



**Curso Superior de Licenciatura em Biologia**

CÁSSIA HELLEN DOS SANTOS PEREIRA

**MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENSINO DE  
MICROBIOLOGIA: análise bibliométrica da produção científica indexada  
na base *Web of Science***

Planaltina - DF  
2023

CÁSSIA HELLEN DOS SANTOS PEREIRA

**MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENSINO DE  
MICROBIOLOGIA:** análise bibliométrica da produção científica indexada  
na base *Web of Science*

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso Superior de  
Licenciatura em Biologia do *Campus*  
Planaltina do Instituto Federal de Brasília  
como requisito parcial para obtenção de  
título de Licenciada em Biologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mayara Lustosa  
de Oliveira Barbosa.

**Curso Superior de Licenciatura em Biologia**

CÁSSIA HELLEN DOS SANTOS PEREIRA

**MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENSINO DE  
MICROBIOLOGIA: análise bibliométrica da produção científica indexada  
na base *Web of Science***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Biologia do *Campus* Planaltina do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Licenciada em Biologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa.

Aprovado em: 04 de julho de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa – Orientadora

---

Profa. Dra. Renata Henrique Santana – Examinadora

---

Profa. Dra. Thanuci Silva – Examinadora

## RESUMO

Os conhecimentos que permeiam a microbiologia encontram-se em constante expansão. Contudo, há uma escassez de informações sobre a produção científica voltada ao seu ensino. Dessa forma, é importante que haja a organização e estruturação das publicações do ensino de microbiologia, a fim de visualizar a evolução dessa área. Diante do exposto, essa pesquisa tem por objetivo mapear a produção científica na área do ensino de microbiologia por meio de análise bibliométrica das publicações indexadas na base de dados *Web of Science*. Para isso foi utilizado o pacote *bibliometrix* no *software* RStudio, com o intuito de identificar indicadores relevantes. Como resultados foram encontrados 547 documentos, publicados em 180 fontes no decorrer de 58 anos, sendo o primeiro registro datado em 1965. Os Estados Unidos e o Reino Unido lideram a produção científica na área. As análises das redes de cocitação, redes historiográficas e das palavras mais frequentemente utilizadas nos artigos, revelaram que as pesquisas têm uma forte ênfase na comparação entre laboratórios virtuais e presenciais, alfabetização científica, educação médica, aprendizagem ativa e aprendizagem baseada em jogos, e em áreas como experiências de pesquisa de graduação baseadas em cursos.

**Palavras-chave:** ensino de microbiologia; bibliometria; produção científica.

## ABSTRACT

The knowledge that permeates microbiology is constantly expanding. However, there is a scarcity of information about the scientific production focused on its teaching. Thus, it is important to organize and structure publications on microbiology teaching in order to visualize the evolution of this area. Given the above, this research aims to map scientific production in the area of microbiology teaching through bibliometric analysis of publications indexed in the Web of Science database. For this, the bibliometrix package in the RStudio software was used, in order to identify relevant indicators. As a result, 547 documents were found, published in 180 sources over 58 years, the first record being dated in 1965. The United States and the United Kingdom lead scientific production in the area. The analysis of the co-citation networks, historiographical networks and the most frequently used words in the articles revealed that the research has a strong emphasis on the comparison between virtual and face-to-face laboratories, scientific literacy, medical education, active learning and game-based learning, and on areas such as course-based undergraduate research experiences.

**Keywords:** microbiology teaching; bibliometrics; scientific production.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Levantamento dos dados e delimitação da amostra</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3</b>	<b>Análise dos dados</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Crescimento da pesquisa na área, principais periódicos, autores e instituições envolvidas</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Redes de colaboração, redes de cocitação e redes historiográficas</b> .....	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise temática das publicações com base na frequência de palavras</b> ..	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Conhecida por se dedicar aos estudos dos microrganismos, a microbiologia é a ciência que explora o mundo dos seres invisíveis a olho nu, investigando suas atividades, interações e impactos no ecossistema (RIEDEL, *et al.*, 2022). Essenciais na manutenção do equilíbrio do planeta, eles cooperam ativamente nos ciclos naturais do planeta; beneficiam a agricultura; atuam na indústria farmacêutica e alimentícia; e participam de técnicas modernas de produção e síntese de antibióticos, insulinas, hormônios e vacinas (TORTORA; CASE; FUNKE, 2016).

Inserida na grade curricular de diversos cursos superiores e profissionalizantes, bem como presente na educação básica, a disciplina de microbiologia proporciona uma visão ampla sobre a morfologia, fisiologia e o importante papel dos seres microscópicos na saúde e no equilíbrio ecológico (STEARNS; KAISER; SURETTE, 2018). Tendo em vista que os seres microscópicos estão intimamente ligados ao cotidiano dos seres humanos, desempenhando funções significativas na saúde e no meio ambiente, seu estudo é valioso e deve ser fomentado (BLACK; BLACK, 2021).

Além disso, o ensino de microbiologia é fundamental no processo educacional dos estudantes, uma vez que promove o letramento científico e desenvolve habilidades e competências importantes na construção de cidadãos críticos e ativos (BRASIL, 2018; VALE; COELHO; VENUTO, 2020). Ademais, a construção de uma base sólida dos conhecimentos que permeiam a microbiologia é indispensável, principalmente no atual cenário, no qual doenças emergentes, e reemergentes, têm sido frequentemente veiculadas nos noticiários, colocando a natureza teórica e aplicada da microbiologia em destaque (SARTOR, *et al.*, 2022).

Entretanto, o ensino de microbiologia é considerado desafiador e as estratégias de ensino empregadas nem sempre acompanham o progresso das pesquisas (RODRIGUES, *et al.*, 2021). Justamente por ser considerada complexa, abstrata e pouco contextualizada a abordagem da disciplina carece de ferramentas didáticas que estimulem a compreensão da temática abordada (BERNARDI, *et al.*, 2019; BÔAS, *et al.*, 2018).

Assim, vivemos um cenário em que as informações referentes à microbiologia se mantêm em contínuo crescimento, entretanto pouco se tem conhecimento sobre a evolução da produção científica voltada ao seu ensino (MURRAY; ROSENTHAL;

PFALLER, 2017). Apesar de fazer quase quinze anos, o artigo de Jacobucci e Jacobucci (2009) permanece atual, ao enfatizar que os estudos referentes a essa área são pouco explorados e há necessidade da realização de pesquisas que intentem investigar os padrões de produção e divulgação em ensino de microbiologia.

Sabe-se que as publicações científicas são fundamentais para propagação do conhecimento e o meio de comunicação mais utilizado pelos pesquisadores na divulgação dos resultados de seus trabalhos acadêmicos, são periódicos, por serem considerados fontes seguras e confiáveis (URBIZAGASTEGUI, 2016). Logo entende-se que os dados contidos nesses manuscritos são elementos que podem contribuir na diminuição da lacuna existente entre o conhecimento produzido por pesquisas em determinada área do conhecimento e aquele que é ensinado em sala de aula. É válido pontuar que o conhecimento científico é progressivo, e necessita que os resultados divulgados sejam constantemente sistematizados, para que se tenha compreensão daquilo que está sendo construído (PARRA; COUTINHO; PESSANO, 2019).

Dessa forma, a organização e estruturação das publicações na área do ensino de microbiologia são necessárias e devem ser promovidas. Levando em consideração esse cenário, é oportuna a realização de um estudo sobre desenvolvimento da produção científica em ensino de microbiologia através de uma análise bibliométrica. O mapeamento da produção científica por meio da bibliometria permite expandir o conhecimento e esclarecer o paradigma da produção sobre o ensino de microbiologia, uma vez que essa abordagem favorece a identificação de lacunas, e viabiliza a tomada de decisões em pontos estratégicos, isso, em razão da visão panorâmica que oferece de um determinado campo (HUANG, *et al.*, 2020; KUMAR, *et al.*, 2022).

Destaca-se ainda que, é importante resgatar a trajetória da pesquisa educacional no ensino de microbiologia, para que haja uma reflexão das relações existentes entre pesquisa e práticas pedagógicas. Conforme as informações no campo educacional se expandem, o ato de analisar o percurso do conhecimento produzido nos muros acadêmicos é fundamental (CAMPOS, 2009). Essa conduta sugere novos caminhos a seguir, favorecem a tomada de decisões sobre as políticas educacionais e viabilizam a introdução de propostas específicas para o aperfeiçoamento do ensino na área (TEIXEIRA-NETO; MEGID, 2011).

Sendo assim, a recuperação e o tratamento de dados sobre o ensino de microbiologia, se fazem necessários para que se possa ter um referencial sumarizado,

colaborando na articulação entre teoria e prática, e incentivando o processo de reflexão em torno dos métodos de ensino, das temáticas abordadas e das ferramentas avaliativas adotadas (PREZENSZKY; MELLO, 2019).

Posto isso, o objetivo desta pesquisa foi mapear a produção científica na área do ensino de microbiologia por meio de análise bibliométrica das publicações indexadas na base de dados *Web of Science*, considerando pesquisas nacionais e internacionais publicadas até março de 2023, levando em consideração a identificação de: 1) periódicos, autores, instituições e países mais proeminentes na área; 2) redes colaborativas de pesquisa entre autores, 3) redes de cocitação; 4) redes historiográficas; e 5) temáticas de maior influência das pesquisas publicadas.

A vista disso, espera-se que esta pesquisa possa contribuir no aprimoramento da temática, servindo de subsídio para docentes na inserção de metodologias de ensino em sala de aula, assim como para nortear pesquisadores no desenvolvimento de novas pesquisas no ensino de microbiologia que visam melhorar os processos de ensino e aprendizagem nessa área.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa é de natureza básica, descritiva-exploratória e quanto ao procedimento, trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando abordagem bibliométrica (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A bibliometria é uma abordagem quantitativa, baseada em análises estatísticas, que busca a identificação de indicadores relevantes para o meio acadêmico (MUKHERJEE, *et al.*, 2022). É uma técnica acessível e objetiva, que viabiliza a compreensão dos aspectos quantitativos da produção acadêmica, oportunizando a avaliação da produtividade e desempenho das pesquisas divulgadas pelos pesquisadores, ocasionando assim a identificação de características literárias e padrões de comportamento (DONTHU, *et al.*, 2021).

Esta pesquisa ainda se apropria de uma abordagem de método misto sequencial explanatório, posto que corresponde a utilização integrativa de análise de dados quantitativos, seguidos de análise de dados qualitativos em um mesmo estudo, possibilitando obter informações mais acuradas (CRESWELL; CRESWELL, 2021).

### 2.2 Levantamento dos dados e delimitação da amostra

O levantamento de dados da produção científica em ensino de microbiologia foi realizado na base de dados online *Web of Science*, da *Clarivate Analytics*, disponível no Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). A referida base foi selecionada por ser considerada uma base global e confiável, amplamente utilizada no meio acadêmico para realização de pesquisas bibliométricas (LI; ROLLINS; YAN, 2018).

A *Web of Science* é caracterizada pela multidisciplinaridade e seletividade, preza pela qualidade e relevância dos periódicos que nela são indexados. Possui um banco estruturado, onde contém metadados otimizados indispensáveis para a bibliometria (BIRKLE, *et al.*, 2020). Além disso, diferentemente de outras bases de dados, possui categorias de assunto específicas para a área da educação, facilitando a filtragem de dados relacionados a esse campo.

Na base de dados, a busca foi realizada utilizando a ferramenta “pesquisa avançada”. No campo específico foram utilizados os seguintes descritores: microbiologia, microrganismos, introdução à microbiologia, conceitos em microbiologia, grupos microbianos, interações microbianas, fundamentos da microbiologia, tópicos em microbiologia, princípios de microbiologia, curso de microbiologia, microbiologia molecular, genômica microbiana, ecologia microbiana, evolução microbiana, sistemática microbiana, microbiologia ambiental e interações de microrganismos com humanos. No que se refere aos descritores relacionados à educação, foram: educação, ensino, aprendizagem, sala de aula, alfabetização e currículo.

