F.J.; de MENEZES, J.B.F.; de MELO FRANCO, B.D.G.; LANDGRAF, M.; RASPOR, P.; PINTO, U.M. Challenges of teaching food microbiology in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.51, n.1, p. 279288, 2020. DOI: 10.1007/s42770019001070.

FIRMANS SHAH, M.I.; JAMALUDDIN, J.; HADIPRAYITNO G. Learning difficulties in comprehending virus and bacteria material for senior high schools. **Indonesian Journal of Biology Education**, v.1, n.1, p. 165172, 2020. DOI: 10.22219/jpbi.v6i1.10981.

FREZZA, T. F.; THOMÉ, I. M. A evolução biológica nas aulas de Biologia: concepções de estudantes da 3ª. série do ensino médio de uma escola pública estadual de Avaré (SP). **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 13, n. 1, p. 22-41, 2020. DOI: 10.46667/renbio.v13i1.282.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MAIA, P.; JUSTI, R.; SANTOS, M. Aspects About Science in the Context of Production and Communication of Knowledge of COVID19. **Science & Education**, v. 30, p. 1075-1098, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191021002298>.

LEMOS, L. M. P. Nuvem de tags como ferramenta de análise de conteúdo: uma experiência com as cenas estendidas. **Revista Lumina**, v.10, n. 1, 2016.

MEO, A.; MOISO, V. Giovani italiani: autonomamente dipendenti e debolmente inclusi. La Rivista delle Politiche Sociali / Italian Journal of Social Polic, v.2. Disponível em https://www.futuraeditrice.it/wpcontent/uploads/2020/08/RPS22020_MeoMoiso_freetext.pdf. Acesso em: 07 nov 2021.

OECD ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Assessment and Analytical Framework:** mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy results from PISA 2018. Disponível em:

<https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa2018results.htm>. Acesso em 18 abr. 2020.

PINTO, B. C. T.; SILVA, R. B. da.; MEDEIROS, R. C. de. As fake news influenciam o processo ensino e aprendizagem na educação de Ciências e Biologia? **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, n. 2, p. 1011-1030, 2022. DOI: 10.46667/renbio.v15i2.760.

PORTO, P. R. de Araújo.; e FALCÃO, E.B.M.F. Teorias da origem e evolução da vida: dilemas e desafios no ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.12, n.03, p.1330, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/198321172010120302>.

REISS, M. J. Science Education in the Light of COVID19. **Science & Education**, v. 29, p. 1079-1092, 2020. DOI: 10.1007/s11191020001435.

ROVIATI, E.; WIDODO, A.; PURWIANINGSIH, W.; RIANDI, R. Perceptions of prospective biology teachers on scientific argumentation in microbiology inquiry lab activities. **Journal of Physics: Conference Series**, v.895, n.1, 2017. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17426596/895/1/012132>. Acesso em: 05 de abr. 2023.

RUSMALINA, R.; PUTRA, A.P. Meningkatkan hasil belajar dan aktivitas siswa pada konsep virus melalui model pembelajaran berdasarkan masalah. In: SEMINAR NASIONAL XII PENDIDIKAN BIOLOGI FKIP UNS, 2015, Surakarta. **Anais [...]**. Surakarta: FKIP UNS, 2015.

SALGUEIRO, A.C.F.; FOLMER, V.; BASSANTE, F.E.M.; CARDOSO, M.H.S.; da ROSA, H.S.; & Puntel, G.O. Predictive antidiabetic activities of plants used by persons with Diabetes mellitus. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 41, p. 19, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.08.009>.

SIMON, U.K.; ENZINGER, S.M.; FINK, A. "The evil virus cell": Students 'knowledge and beliefs about viruses. **PloS one**, v.12, n.3, p. 121, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174402>.

SOARES, L. O. L.; SOUSA, L. L. de.; COUTINHO, L. C.; SOUSA, F. B.; SILVA, N. R. da.NASCIMENTO, I. G. dos S.; MÁRIO, M. A. L.; LACERDA, M. da S. B. Circuito online como proposta para o ensino de microbiologia. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 14, n. 2, p. 900-910, 2021. DOI: 10.46667/renbio.v14i2.508.

SOUSA JÚNIOR, J. H. de.; RAASCH, M.; SOARES, J. C.; RIBEIRO, L. V. H. A. de S. Da Desinformação ao Caos: uma análise das Fake News frente à pandemia do Coronavírus (COVID19) no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 2, p. 331, 2020. DOI: 10.9771/cp.v13i2.35978.

SOUZA, J. P. P.; ARAÚJO, C. P.; ZUZA, H. O. B. B.; COSTA, I. A. S. Utilização de modelos didáticos como ferramenta facilitadora do ensino e da aprendizagem. In: COSTA, I.A.S. (org.). **Formação de professores: interação Universidade Escola no PIBID/UFRN**. Natal: EDUFRN, 2014. p. 123-150.

TORTORA, Gerard.; FUNKE, Berdell.; CASE, Cristine.L. **Microbiology an Introduction**. 13.ed. San Francisco: Pearson Education Inc., 2018.

TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL. TRE. **Eleições/2022**. Porto Alegre, RS. Disponível em: <https://resultados.trers.jus.br/eleicoes/2022/545/index.html>. Acesso em: 20 abr. 2022.

VASCONCELOS, T. B.; LOURENÇO, D. R. L.; CARDOSO, A. R. N. R.; MACENA, R. H. M.; BASTOS, V. P. D.; MATOSO, G. R. Cartilha educativa para orientação dos profissionais de saúde sobre os equipamentos de proteção individual. **Revista Gestão & Saúde**, v. 6, n. 1, p. 232-244, 2015.

VILELA, J. de A. S.; LEE, L. T.; FIGUEIRA, V. V. de A.; VILELA, L. de F. Os microrganismos e os alimentos: uma oficina temática aplicada a estudantes do ensino fundamental. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, n. 1, p. 29-44, 2022. DOI: 10.46667/renbio.v15i1.681.

Recebido em abril de 2023.
Aprovado em setembro de 2023.

Revisão gramatical realizada por: Vanderlei Folmer
Email: vanderleifolmer@unipampa.edu.br