Os descritores referentes à microbiologia foram escolhidos tendo como referência tópicos presentes no sumário dos livros do Tortora, Funke e Case (2016) e Madigan e colaboradores (2016). Em relação aos descritores relacionados à educação esses foram selecionados tendo como base termos presente no *Thesaurus Brasileiro da Educação* do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2020), e no *Thesaurus da Educação Internacional*, da Unesco (UNESCO, 2023).

A ferramenta de pesquisa avançada exige ainda a utilização de códigos para realização das buscas, a saber: rótulos de campos e operadores booleanos. Dessa maneira, a estrutura da fórmula aplicada seguiu o seguinte formato: (((((((((((((((((TS=("microbiology" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microorganisms" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microbiology introduction" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("concepts in microbiology" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microbial groups" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microbial interactions" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("fundamentals of microbiology" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("topics in microbiology" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum)) OR TS=("principles of microbiology" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR

*curriculum*))) OR TS=("microbiology course" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("molecular microbiology" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microbial genomics" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microbial ecology" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microbial evolution" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microbial systematics" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("environmental microbiology" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))) OR TS=("microorganism interactions with humans" AND (education OR teaching OR learning OR classroom OR literacy OR curriculum))).

O rótulo de campo "TS" sinaliza que os descritores podem ser encontrados nos títulos, resumos e palavras-chave das publicações. Quanto aos operadores booleanos, o operador "AND" inclui todos os termos da pesquisa na busca, e o operador "OR" permite a ampliação da busca com termos similares, uma vez que permite encontrar um termo ou outro.

A busca foi realizada no dia 30 de março de 2023, considerando documentos publicados desde 1965 - ano em que foi encontrada a primeira publicação referente ao assunto na base - até 2023. Para a seleção das publicações, foi aplicado como critério de inclusão somente publicações relacionadas à educação por meio das categorias disponíveis na base, sendo essas: *education scientific disciplines* (educação de disciplinas científicas), *education educational research* (educação e pesquisa educacional), *special education* (educação especial) e *psychology educational* (psicologia educacional).

### **2.3 Análise dos dados**

Após a aplicação dos filtros tendo como base o critério mencionado anteriormente, os dados foram extraídos da *Web of Science*, em dois arquivos de formato *BibTex* (bib.), o primeiro contendo 500 publicações, e o segundo 47 publicações. A opção utilizada para recuperação das publicações foi a "registro completo e referências citadas".

Em seguida, para a análise do material, os arquivos com os dados foram exportados para o *software* RStudio (ALLAIRE; WICKHAM, 2023), um programa de linguagem de código aberto que disponibiliza um ambiente de desenvolvimento amigável para a utilização do R (R CORE TEAM, 2023), uma ferramenta de programação que permite a análise de dados estatísticos (DERVIŞ, 2019).

Nesse *software* foi utilizado o *bibliometrix*, pacote destinado a pesquisas de cunho bibliométrico, que tem por objetivo a manipulação de dados. Esse pacote, ainda dá acesso ao *biblioshiny*, uma extensão *web* que torna a utilização do *bibliometrix* mais dinâmica, permitindo a interpretação e a criação de representações gráficas (ARIA; CUCCURULLO, 2017).

A vista disso, a utilização desse programa permitiu identificar periódicos, autores, instituições e países proeminentes na área de pesquisa, bem como as principais redes colaborativas de pesquisa entre autores, redes de cocitação, redes historiográficas e principais áreas temáticas no campo do ensino de microbiologia.

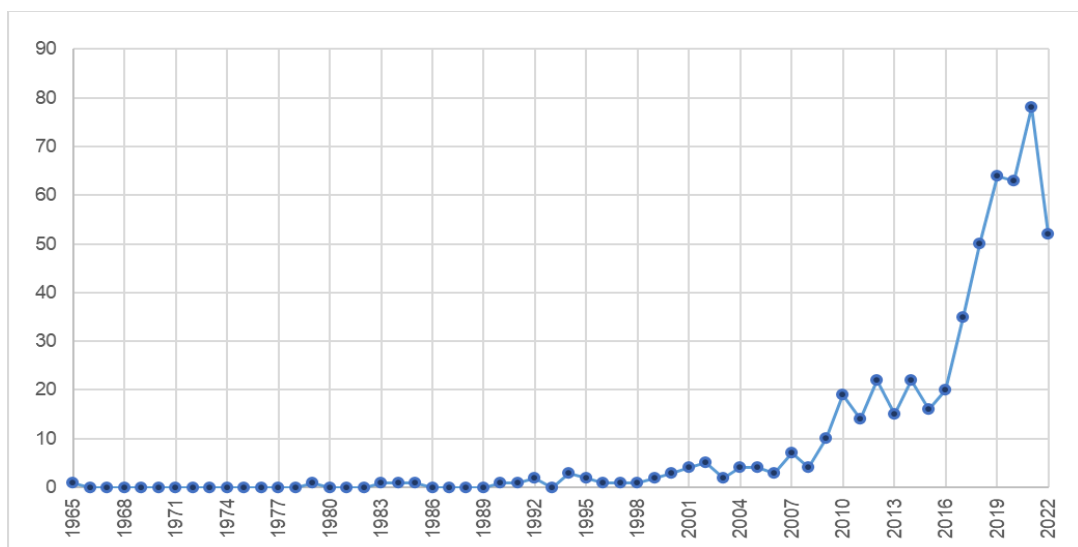
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Crescimento da pesquisa na área, principais periódicos, autores, instituições e países envolvidos

Foram encontrados 547 documentos, que incluem artigos (366), anais de eventos (134), artigos de acesso antecipado (18), editoriais (15), revisões (6), correções (3), itens de notícia (2), nota (1), revisão de livro (1) e revisão de acesso antecipado (1). Essas publicações estão disponíveis em 180 fontes e foram publicadas ao longo de 58 anos. A área possui taxa de crescimento anual de 3,41%, sendo que aproximadamente 82% dos trabalhos foram publicados nos últimos 10 anos.

Na figura 1, é possível observar a produção científica na área ao longo dos anos, a partir de 1965. É importante mencionar que existem publicações registradas em 2023, no entanto, o gráfico se limita a exibir dados até 2022, com o intuito de representar anos completos e evitar curvas gráficas que não correspondem à realidade.

Figura 1 - Quantidade de trabalhos publicados anualmente sobre o ensino de microbiologia na base de dados *Web of Science* de 1965 a 2022.



Fonte: Elaborado pelas autoras, dados da pesquisa *Web of Science* (2023).

Analisando a figura 1, é possível observar que a produção nessa área segue um padrão de crescimento discreto até 2007, a partir de então segue sendo

inconsistente até 2016. O aumento registrado a partir desse período pode ser relacionado a surtos de doenças infecciosas, como Ebola e Zika, que surgiram no início de 2010 e despertaram grande interesse global. Esses surtos destacaram a necessidade de uma forte compreensão da microbiologia para responder e controlar efetivamente essas doenças, e como a lacuna entre a pesquisa e o ensino leva algum tempo para ser preenchida, é natural que somente a partir de 2016 a produção científica na área comece a evidenciar um crescimento consistente. À medida que a compreensão dos micróbios e seu impacto na saúde humana e no meio ambiente se expande, a demanda por educação em microbiologia aumenta (REDFERN; COBO; HERRERA-VIEDMA, 2018).

Ainda de acordo com a figura 1, é válido destacar que o ano em que ocorreu o maior quantitativo de publicações na área foi em 2021, totalizando 78 documentos - cerca de 14% do total de registros. É altamente provável que esse aumento tenha sido impulsionado pelo período pós-pandemia. A pandemia causada pelo coronavírus proporcionou um ambiente favorável para inserção de tópicos relacionados à microbiologia de maneira instantânea e relevante (JOSHI, 2021). Ela evidenciou a importância do ensino da microbiologia em todo o sistema educacional, despertando também um interesse crescente por pesquisas nessa área (SÁNCHEZ-ANGULO; LÓPEZ-GOÑI; CID, 2021). No entanto, no ano seguinte, 2022, a quantidade de documentos indexados reduziu, atingindo a marca de 52 publicações, o que sugere que embora a temática tenha permanecido em evidência mesmo em um cenário crítico causado pela pandemia da COVID-19, novos esforços devem continuar sendo empregados no sentido de manter o crescimento no campo.

No que se refere aos periódicos, na tabela 1 é possível observar os 10 com o maior número de publicações na área. Juntas essas fontes foram responsáveis por 50% (273) do total de documentos encontrados na amostra da pesquisa. Nessa tabela, ainda é apresentado o índice  $H$  e fator de impacto de cada periódico elencado.

O índice  $H$  é uma métrica que permite mensurar a quantidade e o impacto científico das publicações de um periódico. A título de exemplo: para que um periódico tenha índice  $H$  24, necessariamente ele deve conter ao menos 24 publicações, com no mínimo 24 citações (CAREGNATO; VANZ, 2020). Já o fator de impacto é um indicador que mede a importância de um periódico, dividindo o número total de publicações em um periódico, pela quantidade de citações recebidas em um período

de dois anos anteriores à medição (ROSAS; ALMEIDA; SILVA, 2020).

Tabela 1 - Os 10 periódicos que mais publicaram na área do ensino de microbiologia, seu índice *H* e fator de impacto

Periódicos	Nº Documentos	Índice <i>H</i>	Fator de impacto
<b>Journal of Microbiology &amp; Biology Education</b>	95	12	1.671
<b>American Biology Teacher</b>	52	32	0.485
<b>Biochemistry and Molecular Biology Education</b>	35	41	1.369
<b>Journal of Biological Education</b>	25	42	1.343
<b>BMC Medical Education</b>	15	76	3.263
<b>Journal of Chemical Education</b>	14	90	3.208
<b>Journal of Veterinary Medical Education</b>	11	37	1,676
<b>Academic Medicine</b>	10	162	8.034
<b>American Journal of Pharmaceutical Education</b>	8	69	2.876
<b>International Journal of Science Education</b>	8	115	2.518

Fonte: Elaborado pelas autoras, dados da pesquisa *Web of Science* (2023).

Sendo assim, conforme a tabela 1, o periódico que ganha destaque com o maior número de publicações na área é o *Journal of Microbiology & Biology Education*. A revista é a única especializada em ensino de microbiologia, e não surpreendentemente, é a mais proeminente em termos de quantidade de documentos publicados. No entanto, ao levar em consideração o índice *H*, bem como o fator de impacto, o periódico que se destaca é *Academic Medicine*, o que pode indicar que suas pesquisas possuam um número maior de leitores que as outras.

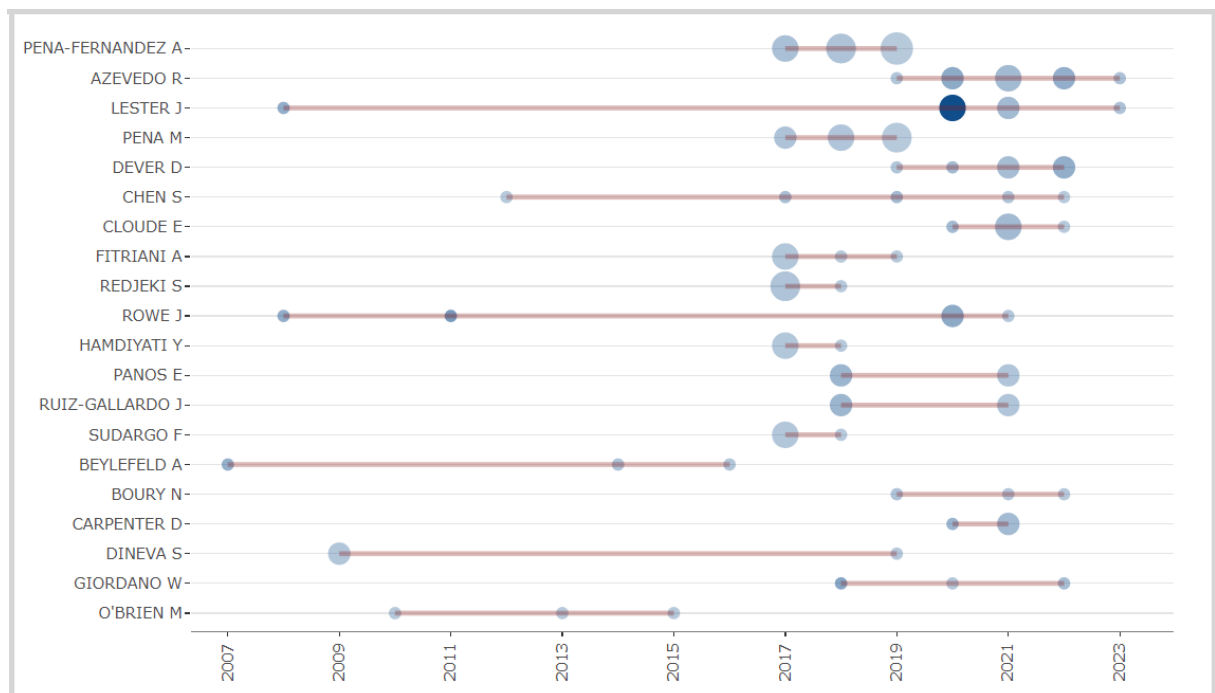
De acordo com Roberts e Coverdale (2021), houve um aumento constante no número de submissões de artigos ao periódico *Academic Medicine* nos últimos dez anos. Além disso, os autores apontam que o periódico foi reconhecido como um dos mais relevantes na área de educação e disciplinas científicas, bem como em educação em saúde, de acordo com a *Web of Science*. Esses fatores podem explicar o alto impacto que o periódico tem no meio acadêmico.

Vale destacar, ainda, que *Journal of Microbiology & Biology Education* é a fonte que mais realiza publicações sobre a temática atualmente, e abrange 17% do total de publicações encontradas nas 180 fontes. Este periódico aumentou expressivamente o quantitativo de publicações a partir de 2018, o que também pode justificar o aumento nas publicações na área, conforme apresentado no gráfico da figura 1. Outros periódicos que também estão contribuindo para o crescimento da área são *American Biology Teacher* e *Biochemistry and Molecular Biology Education*, ambos vem alcançando crescimento linear ao longo dos anos, mesmo que seu índice *H* e fator de impacto estejam entre os cinco menores (tabela 1).

Em relação aos autores, foram identificados 1.688, sendo a média de autores por documento publicado de 3.42. Somente 86 são autores de documentos de autoria única, enquanto 1.602 são coautores.

Na figura 2, encontram-se os 20 pesquisadores com o maior número de publicações sobre a temática, sendo estes: Pena-Fernandez A. (10), Azevedo R. (9), Lester J. (7), Penã M. (7), Dever D. (6), Chen S. (5), Cloude E. (5), Fritiani A. (5), Redjeki S. (5), Rowe J. (5), Hamdiyati Y. (4), Panos E. (4), Ruiz-Gallardo J. (4), Sudargo F. (4), Beylefeld A. (3), Boury N. (3), Carpenter D. (3), Dineva S. (3), Giordano W. (3) e O'Brien M. (3). Esses autores, em conjunto, representam 18% do total de registros presentes na amostra.

Figura 2 - Produção dos 20 autores que mais publicaram na área do ensino de microbiologia ao longo do período analisado. A linha destacada em rosa representa a linha do tempo de um autor; o tamanho dos círculos indica o volume de publicações e a tonalidade o impacto, quanto mais escuro o círculo, maior o número de citações.



Fonte: Elaborado com o auxílio do *software biblioshiny*, dados da pesquisa *Web of Science* (2023).

Torna-se evidente observando a figura 2, que a linha de pesquisa em ensino de microbiologia é relativamente recente, em outras palavras, apesar de ter começado no ano de 1965, a maior parte dos autores com maior número de publicações começaram a publicar a partir de 2017 e poucos deles possuem trabalhos com grande destaque na área, em termos de citações.

Ao analisar a figura 2, pode-se observar que os autores mais produtivos foram, Antonio Penã-Fernández da Universidade de Montfort (UK), com o total de 10 publicações e Roger Azevedo da Universidade da Flórida Central (EUA) com 9 (nove), sendo esse último, o pesquisador com o maior número de publicações nos últimos 3 anos. Já com relação ao impacto, o autor James Lester da Universidade Carolina do Norte ganha destaque, suas três publicações realizadas em colaboração com outros autores em 2020 obtiveram significativa repercussão. Os documentos em questão abordam como tema central a promoção de ambientes de aprendizagem baseado em jogos digitais (CARPENTER, *et al.*, 2020; GEDEN, *et al.*, 2020; TAUB, *et al.*, 2020).

Vale ainda mencionar que, de acordo com a figura 2, os autores Daryn Dever, Elizabeth Cloude e Roger Azevedo, todos da Universidade da Flórida Central, são os pesquisadores mais constantes em termos de publicação anual sobre a temática. Tais análises podem indicar pesquisadores com linhas de pesquisa mais maduras e grupos de pesquisa consolidados, os quais podem ser fontes de contato relevantes para pós-graduandos, pesquisadores e docentes de outras instituições que pretendam estabelecer parcerias na área (PEREIRA; BARBOSA, 2020).

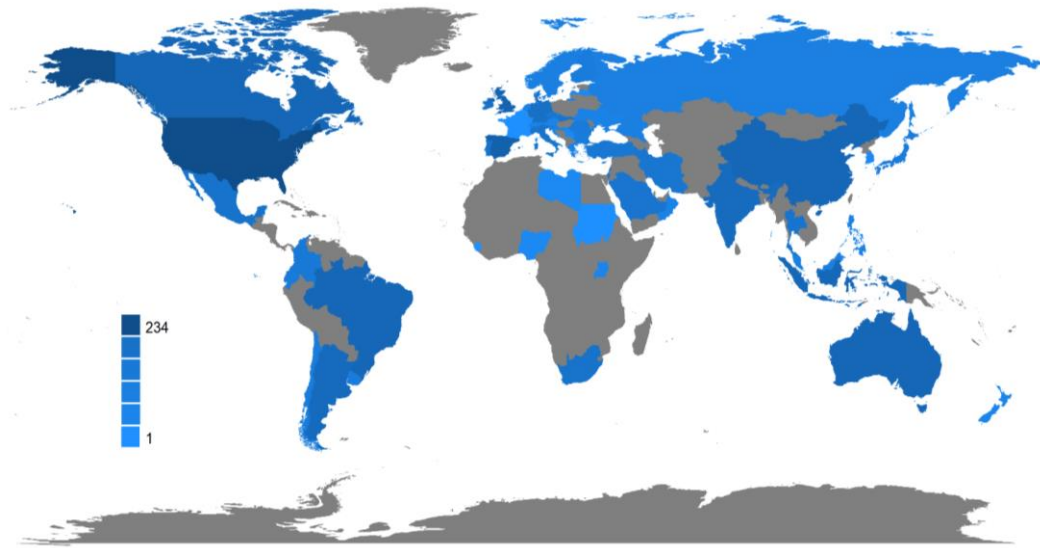
Quanto às instituições mais relevantes, a Universidade de Montfort (UK) é a que detém o maior número de publicações no campo, com 27 documentos, sendo que 10 destes pertencem a Antonio Penã-Fernández, autor com maior produtividade da área. Em segundo lugar está a Universidade de Stanford (EUA), com 24 publicações, no entanto, nenhum dos seus autores estão entre os 20 que mais publicaram. Seguidamente, tem-se a Universidade da Flórida Central-EUA (20), Universidade da Carolina do Norte-EUA (19), Universidade de Educação da Indonésia- IDN (19), Universidade de Michigan-EUA (17), Universidade da Flórida-EUA (16), Universidade de Maryland-EUA (13), Universidade Griffith-AUS (12) e Universidade Comenius-SK (11). Essas instituições possuem 33% do total de registros.

A presença da Universidade de Educação da Indonésia entre as instituições mais prolíferas chama a atenção. Faisal e Martin (2019), relatam que nos últimos anos a Indonésia encontra-se inclinada a mudanças do sistema de produção científica. Isso demonstra que os esforços realizados para a promoção de pesquisas educacionais no país, têm gerado resultados positivos, levando em consideração que a universidade se encontra bem posicionada no ranking de instituições mais produtivas, juntamente com renomadas universidades dos Estados Unidos, as quais

tradicionalmente lideram as produções científicas em diversas áreas.

No que concerne aos países, o mapa representado na figura 3 apresenta os que publicaram ao menos um documento ao longo do período analisado.

Figura 3 - Produção científica dos países que publicaram ao menos um documento na área do ensino de microbiologia no período de 1965 a 2023. Quanto mais escuro a tonalidade azul, maior a quantidade de publicação.



Fonte: Elaborado com o auxílio do *software biblioshiny*, dados da pesquisa *Web of Science* (2023).

Na figura 3, constata-se que a área em ensino de microbiologia é explorada em 60 países, e os que contêm a maior quantidade de publicações são os Estados Unidos (234) e Espanha (32). Em seguida, aparece Reino Unido (30), Inglaterra (20), Austrália (18), Canadá (18), China (18), Indonésia (17), Brasil (16) e Argentina (14). Juntos, esses países abarcam 76% do total de publicações da amostra.

Interessante ressaltar a presença do Brasil entre os 10 países que mais publicam na área. Nos últimos anos, o Brasil tem demonstrado grande interesse e esforços na internacionalização da sua produção acadêmica, seja mediante publicação em periódicos internacionais; indexação de seus periódicos em bases globais; e colaboração entre países (SANTIN; VANZ; STUMPF, 2016). Contudo, os recentes cortes no financiamento de pesquisas no Brasil, podem desacelerar o avanço da produção científica no país (CARVALHO; CARVALHO; ZAGNI, 2020).

Ainda de acordo com a figura 3, é possível identificar que as pesquisas em ensino de microbiologia têm sido pouco exploradas no continente africano, enquanto os Estados Unidos, lidera com grande vantagem a produção científica na área,

situação que destaca a desigualdade nos recursos destinados à pesquisa científica. O autor Singh (2018), relata que o baixo desempenho da África no que tange a produção científica em microbiologia, é resultado do baixo investimento do governo, e que o país tende a investir menos de 0,4% de seu produto interno bruto (PIB) em pesquisas e desenvolvimento. Apesar de ser uma comparação difícil de ser realizada tendo em vista inúmeras variáveis, é importante pontuar que os Estados Unidos investem cerca de 3% de seu PIB em iniciativas de pesquisa de cunho científico (GALINA; MARTÍNEZ; MURPHY, 2023).

Apesar de ser necessário e urgente reforçar que investimento em ciência é também investimento em desenvolvimento, é preciso também apelar para a necessidade de uma cooperação científica internacional entre países mais desenvolvidos e menos desenvolvidos. Não somente como forma de compensação - afinal, é inegável que muitos países atualmente desenvolvidos exploram ou exploraram por anos outros menos desenvolvidos - mas principalmente com o foco em produzir ciência de qualidade utilizando dados e força de pesquisa de várias regiões (HALEY, *et al.*, 2022).

Nesse sentido, é importante destacar que embora os Estados Unidos liderem o *ranking* dos países mais produtivos em ensino de microbiologia, eles apresentam poucos vínculos de colaboração internacional, apenas 1% do seu total de publicação é destinado à cooperação internacional. É de suma importância e altamente vantajoso que haja um aumento na colaboração entre países, uma vez que isso enriquece e fortalece as pesquisas, possibilitando que o conhecimento ultrapasse fronteiras (DUSDAL; POWELL, 2021).

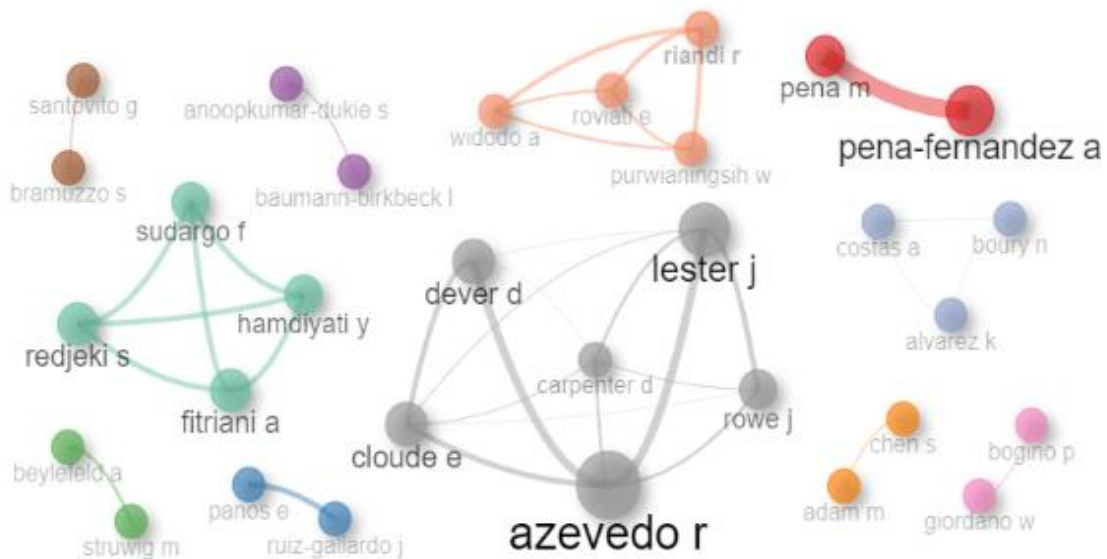
### **3.2 Redes de colaboração, redes de cocitação e redes historiográficas**

Outro dado relevante a ser pontuado são as redes de colaboração entre autores na área de ensino de microbiologia. A análise dessas redes permite a identificação de autores com maior índice de cooperação e grupos de pesquisas mais expressivos (DIAS; MOITA; DIAS, 2019).

As redes de pesquisa colaborativa estão representadas na figura 4. Foram selecionados os 50 autores com maior número de publicações, e dentre eles apenas aqueles que possuem ao menos dois trabalhos em colaboração com outros

pesquisadores, totalizando assim 31 autores, distribuídos em 11 *clusters*. Cada *cluster* pode representar um grupo de pesquisa efetivo ou eventual em algum momento ao longo do período analisado. É importante apontar que 18 dos 20 autores mais produtivos da área, encontram-se presentes nessas redes.

Figura 4 - Redes de colaboração entre os principais autores na área do ensino de microbiologia. O tamanho dos círculos indica o volume de documentos publicados em colaboração e as linhas indicam a conexão entre os autores. Quanto mais espessa a linha, maior o número de



colaboração estabelecido.

Fonte: Elaborado com o auxílio do *software biblioshiny*, dados da pesquisa *Web of Science* (2023).

Tendo em vista a existência de muitos *clusters*, só serão comentados abaixo os que mais se destacam em termos de quantidade de autores envolvidos ou de publicações realizadas em coautoria. Destacado em cinza, o maior *cluster* representado na figura 4 é formado por seis autores em colaboração, os quais estabelecem conexão entre a Universidade da Flórida Central e a Universidade da Carolina do Norte, ambas nos Estados Unidos. Os trabalhos mais recentes publicados por esse grupo de pesquisa foram realizados em 2021 e 2022.

Uma das publicações mais recentes do grupo dedicou-se a investigar o processo de reflexão e a capacidade de resolução de problemas, que estudantes do ensino fundamental têm no ambiente de aprendizagem baseado em um jogo virtual (*Crystal Island*) sobre patógenos. Os autores buscaram avaliar a relação que a quantidade e a qualidade das reflexões feitas pelos discentes tem com seu

aprendizado. Os resultados indicaram uma conexão entre esses fatores, destacando a importância de considerar a profundidade das reflexões no processo de avaliação do conhecimento dos alunos (CLOUDE, *et. al.*, 2021).

Já no artigo de Dever e colaboradores (2022), também membros do *cluster* cinza, os pesquisadores se propuseram a analisar até que ponto as emoções e a compreensão de textos dos estudantes de graduação durante a aplicação de um jogo virtual (*Crystal Island*) sobre patologia microbiológica, estão associadas com a aprendizagem. O estudo conclui que os estudantes experimentaram diferentes emoções - alegria, confusão, raiva e frustração - durante toda a proposta, e aqueles que se sentiam raivosos, confusos e frustrados durante a leitura de textos e avaliações tendem a pontuações mais baixas, mostrando que as emoções afetam o processo de aprendizagem (DEVER, *et. al.*, 2022). Esse resultado é bastante expressivo e pode ser extrapolado para outras disciplinas além da microbiologia, tendo em vista que, se um determinado método de ensino causa mais estresse e frustração do que satisfação, pode trazer mais prejuízos que benefícios ao aprendizado.

Outro *cluster* a ser evidenciado é o da cor verde claro, o qual é representado pelos autores Fitriani, Hamdiyati, Redjeki e Sudargo, todos afiliados à Universidade de Educação da Indonésia. As duas publicações mais recentes desses pesquisadores datam em 2017 e 2018.

O estudo conduzido por Hamdiyati e colaboradores (2017) teve como objetivo investigar o perfil de estudantes universitários em relação à alfabetização científica em microbiologia. Os resultados revelaram que a dimensão competência foi classificada como baixa, o que é preocupante, tendo em vista que muitos desses estudantes podem ser docentes futuramente. Já na segunda publicação de Hamdiyati e colaboradores (2018), é discutido o modelo mental - representações internas e pessoais - dos estudantes de um curso de microbiologia, enfatizando a importância e eficácia do uso de mapas conceituais como ferramenta de avaliação na disciplina.

Por último é relevante mencionar também as produções do *cluster* vermelho, que embora não seja tão expressivo em termos de quantidade de autores, é o que possui maior colaboração de todos os *clusters*. Estes dois autores estabelecem vínculo entre a Universidade de Montfort, no Reino Unido, e a Universidade de Alcalá, na Espanha. As duas últimas publicações feitas pela dupla foram em 2019.

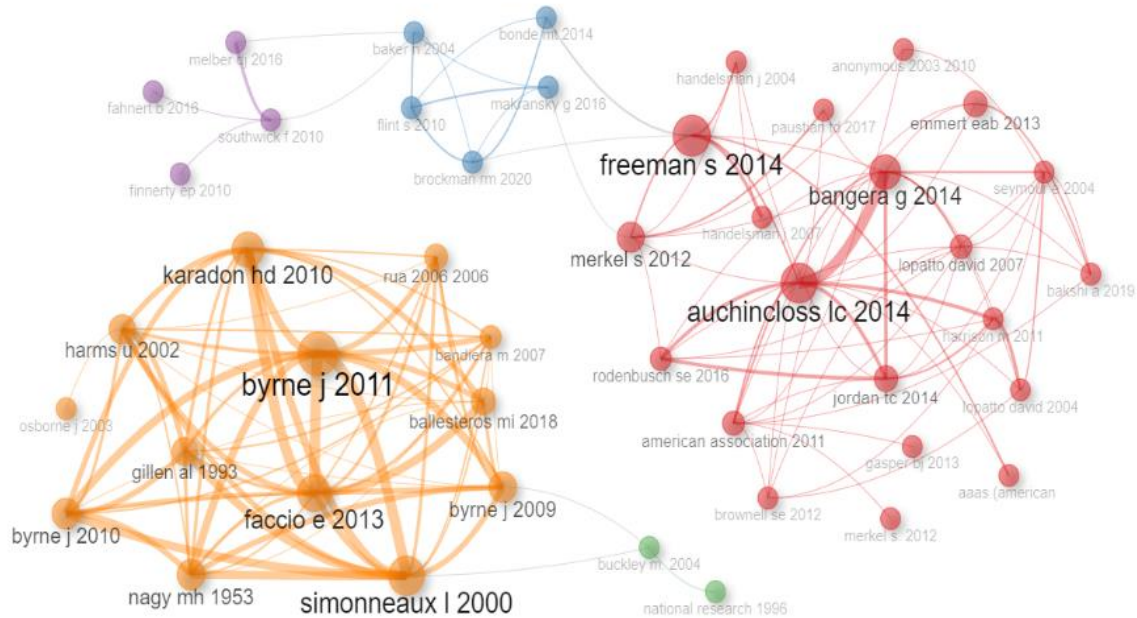
A primeira (PEÑA-FERNÁNDEZ; PEÑA, 2019b) teve como objetivo

desenvolver habilidades em estudantes da área da saúde, sobre como estes devem reagir a incidentes biológicos. A proposta envolveu a criação de um cenário fictício em que os estudantes tiveram que adaptar uma resposta de proteção e recuperação a um surto em áreas ambientais afetadas por patógenos do solo. O estudo conclui que o envolvimento nesse cenário adotado foi eficaz em tornar os estudantes mais ativos e em fornecer a eles orientações sobre a descontaminação ambiental (PEÑA-FERNÁNDEZ; PEÑA, 2019b).

A segunda publicação dos autores (PEÑA-FERNÁNDEZ; LOBO-BEDMAR; PEÑA, 2019a) baseou na implementação de um *workshop* com treinamento aprimorado para acadêmicos da saúde, com foco no desenvolvimento de medidas preventivas contra a AIDS, bem como em intervenções para potenciais infecções oportunistas que podem acometer portadores do HIV. Os resultados indicam que o *workshop* foi capaz de oportunizar o entendimento sobre intervenções na saúde pública, tanto em nível local quanto global (PEÑA-FERNÁNDEZ; LOBO-BEDMAR; PEÑA, 2019a).

Além das redes de colaboração, as redes de cocitação (figura 5) também exibem aspectos relevantes da pesquisa na área. A cocitação ocorre quando duas ou mais publicações são citadas juntamente em uma terceira publicação, fazendo com que as referências citadas simultaneamente formem redes (BENATTI, *et al.*, 2023). Essas redes são um importante indicador bibliométrico que permite identificar autores e documentos que impactam e que formam a base de uma área de conhecimento ao longo do tempo, como também possibilitam detectar as principais comunidades fortemente relacionadas e suas linhas de pesquisas (CASTANHA; BUFREM; BOCHI, 2020).

Figura 5 - Redes de cocitação das principais referências citadas na área do ensino de microbiologia. O tamanho do círculo indica a quantidade de citações que um documento recebeu e as linhas representam a conexão de cocitação entre os trabalhos. Quanto mais espessa a linha, maior o número de cocitação estabelecido.



Fonte: Elaborado com o auxílio do *software biblioshiny*, dados da pesquisa *Web of Science* (2023).

Na figura 5 é possível observar as redes de cocitação. Dentro de uma amostra composta pelos 50 trabalhos mais citados, foram filtrados os documentos com no mínimo duas conexões entre si. Sendo assim, foram identificadas 45 publicações, distribuídas em cinco *clusters*: vermelho (21), laranja (13), azul (5), roxo (4) e verde (2).

A análise dos títulos e resumos das publicações do maior *cluster* (vermelho) da figura 5, revelam trabalhos mais voltadas à reforma da pesquisa educacional utilizando as experiências de pesquisa de graduação baseadas em cursos (*course-based undergraduate research experiences (CUREs)*) e no uso de metodologias ativas. Os *CUREs* são um modelo educacional interdisciplinar que oferece oportunidades e expande o acesso de estudantes ao âmbito da pesquisa científica inovadora, permitindo que esses desenvolvam habilidades técnicas e conduzam pesquisas no ambiente de um curso formal (COOPER, *et al.*, 2020; ESPARZA; WAGLER; OLIMPO, 2020).

Nesse *cluster*, três trabalhos se destacam em termos de quantidade de citação. O estudo de Freeman e colaboradores, (2014) - o mais citado da rede - se dedica a

avaliar o desempenho de estudantes *STEM* sob aulas tradicionais em comparação com aulas utilizando metodologias ativas. Os resultados mostram que a aprendizagem ativa elevou o rendimento dos educandos, enquanto as aulas tradicionais aumentaram a taxa de reprovação (FREEMAN, *et al.* 2014).

Tal ponto é um alerta importante para que docentes promovam o envolvimento dos estudantes durante as aulas, tornando-os mais ativos e participativos, em especial em temáticas tão relevantes quanto a microbiologia, tendo em vista que seu conhecimento pode ser crucial para evitar *fakenews* como as que inundaram a população em um período crítico como o que ocorreu durante a pandemia da COVID-19.

Outro documento em evidência no conjunto vermelho é o de Auchincloss e colaboradores (2014), que objetivou averiguar as múltiplas características dos *CUREs*, e debater pesquisas que abordaram a temática, no intuito de identificar e descrever dimensões pelas quais os estudantes podem obter uma aprendizagem significativa, bem como fornecer orientações para futuras pesquisas e análises da metodologia (AUCHINCLOSS, *et al.*, 2014). Na mesma linha, o estudo de Bangera e Brownell (2014), defende o uso de *CUREs* como ferramenta no combate às desigualdades na pesquisa científica. As autoras apontam que o caráter abrangente desse modelo pode tornar a comunidade de pesquisa mais inclusiva, permitindo colocar os estudantes em equidade (BANGERA; BROWNELL, 2014).

As metodologias apontadas no *cluster* revelam resultados promissores no ensino de microbiologia, em especial no ensino superior. Contudo, ressalta-se que as metodologias ativas, podem e devem ser aplicadas também no contexto da educação básica, assim como no ensino de jovens e adultos, especialmente na área científica, como é o caso da microbiologia, tendo em vista que também se mostram promissoras com esses públicos (LEDOUX; BARBOSA; SILVA, 2023).

No que se refere ao *cluster* azul, este discorre sobre assuntos relacionados a eficácia de laboratórios virtuais de microbiologia em comparação com laboratórios tradicionais. Um exemplo é o trabalho de Brockman e colaboradores (2020) cujos resultados apontaram que as duas modalidades são eficazes e que os estudantes demonstram vontade de uma experiência combinada - aulas de laboratório online e presencial.

O *cluster* roxo, por sua vez, apresenta trabalhos que abordam a necessidade

de mudanças curriculares e pedagógicas no ensino de microbiologia médica pré-clínica. A pesquisa conduzida por Melber, Teherani e Schwartz (2016) é um exemplo, e como resultados os entrevistados (diretores dos cursos) relataram preocupações com os currículos vigentes e dificuldades na implementação de modificações, além de demonstrarem interesse em colaborar com outros diretores, no intuito de trocar saberes para impulsionar a inovação (MELBER; TEHERANI; SCHWARTZ, 2016).

Quanto ao *cluster* laranja, este tem foco em explorar os aspectos do desenvolvimento do conhecimento e percepções de crianças e adolescentes sobre os microrganismos e assuntos relacionados ao tema. Três pesquisas se destacam nessa rede, em termos de citação.

O trabalho de Byrne (2011), investigou as percepções que crianças de 7, 11 e 14 anos possuem sobre os microrganismos e suas interações. A autora aplicou uma diversidade de métodos com a finalidade de obter informações sobre o nível de conhecimento e o desenvolvimento de cada faixa etária analisada. Como resultado mais relevante, a autora observou uma prevalência de ideias negativas em relação aos microrganismos, destacando a importância de combater tais percepções, afinal nem todos os são patogênicos ou prejudiciais ao meio ambiente (BYRNE, 2011; STEARNS; KAISER; SURETTE, 2018).

Outra pesquisa com resultados similares foi a de Karadon e Şahin (2010), que buscou verificar como estudantes do ensino primário se sentiam em relação aos riscos causados pelos microrganismos. Os educandos consideraram os micróbios nocivos e contaminantes, seres que oferecem mais maléficos do que benéficos, além disso, relataram que se sentem desconfortáveis ao ouvir sobre eles. Com base nos resultados, os autores sugeriram alterações no currículo que trata sobre o ensino da microbiologia (KARADON; ŞAHIN, 2010).

No mesmo conjunto, Simonneaux (2000) analisou a compreensão de adolescentes em relação aos microrganismos, e como estes usam esse conhecimento para explicar tópicos referente à biotecnologia. O estudo constatou que grande parte dos estudantes seguem uma lógica própria do cotidiano ao responder questionamentos e que poucos respondiam de acordo com conhecimento científico (SIMONNEAUX, 2000).

Através das descrições dos trabalhos, é possível inferir que o *cluster* laranja aborda os desafios enfrentados pelos estudantes ao compreender a microbiologia e

revela que, frequentemente, eles possuem concepções equivocadas sobre a área. Além disso, muitos não estão aptos para explicar questões relacionadas ao conteúdo com base em conhecimentos científicos sólidos.

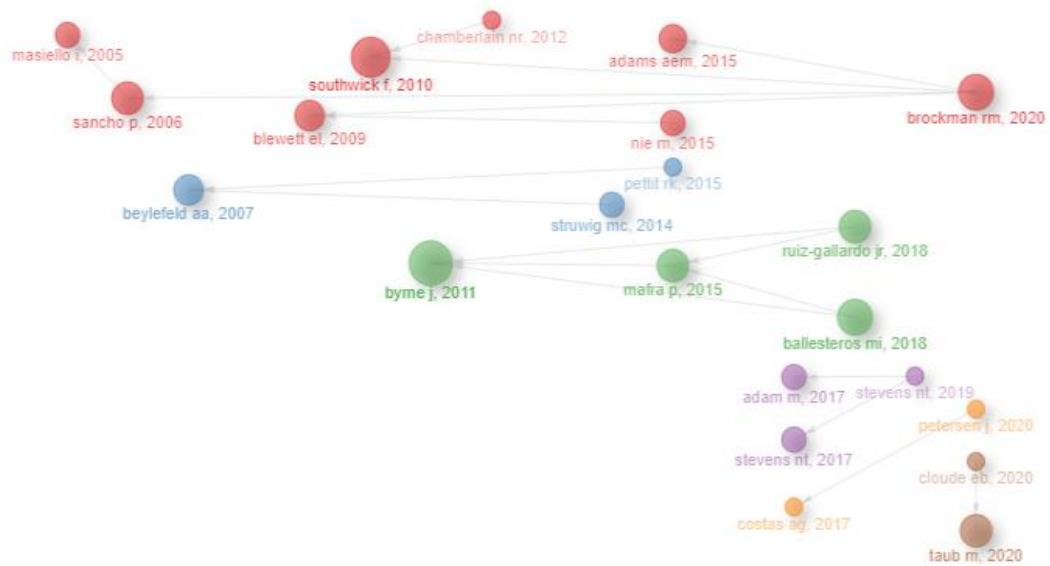
É extremamente relevante ensinar crianças e adolescentes a tomarem decisões baseadas em evidências e a buscarem informações de fontes seguras, afinal, além de ser uma atitude essencial e formativa é imprescindível para o desenvolvimento de cidadãos críticos e socialmente responsáveis (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013). Sendo o conteúdo de microbiologia tão relevante, em especial no que diz respeito às questões sanitárias que afetam toda a sociedade, é também muito importante que haja uma distinção clara entre os microrganismos causadores de doenças e aqueles que são essenciais para a manutenção do equilíbrio ecológico e até mesmo da vida (SIMARD, 2021).

Sendo assim, investir em um ensino atualizado, envolvente e bem fundamentado, é de extrema relevância para promover uma formação adequada na área da microbiologia, assim como para romper crenças limitantes e hábitos de microbiofobia (TIMMIS, *et al.*, 2019).

Cabe ressaltar que o *cluster* verde segue uma linha argumentativa similar, tendo em vista que os documentos apontam como tema central a alfabetização científica na área da microbiologia. A publicação de Schaechter, Kolter e Buckley (2004) apresenta a importância da educação científica, e defende a implementação efetiva do ensino de microbiologia em toda a educação básica. Os autores ressaltam que apenas o desenvolvimento de pesquisas sofisticadas não é suficiente, é necessário focar na educação de crianças e jovens, a fim de formar uma sociedade que compreenda a importância dos microrganismos no cotidiano (SCHAECHTER; KOLTER; BUCKLEY, 2004).

Com relação às redes historiográficas, estas realizam um rastreamento cronológico das pesquisas mais proeminentes, permitindo a visualização das publicações que contribuíram para o desenvolvimento da área, bem como as ligações de citação direta entre elas (BATISTIČ; VAN DER LAKEN, 2019). Na figura 6, encontram-se as redes historiográficas da área de ensino de microbiologia. A busca pelas redes resultou em 22 publicações, que foram distribuídas em 6 (seis) *clusters* distintos. Dentre esses *clusters*, três conjuntos se destacam, conforme pode ser observado na figura.

Figura 6 - Redes historiográficas de citações diretas das publicações mais proeminentes na área do ensino de microbiologia.



Fonte: Elaborado com o auxílio do *software biblioshiny*, dados da pesquisa *Web of Science* (2023).

O estudo conduzido por Masiello, Ramberg e Lonka (2005) foi o documento inicial que suscitou os demais no cluster vermelho. O objetivo do trabalho foi compreender a atitude e as percepções dos estudantes de medicina, em relação a utilização de sistemas de tecnologia da informação na promoção da aprendizagem. Após a aplicação de um programa educacional, os resultados apontaram que os discentes apresentaram atitudes positivas, sentindo que devem se preparar para ambientes virtuais de aprendizagem na educação, e que estes serão benéficos, se planejados e aplicados de forma correta (MASIELLO; RAMBERG; LONKA, 2005).

A proposta da pesquisa realizada em 2005, levou à uma onda de novas publicações na área, que seguem até os dias atuais, tendo em vista que a última publicação da rede é de 2020. O artigo que se segue na rede é o de Sancho e colaboradores (2006), que consistiu no desenvolvimento e aplicação de um sistema de laboratório virtual para estudantes de farmacologia, com a finalidade de ensinar métodos de diagnósticos em microbiologia. A proposta comparou as notas obtidas pelos educandos em um cenário de laboratório presencial e laboratório virtual, e constatou que o desempenho em ambas foi satisfatório, concluindo que o ensino híbrido é eficaz (SANCHO, *et al.*, 2006).

Seguindo essa linha, o trabalho mais atual da rede é o de Brockman e colaboradores (2020), que comparam a eficácia do uso de laboratórios virtuais *versus*

presenciais. Além da pesquisa de Masiello, Ramberg e Lonka (2005), outros trabalhos que surgem na rede historiográfica associados a ele exploraram abordagens alternativas aos laboratórios tradicionais (BLEWETT; KISAMORE, 2009; SOUTHWICK, *et al.*, 2010), sendo que apenas um deles constatou que o ensino presencial é mais eficaz que o ensino remoto (ADAMS; RANDALL; TRAUSTADÓTTIR, 2015). Assim, a maior parte das evidências parecem apontar para um modelo híbrido de ensino, ou seja, um currículo que promova tanto o acesso virtual como o presencial para o ensino de microbiologia.

A rede historiográfica azul também é digna de nota. Nela, o trabalho primário é o realizado por Beylefeld e Struwig (2007), que aplicaram um jogo de tabuleiro para discentes do curso de medicina, com o objetivo de desconstruir a negatividade acerca da microbiologia médica. A referida pesquisa originou outros trabalhos que seguiram com aplicação da mesma metodologia (jogos) para o mesmo público-alvo, e concluíram que gamificação no ambiente educacional é uma ferramenta que estimula o processo de aprendizagem em microbiologia (STRUWIG; BEYLEFELD; JOUBERT, 2014; PETTIT, *et al.*, 2015). Tal fato é corroborado pela literatura atual, revelando que a gamificação é útil e promove aprendizado e desenvolvimento de habilidades imprescindíveis no século atual (SWACHA, 2021).

É válido também mencionar a rede historiográfica verde, que tem como documento primário a pesquisa de Byrne (2011) - trabalho de destaque na rede de cocitação laranja (figura 5) - o qual analisou o conhecimento de estudantes do ensino fundamental sobre os microrganismos. Essa pesquisa inspirou o artigo de Mafra, Lima e Carvalho (2015) que utilizou a abordagem da educação em saúde bucal para promover conhecimentos sobre microrganismos em crianças. Além disso, os dois artigos mencionados anteriormente inspiraram trabalhos que constataram que as percepções de estudantes do ensino fundamental sobre microrganismos são equivocadas e limitadas, o argumento novo é o fato de que os autores apontam que isso pode estar relacionado à forma como a temática é abordada nos livros didáticos (BALLESTEROS; PAÑOS; RUIZ-GALLARDO, 2018; RUIZ-GALLARDO; PAÑOS; 2018). Por essa razão o cuidado na seleção do material didático, assim como evitar utilizar apenas uma referência para o ensino dos conteúdos de microbiologia é de extrema importância, de modo a evitar distorções ou mesmo a superficialização do que é ensinado (CAMARGO; SILVA; SANTOS, 2018).

### 3.3 Análise temática das publicações com base na frequência de palavras

Por mais que as redes de colaboração, cocitação e historiografia forneçam algumas das linhas de pesquisa da área, esses dados representam apenas parcelas do todo levantado. A vista disso, com a finalidade de identificar as principais temáticas abordadas nas pesquisas da amostra, foram analisadas as palavras mais frequentes nos títulos, resumos, palavras-chaves e palavras-chave “*plus*” (descritores detectados nos títulos de referências citados nos documentos).

Tabela 2 – Palavras mais frequentes nos títulos, resumos, palavras-chave e palavras-chave “*plus*” das publicações na área do ensino de microbiologia. Foram removidas da amostra os descritores utilizados na busca, por serem termos naturalmente frequentes, tais como: microbiologia, ensino, educação e aprendizagem.

Título	Frequência	Resumo	Frequência	Palavras-chave	Frequência	Palavras-chave "Plus"	Frequência
Laboratório	56	Ciência	359	Microorganismos	18	Ciência	47
Ciência	48	Conhecimento	347	Currículo	15	Conhecimento	18
Estudante Universitário	48	Pesquisa	323	Laboratório	13	Desempenho	16
Estudante	37	Laboratório	289	Aprendizagem Ativa	11	Biologia	15
Currículo	36	Médico	248	Bioquímica	11	Impacto	13
Médico	36	Resultados	248	Bactérias	10	Investigação	10
Biologia	34	Científico	228	Aprendizagem baseada em jogos	10	Educação Médica	9
Escola	31	Habilidades	221	Estudante Universitário	10	Percepções	9
Sala de Aula	27	Biologia	207	Biologia	9	Escola	9
Conhecimento	27	Saúde	190	Ensino Virtual	9	Experiência de Pesquisa em Graduação	9

Fonte: Elaborado com o auxílio do *software biblioshiny*, dados da pesquisa *Web of Science* (2023)

Ao analisar as temáticas presentes na tabela 2, percebe-se que o termo “conhecimento” desponta com frequência em resumos e palavras-chave “*plus*”, assim como nos títulos das publicações. Nos trabalhos da amostra, a palavra surge frequentemente associada a outras como atitude, crença, comportamento e ideia (ERCAN, *et al.*, 2020).

Como evidenciado nas redes de citações, a temática é abordada no sentido de investigar e analisar os conhecimentos dos estudantes acerca dos microrganismos e assuntos correlacionados. Estudos nesse sentido são de suma importância para o desenvolvimento da área, pois é por meio dos resultados desses que deficiências no ensino são identificadas (BADDAL; LAJUNEN; SULLMAN, 2022). Sawant e colaboradores (2018), apontam que esses trabalhos são considerados pontos iniciais para a construção de instrumentos que visam melhorar o processo de ensino e

aprendizagem na área.

Outro termo que aparece com ênfase nos títulos, resumos e palavras-chave é “laboratório”. Uma quantidade significativa de trabalhos da amostra foca nessa temática, no intuito de testar a eficácia de laboratórios presenciais em relação a laboratórios virtuais. Esse interesse aumentou especialmente após o surgimento da pandemia de COVID-19, que levou à necessidade de buscar alternativas ao ensino presencial em laboratórios.

Em sua pesquisa, Baumann-Birkbeck e colaboradores (2021), em resposta ao cenário pandêmico, e como alternativa ao laboratório presencial, propuseram um ambiente de aprendizagem utilizando o *VUMIE*, aplicativo digital e interativo que reproduz visualmente o fluxo de trabalho em um laboratório de microbiologia, incluindo o uso de espaços de trabalho, equipamentos e reagentes. Já Dustman, King-Keller e Marquez (2021) fizeram simulações laboratoriais utilizando recursos da gamificação no programa *PowerPoint*. Enquanto Kuzmenko, Raetz-Vigon e Willette (2022), elaboraram sessões práticas caseiras, que utilizam a cultura do iogurte como uma abordagem para explorar conceitos microbiológicos.

É relevante destacar ainda, que o termo “laboratório” é frequentemente associado a palavras como habilidades e currículo, termos que também são comumente encontrados nos estudos (tabela 2). Um exemplo é o trabalho de Merkel e colaboradores (2012), que destaca que os currículos que incorporam atividades de laboratório devem estar atentos às mudanças, a fim de continuar a promover as habilidades e competências necessárias.

Ademais, considerando a frequência com que são mencionados, nota-se que os estudantes universitários parecem ser o principal público-alvo nas pesquisas. Além disso, é importante ressaltar que os termos “educação médica” e “médico” também apresentam uma alta frequência, o que sugere que os estudantes dos cursos de medicina são o grupo predominante nessas investigações. Esse aspecto pode ressaltar uma lacuna na pesquisa, pois a microbiologia não se restringe apenas à área da medicina, ela é ensinada em diversos campos, incluindo a biologia, nutrição, enfermagem, farmácia, engenharia de alimentos, engenharia ambiental e agronomia (MORAL-MUNOZ, *et al.*, 2018). É necessário também direcionar as pesquisas no ensino de microbiologia para outros cursos a fim de promover um maior desenvolvimento nessa área, assim como auxiliar estes estudantes em uma melhor

compreensão do conteúdo.

Ainda de acordo com a tabela 2, a aprendizagem ativa e a aprendizagem baseada em jogos mostram-se como metodologias de ensino frequentemente utilizadas. Essa tendência é notável e chama a atenção, pois indica que os pesquisadores estão buscando modificar os sistemas de ensino tradicionais.

A aprendizagem ativa está se tornando cada vez mais evidente no âmbito educacional devido à sua contraposição a uma abordagem de ensino tradicional em que o conhecimento é meramente transmitido pelo professor, contribuindo na quebra dos métodos educacionais centrados na memorização (DEBALD, 2020). Essa abordagem coloca o estudante no centro do processo educativo, promovendo sua autonomia e a participação na construção do seu próprio conhecimento (MURILLO-ZAMORANO, *et al.*, 2021).

Como exemplo de trabalho da amostra, o trabalho de Peng (2017), utiliza a aprendizagem ativa por meio de atividades desenvolvidas em times, e revela que os discentes alcançaram melhorias substanciais em seu desempenho acadêmico, incluindo habilidades em pesquisa bibliográfica, elaboração de slides, leitura seletiva, capacidade de análise e de investigação, assim como ampliaram seu entendimento acerca das metodologias de pesquisas.

No que tange à aprendizagem baseada em jogos, ela consiste em alcançar resultados de aprendizagem específicos por meio do uso do conteúdo e da estrutura do jogo, aprimorando a aprendizagem ao envolver os alunos em espaços que apresentam desafios e problemas a serem resolvidos (GARCIA, *et al.*, 2020; QIAN; CLARK, 2016). Na amostra analisada, Melville e colaboradores (2018), propuseram um jogo virtual intitulado “*Bacteria Builder*”, onde os discentes foram desafiados a projetar e construir bactérias com estruturas adequadas capazes de sobreviver em diversos ambientes. Os resultados concordam com a literatura acima citada, e revelam que os educandos tiveram um desempenho significativamente melhor em questões que avaliaram habilidades de pensamento mais avançadas.

## 4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como principal objetivo realizar um mapeamento da produção científica por meio de levantamentos e análises estratégicas, com a finalidade de mensurar a produção acadêmica e descrever a trajetória do crescimento da área do ensino de microbiologia. Para obter uma compreensão abrangente das suas características, foram utilizadas abordagens bibliométricas que permitiram identificar a estrutura social, intelectual e conceitual da área.

Com base nos resultados apresentados, foi possível observar que embora os estudos científicos relacionados ao ensino de microbiologia tenham começado em 1965, foi somente a partir de 2016 que a produção científica nessa área começou a demonstrar um crescimento consistente. Isso indica que o ensino de microbiologia é uma área relativamente nova, mas com potencial de crescimento, conforme evidenciado nos últimos anos, nos quais cerca de 82% da produção científica nessa área foi registrada na última década.

O estudo revelou que o *Journal of Microbiology & Biology Education* é a revista mais destacada em termos de quantidade de publicações, enquanto *Academic Medicine* é a mais influente em relação ao impacto. Esses resultados podem apontar fontes confiáveis para consultar sobre o tema, além de servir como referência para pesquisadores interessados em submeter seus trabalhos. Quanto ao autor, Antonio Penã-Fernández, da Universidade de Montfort, no Reino Unido, é o mais influente, e sua instituição é considerada a mais proeminente na área.

Constata-se ainda que, os Estados Unidos e o Reino Unido desempenham um papel dominante no campo. Esses países não apenas lideram em termos de quantidade de publicações, mas também possuem uma presença significativa de autores, instituições e periódicos de alto impacto que estão diretamente envolvidos no avanço dessa área de estudo. Entretanto, são países que possuem baixa cooperação internacional, o que ressalta a importância de estabelecer alianças estratégicas entre países, visando promover a troca de conhecimentos e a internacionalização da ciência.

Outro aspecto relevante são as redes de colaboração, nas quais evidenciam grupos de pesquisadores das Universidades dos Estados Unidos, Indonésia, Reino Unido e Espanha, dedicados à construção do conhecimento na área. As instituições

e pesquisadores envolvidos nessas redes podem ser utilizados como pontos de referência para estudiosos que desejam estabelecer parcerias de pesquisa no campo.

Quanto às redes de cocitação, estas demonstram como principais resultados: 1) as experiências de pesquisa de graduação baseados em cursos são benéficas; 2) o uso combinado de laboratórios virtuais e laboratórios tradicionais é eficaz no processo de ensino e aprendizagem; 3) é necessário se inclinar às mudanças curriculares na educação; 4) as percepções e conhecimento de estudantes da educação básica sobre microrganismos tendem a ser limitadas e negativas; e 5) a alfabetização científica é necessária em todas as etapas educacionais, com a finalidade de romper crenças limitantes e promover ensino de qualidade.

Destaca-se ainda que o estudo mais citado da amostra foi o de Freeman e colaboradores (2014), que constatou a eficácia das metodologias ativas no ensino. No que diz respeito à rede historiográfica, o estudo de Masiello, Ramberg e Lonka (2005) é reconhecido como o documento precursor que influenciou uma série de outros trabalhos. Essa pesquisa constatou que os alunos enxergam de forma positiva a utilização de tecnologias na educação.

No que se refere à temática, os termos mais frequentes permitiram identificar que os pesquisadores se encontram voltados à ruptura de métodos tradicionais de ensino, abordando em suas pesquisas o uso da aprendizagem ativa e aprendizagem baseada em jogos. Também foi possível verificar que o público-alvo predominante nas pesquisas são os estudantes do curso de medicina, ressaltando a escassez de pesquisas direcionadas a outros cursos.

Considerando esses aspectos, é possível constatar que esta pesquisa apresenta contribuições relevantes para a área, desempenhando um papel significativo no aprimoramento da temática, fornecendo orientações valiosas aos professores sobre a incorporação de metodologias de ensino em sala de aula, além de servir como um guia para os pesquisadores na realização de novas pesquisas no campo do ensino de microbiologia, com o objetivo de aprimorar os processos de ensino e aprendizagem nessa área.

Uma das limitações deste estudo reside no fato de ter sido utilizada apenas uma base de dados para a pesquisa, o que pode levar à natural exclusão de dados de periódicos não indexados na *Web of Science*. Assim, sugere-se que pesquisas

futuras adotem uma abordagem integrada, utilizando múltiplas bases de dados, com a finalidade de obter uma amostra mais abrangente.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, A. E.; RANDALL, S.; TRAUSTADÓTTIR, T. A Tale of Two Sections: an experiment to compare the effectiveness of a hybrid versus a traditional lecture format in introductory microbiology. **CBE—Life Sciences Education**, Bethesda, v. 14, n. 1, p.1-8, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1187/cbe.14-08-0118>. Acesso em: 24 maio 2023.
- ALLAIRE, J. J.; WICKHAM, H. **RStudio Desktop**. Version 2023.03.0.0. Boston: Posit, 2023. Disponível: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>. Acesso em: 24 mar. 2023.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso em: 02 jan. 2023.
- AUCHINCLOSS, L. C. *et al.* Assessment of Course-Based Undergraduate Research Experiences: a meeting report. **CBE—Life Sciences Education**, Bethesda, v. 13, n.1, p. 29-40, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1187/cbe.14-01-0004>. Acesso em: 14 maio 2023.
- BADDAL, B.; LAJUNEN, T. J.; SULLMAN, M.J. Knowledge, Attitudes and Behaviours Regarding Antibiotics Use Among Cypriot University Students: a multi-disciplinary survey. **BMC Medical Education**, London, v. 22, n. 1, p. 847, 2022. Disponível em: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-022-03853-2>. Acesso em: 29 maio 2023.
- BALLESTEROS, M. I.; PAÑOS, E.; RUIZ-GALLARDO, J. R. Los Microorganismos en la Educación Primaria. Ideas de los Alumnos de 8 a 11 años e Influencia de los Libros de Texto. **ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 79-98, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2274>. Acesso em: 28 maio 2023.
- BANGERA, G; BROWNELL, S. E. Course-Based Undergraduate Research Experiences Can Make Scientific Research More Inclusive. **CBE—Life Sciences Education**, Bethesda, v. 13, n. 4, p. 602-606, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1187/cbe.14-06-0099>. Acesso em: 14 maio 2023.
- BATISTIČ, S.; VAN DER LAKEN, P. History, Evolution and Future of Big Data and Analytics: a bibliometric analysis of its relationship to performance in organizations. **British Journal of Management**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 229-251, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12340>. Acesso em: 22 maio 2023.
- BAUMANN-BIRKBECK, L. *et al.* Can a Virtual Microbiology Simulation Be as Effective as The Traditional Wetlab for Pharmacy Student Education?. **BMC Medical Education**, London, v. 21, n. 1, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-021-03000-3>. Acesso em: 30 maio 2023.

BENATTI, A. *et al.* On The Stability of Citation Networks. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, [s. l.], v. 610, n.19, p. 128399, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.128399>. Acesso em: 10 maio 2023.

BERNARDI, G. *et al.* Concepções Prévias dos Alunos dos Anos Iniciais sobre Microrganismos. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 55-69, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22407/2019.v10i1.974>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BEYLEFELD, A. A.; STRUWIG, M. C. A Gaming Approach to Learning Medical Microbiology: students' experiences of flow. **Medical teacher**, [s. l.], v. 29, n. 9-10, p. 933-940, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01421590701601550>. Acesso em: 26 maio 2023.

BIRKLE, C. *et al.* Web of Science as a Data Source for Research on Scientific and Scholarly Activity. **Quantitative Science Studies**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 363-376, 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00018](https://doi.org/10.1162/qss_a_00018). Acesso em: 28 jan. 2023

BLACK, J. G.; BLACK, L. J. **Microbiologia: fundamentos e perspectivas**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

BLEWETT, E. L.; KISAMORE, J. L. Evaluation of an Interactive, Case-Based Review Session in Teaching Medical Microbiology. **BMC Medical Education**, London, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2009. Disponível em: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6920-9-56>. Acesso em: 24 maio 2023.

BÔAS, R. C. V. *et al.* Utilização de Recursos Audiovisuais como Estratégia de Ensino de Microbiologia do Solo nos Ensinos Fundamental II e Médio. **Revista Práxis**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 19, p. 79-90, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.47385/praxis.v10.n19.691>. Acesso em: 13 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 06 jan. 2023.

BROCKMAN, R. M. *et al.* Student Perceptions of Online and In-Person Microbiology Laboratory Experiences in Undergraduate Medical Education. **Medical Education Online**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 1710324, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10872981.2019.1710324>. Acesso em: 16 maio 2023.

BYRNE, J. Models of Micro-Organisms: children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. **International Journal of Science Education**, [s. l.], v. 33, n. 14, p. 1927-1961, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.536999>. Acesso em: 18 maio 2023.

CAMARGO, F. P.; SILVA, A. F. G.; SANTOS, A. C. A. A Microbiologia no Caderno do Aluno e em Livros Didáticos: análise documental. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 78, n. 2, p. 41-58, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.35362/rie7823199>. Acesso em: 17 jun. 2023.

CAMPOS, M. M. Para que serve a pesquisa em educação?. **Cadernos de pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 136, p. 269-283, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-15742009000100013>. Acesso em: 10 nov. 2022.

CAREGNATO, S. E.; VANZ, S. A. S. Citações e Indicadores de Impacto na Avaliação de Revistas. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 30, n. 4, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n4.57345>. Acesso em: 18 abr. 2023.

CARPENTER, D. *et al.* Automated Analysis of Middle School Students' Written Reflections During Game-Based Learning. *In: Artificial Intelligence in Education*, 21., 2020, Ifrane. **Proceedings** [...]. Ifrane: Springer International Publishing, 2020. p. 67-78. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-52237-7\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-52237-7_6). Acesso em: 24 abr. 2023.

CARVALHO, R.; CARVALHO, R.; ZAGNI, R. M. Em Guerra e Sem Armas: a pandemia mundial e o desmonte das ciências no Brasil. **Confluências**, Niterói, v. 22, n. 2, p. 107-130, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22409/conflu.v22i2.43046>. Acesso em: 28 abr. 2023.

CASTANHA, R. G; BUFREM, L. S.; BOCHI, F. Estudos Relacionados de Citação: cocitação, acoplamento bibliográfico e genealogia científica. *In: GRÁCIO, M. C. C. et al. (org.). Tópicos da Bibliometria para Bibliotecas Universitárias*. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2020, p. 134-162. Disponível em: <https://doi.org/10.36311/2020.978-65-86546-91-0>. Acesso em: 10 maio 2023.

CLOUDE, E. *et al.* Game-Based Learning Analytics for Supporting Adolescents' Reflection. **Journal of Learning Analytics**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 51-57, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18608/jla.2021.7371>. Acesso em: 04 maio 2023.

COOPER, K. M. *et al.* Students Who Analyze Their Own Data in a Course-Based Undergraduate Research Experience (CURE) Show Gains in Scientific Identity and Emotional Ownership of Research. **Journal of Microbiology & Biology Education**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 60, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/jmbe.v21i3.2157>. Acesso em: 12 maio 2023.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021

DEBALD, B. Ensino Superior e Aprendizagem Ativa: da reprodução à construção de conhecimentos. *In: DEBALD, B (org.). Metodologias ativas no Ensino Superior: o protagonismo do aluno*. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2020, p. 1-8. Disponível em: [https://www.sinopsyseditora.com.br/upload/produtos\\_pdf/2172.pdf](https://www.sinopsyseditora.com.br/upload/produtos_pdf/2172.pdf). Acesso em: 02 jun. 2023.

DERVIŞ, H. Bibliometric Analysis Using Bibliometrix an R Package. **Journal of Scientometric Research**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 156-160, 2019. Disponível: [https://jcsires.org/sites/default/files/JScientometRes-8-3-156\\_0.pdf](https://jcsires.org/sites/default/files/JScientometRes-8-3-156_0.pdf). Acesso em: 17

jan. 2023.

DEVER, D. A. *et al.* Emotions and The Comprehension of Single Versus Multiple Texts During Game-Based Learning. **Discourse Processes**, [s. l.], v. 59, n. 1-2, p. 94-115, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0163853X.2021.1950450>. Acesso em: 04 maio 2023.

DIAS, T. M. R.; MOITA, G. F.; DIAS, P. M. Um Estudo Sobre a Rede de Colaboração Científica dos Pesquisadores Brasileiros com Currículos Cadastrados na Plataforma Lattes. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 63-86, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.19132/1808-5245251.83-86>. Acesso em: 02 maio 2023

DONTHU, N. *et al.* How to Conduct a Bibliometric Analysis: an overview and guidelines. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 133, n. 1, p. 285-296, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>. Acesso em: 12 dez. 2022.

DUSDAL, J; POWELL, J. J. Benefits, Motivations, and Challenges of International Collaborative Research: a sociology of science case study. **Science and Public Policy**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 235-245, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/scipol/scab010>. Acesso em: 30 abr. 2023.

DUSTMAN, W. A.; KING-KELLER, S.; MARQUEZ, R. J. Development of Gamified, Interactive, Low-Cost, Flexible Virtual Microbiology Labs That Promote Higher-Order Thinking During Pandemic Instruction. **Journal of microbiology & biology education**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 243, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8046662/>. Acesso em: 30 maio 2023.

ERCAN, D.O. *et al.* A Comprehensive Food Safety Short Course (FSSC) Improves Food Safety Knowledge, Behaviors, Attitudes, and Skills of Ukrainian Participants. **Journal of Food Science Education**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 263-277, 2020. Disponível em <https://doi.org/10.1111/1541-4329.12208>. Acesso em: 29 maio 2023.

ESPARZA, D; WAGLER, A. E.; OLIMPO, J. T. Characterization of Instructor and Student Behaviors in CURE and Non-CURE Learning Environments: impacts on student motivation, science identity development, and perceptions of the laboratory experience. **CBE—Life Sciences Education**, Bethesda, v. 19, n. 1, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1187/cbe.19-04-0082>. Acesso em: 12 maio 2023.

FAISAL, F.; MARTIN, S. N. Science Education in Indonesia: past, present, and future. **Asia-Pacific Science Education**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1-29, 2019. Disponível em: <https://apse-journal.springeropen.com/articles/10.1186/s41029-019-0032-0>. Acesso em: 24 abr. 2023.

FREEMAN, S. *et al.* Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>. Acesso em: 14 maio 2023.

GALINA, C. S.; MARTÍNEZ, J. F.; MURPHY, B. D. Constraints on Research in Biological and Agricultural Science in Developing Countries: the example of latin america. **Publications**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 22, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/publications11020022>. Acesso em: 29 abr. 2023.

GARCIA, I. *et al.* The effects of Game-Based Learning in the Acquisition of “Soft Skills” on Undergraduate Software Engineering Courses: a systematic literature review. **Computer Applications in Engineering Education**, [s. l.], v. 28, n. 5, p. 1327-1354, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cae.22304>. Acesso em: 03 jun. 2023.

GEDEN, M. *et al.* Predictive Student Modeling in Educational Games with Multi-task Learning. *In: Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 34., 2020, Nova York. **Proceedings** [...]. California: AAAI Press, 2020, p. 654-661. Disponível em: <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i01.5406>. Acesso em: 24 abr. 2023.

HALEY, A. *et al.* Internationalisation Through Research Collaboration. **Educational Review**, [s. l.], v. 74, n.1, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00131911.2022.2054958>. Acesso em: 30 abr. 2023.

HAMDİYATI, Y. *et al.* Biology Education Student's Profile On Microbiology Literacy. *In: International Conference on Mathematics and Science Education*, 57., 2017, Indonesia. **Proceedings** [...]. Amsterdã: Atlantis Press, 2017, p. 63-65. Disponível em: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icmsed-16/25869930>. Acesso em: 06 maio 2023.

HAMDİYATI, Y. *et al.* Using Concept Maps to Describe Undergraduate Students' Mental Model in Microbiology Course. *In: International Seminar of Mathematics, Science and Computer Science Education*, 4., 2018, Indonesia. **Proceedings** [...]. [s. l.]: IOP Publishing, 2018, p. 12-14. Disponível em: [https://ui.adsabs.harvard.edu/link\\_gateway/2018JPhCS1013a2014H/doi:10.1088/1742-6596/1013/1/012014](https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2018JPhCS1013a2014H/doi:10.1088/1742-6596/1013/1/012014). Acesso em: 06 maio 2023.

HUANG, C. *et al.* Evolution of Topics in Education Research: a systematic review using bibliometric analysis. **Educational Review**, [s. l.], v. 72, n. 3, p. 281-297, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00131911.2019.1566212>. Acesso em: 20 out. 2022.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Thesaurus Brasileiro da Educação**. 2020. Disponível em: <http://pergamum.inep.gov.br/pergamumweb/biblioteca/index.php>. Acesso em: 01 fev. 2023.

JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B. Abrindo o Tubo de Ensaio: o que sabemos sobre as pesquisas em divulgação científica e ensino de microbiologia no Brasil. **Journal of Science Communication**, Itália, v. 8, n. 2, p. 1-8, 2009. Disponível em: [https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/Jcom0802\(2009\)A02\\_po.pdf](https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/Jcom0802(2009)A02_po.pdf). Acesso: 24 nov. 2022.

JOSHI, L. T. Using Alternative Teaching and Learning Approaches to Deliver Clinical Microbiology During the COVID-19 Pandemic. **FEMS Microbiology Letters**, Cambridge, v. 368, n. 16, p. 1-5, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/femsle/fnab103>. Acesso em: 14 abr. 2023.

KARADON, H. D.; ŞAHIN, N. Primary School Students' Basic Knowledge, Opinions and Risk Perceptions About Microorganisms. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 4398-4401, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.700>. Acesso em: 18 maio 2023.

KUMAR, S. *et al.* Past, Present, and Future of Sustainable Finance: insights from big data analytics through machine learning of scholarly research. **Annals of Operations Research**, [s. l.], v.1, n 1, p. 1-44, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-021-04410-8#ref-CR53>. Acesso em: 12 dez. 2022.

KUZMENKO, T; RAETZ-VIGON, J.; WILLETTE, D. A. At-Home Yogurt Making to Investigate Microbiology Concepts: a remote biology laboratory. **The American Biology Teacher**, [s. l.], v. 84, n. 5, p. 290-296, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1525/abt.2022.84.5.290>. Acesso em: 30 maio 2023.

LEDOUX, A. F. R. S.; BARBOSA, M. L. O.; SILVA, J. R. F. Metodologias Ativas no Ensino de Ciências e Biologia na Educação de Jovens e Adultos: uma revisão sistemática. **Olhar de Professor**, Ponta Grossa, v. 26, n. 1, p. 1-25, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/OlharProfr.v.26.20644.043>. Acesso em: 16 jun. 2023.

LI, K.; ROLLINS, J.; YAN, E. Web of Science Use in Published Research and Review Papers 1997–2017: a selective, dynamic, cross-domain, content-based analysis. **Scientometrics**, [s. l.], v. 115, n. 1, p. 1-20, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-017-2622-5>. Acesso em: 28 jan. 2023.

MADIGAN, M. T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

MAFRA, P.; LIMA, N.; CARVALHO, G. S. Experimental Activities in Primary School to Learn About Microbes in an Oral Health Education Context. **Journal of Biological Education**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 190-203, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.923485>. Acesso em: 28 maio 2023.

MASIELLO, I.; RAMBERG, R.; LONKA, K. Attitudes to the Application of a Web-Based Learning System in a Microbiology Course. **Computers & Education**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 171-185, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.07.001>. Acesso em: 22 maio 2023.

MELBER, D. J.; TEHERANI, A.; SCHWARTZ, B. S. A Comprehensive Survey of Preclinical Microbiology Curricula Among US Medical Schools. **Clinical Infectious Diseases**, [s. l.], v. 63, n. 2, p. 164-168, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/cid/ciw262>. Acesso em: 16 maio 2023.

MELVILLE, L. *et al.* Building Bacterial Knowledge: games as teaching aides for higher-order thinking skills. *In: European Conference on Games Based Learning, 12.*, France. **Proceedings** [...]. France: Academic Conferences International Limited, 2018, p. 404-413. Disponível em: <https://shura.shu.ac.uk/22447/>. Acesso em: 04 jun. 2023.

MERKEL, S. *et al.* The development of Curricular Guidelines for Introductory Microbiology That Focus on Understanding. **Journal of Microbiology & Biology Education**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 32-38, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/jmbe.v13i1.363>. Acesso em: 01 jun. 2023.

MORAL-MUNOZ, J. A. *et al.* Highly Cited Papers in Microbiology: identification and conceptual analysis. **FEMS microbiology letters**, Cambridge, v. 365, n. 20, p. 230, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/femsle/fny230>. Acesso em: 01 jun. 2023.

MUKHERJEE, D. *et al.* Guidelines for Advancing Theory and Practice Through Bibliometric Research. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 148, n.1, p. 101-115, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.04.042>. Acesso em: 12 dez. 2022.

MURILLO-ZAMORANO, L. R. *et al.* Gamification and Active Learning in Higher Education: is it possible to match digital society, academia and students' interests?. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 1-27, 2021. <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-021-00249-y>. Acesso em: 02 jun. 2023.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K.; PFALLER, M. **Microbiologia Médica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

PARRA, M. R.; COUTINHO, R. X.; PESSANO, E. F. C. Um Breve Olhar Sobre a Cienciometria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o ensino de ciências. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí, v. 34, n. 107, p. 126-141, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2019.107.126-141>. Acesso em: 14 dez. 2022.

PEÑA-FERNÁNDEZ, A.; LOBO-BEDMAR, C.; PEÑA, M. A. Results on a Pedagogic Approach for Tailoring Public Health Interventions to Minimise Opportunistic Infections. *In: International Technology, Education and Development Conference, 13.*, 2019, Valencia. **Proceedings** [...]. Valencia: IATED, 2019a, p. 9151-9154. Disponível em: [10.21125/inted.2019.2273](https://doi.org/10.21125/inted.2019.2273). Acesso em: 08 maio 2023.

PEÑA-FERNÁNDEZ, A.; PEÑA, M. A. Implementation of Environmental Recovery Training Response to Biological Incidents in a Human Health Degree. *In: International Technology, Education and Development Conference, 13.*, 2019, Valencia. **Proceedings** [...]. Valencia: IATED, 2019b, p. 23-28. Disponível em: [10.21125/inted.2019.0012](https://doi.org/10.21125/inted.2019.0012). Acesso em: 08 maio 2023.

PENG, R. Promoting Active Learning of Graduate Student by Deep Reading in

Biochemistry and Microbiology Pharmacy Curriculum. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 305-312, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bmb.21038>. Acesso em: 02 jun. 2023.

PEREIRA, M. L. S.; BARBOSA, M. L. O. Ensino e Educação Especial: análise bibliométrica e metassíntese qualitativa da produção científica indexada na base Web of Science. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 1-32, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1984686X44283>. Acesso em: 16 jun. 2023.

PETTIT, R. K. *et al.* Student Perceptions of Gamified Audience Response System Interactions in Large Group Lectures and via Lecture Capture Technology. **BMC Medical Education**, London, v. 15, n. 1, p. 1-15, 2015. Disponível em: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-015-0373-7>. Acesso em: 26 maio 2023.

PREZENSZKY, B. C.; MELLO, R. R. D. Pesquisa Bibliográfica em Educação: análise de conteúdo em revisões críticas da produção científica em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Paraná, v. 19, n. 63, p. 1569-1595, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/1981-416X.19.063.AO01>. Acesso em: 12 nov. 2022.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo-RS: Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/institucional/editora-feevale/metodologia-do-trabalho-cientifico---2-edicao>. Acesso em: 01 dez. 2022

QIAN, M.; CLARK, K. R. Game-Based Learning and 21st Century Skills: a review of recent research. **Computers in human behavior**, [s. l.], v. 63, n. 1, p. 50-58, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>. Acesso em: 03 jun. 2023.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Version R-4.2.3. Vienna: R Foudation for Statistical Computig, 2023. Disponível em: <https://cran.rstudio.com/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

REDFERN, J.; COBO, M. J.; HERRERA-VIDEIRA, E. Mapping Microbiology With Scientometrics-Help Provide a Clearer Vision of Microbiology Research Around the Globe. **FEMS Microbiology Letters**, Cambridge, v. 365, n. 9, p. 1-2, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/femsle/fny061>. Acesso em: 10 abr. 2023.

RIEDEL, S. *et al.* **Microbiologia Médica de Jawetz, Melnick & Adelberg**. 28. ed. Porto Alegre: AMGH, 2022.

ROBERTS, L. W.; COVERDALE, J. Editorial Decision Making for Academic Medicine, 2021. **Academic Medicine**, [s. l.], v. 96, n. 1, p. 1-4, 2021. Disponível em: [https://journals.lww.com/academicmedicine/Fulltext/2021/01000/Editorial\\_Decision\\_Making\\_for\\_Academic\\_Medicine,.1.aspx](https://journals.lww.com/academicmedicine/Fulltext/2021/01000/Editorial_Decision_Making_for_Academic_Medicine,.1.aspx). Acesso em: 22 abr. 2023.

RODRIGUES, M. F. R. *et al.* O Ensino da Microbiologia por Meio de uma Atividade Experimental de Lactobacilos. **Revista Relações Sociais**, v. 4, n. 1, p. 07001-07013, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18540/revesvl4iss1pp07001-07013>.

Acesso em: 14 dez. 2022.

ROSAS, F. S.; ALMEIDA, C. C.; SILVA, D. D. Indicadores de Citação. *In*: GRÁCIO, M. C. C.; *et al.* (org.). **Tópicos da Bibliometria para Bibliotecas Universitárias**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2020, p. 94-133. Disponível em: <https://doi.org/10.36311/2020.978-65-86546-91-0>. Acesso em: 18 abr. 2023.

RUIZ-GALLARDO, J. R.; PAÑOS, E. Primary School Students' Conceptions About Microorganisms. Influence of Theoretical and Practical Methodologies on Learning. **Research in Science & Technological Education**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 165-184, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1386646>. Acesso em: 28 maio 2023.

SÁNCHEZ-ANGULO, M.; LÓPEZ-GOÑI, I.; CID, V. J. Teaching Microbiology in Times o Plague. **International Microbiology**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 665-670, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10123-021-00179-9>. Acesso em: 14 abr. 2023.

SANCHO, P. *et al.* A Blended Learning Experience for Teaching Microbiology. **American Journal of Pharmaceutical Education**, [s. l.], v. 70, n. 5, p. 1-9, 2006. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1637024/#B18>. Acesso em: 22 maio 2023.

SANTIN, D. M.; VANZ, S. A. S; STUMPF, I. R. C. Internacionalização da Produção Científica Brasileira: políticas, estratégias e medidas de avaliação. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 13, n. 30, p. 81-100, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.21713/2358-2332.2016.v13.923>. Acesso em: 28 abr. 2023.

SARTOR, E. D. B. *et al.* Emergência e Ressurgimento de Doenças Infecciosas: os desafios das fronteiras sanitárias. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 23, n. 3, p. 43-69, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v23i3.86317>. Acesso em: 21 nov. 2022.

SAWANT, A. P. *et al.* Is the Undergraduate Microbiology Curriculum Preparing Students for Careers in their Field?: an assessment of biology majors' conceptions of growth and control of microorganisms. **International Journal of STEM Education**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1-14, 2018. Disponível em: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-018-0138-z>. Acesso em: 29 maio 2023.

SCHAECHTER, M.; KOLTER, R.; BUCKLEY, M.. Microbiology in the 21st Century: where are we and where are we going?. **American Academy of Microbiology**, Washington, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560448/>. Acesso em: 20 maio 2023.

SIMONNEAUX, L. A study of Pupils' Conceptions and Reasoning in Connection with 'Microbes', as a Contribution to Research in Biotechnology Education. **International Journal of Science Education**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 619-644, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/095006900289705>. Acesso em: 18 maio 2023.

SINGH, Y. A Bibliometric Analysis of Microbiology Publications in Sub-Saharan Africa During Years 2000 to 2014. **Jundishapur Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 1-6, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5812/jjm.57088>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SIMARD, C. Microorganism Education: misconceptions and obstacles. **Journal of Biological Education**, [s. l.], v. 57, n. 2, p. 308-316, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909636>. Acesso em: 16 jun. 2023.

SOUTHWICK, F. *et al.* Commentary: IDSA guidelines for improving the teaching of preclinical medical microbiology and infectious diseases. **Academic Medicine**, [s. l.], v. 85, n. 1, p. 19-22, 2010. Disponível em: [https://journals.lww.com/academicmedicine/Fulltext/2010/01000/Commentary\\_IDSA\\_Guidelines\\_for\\_Improving\\_the.12.aspx](https://journals.lww.com/academicmedicine/Fulltext/2010/01000/Commentary_IDSA_Guidelines_for_Improving_the.12.aspx). Acesso em: 24 maio 2023.

STEARNS, J. C.; KAISER, J. C.; SURETTE, M. G. **Microbiologia para Leigos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

STRUWIG, M. C.; BEYLEFELD, A. A.; JOUBERT, G. Learning Medical Microbiology and Infectious Diseases by Means of a Board Game: can it work?. **Innovations in Education and Teaching International**, [s. l.], v. 51, n. 4, p. 389-399, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14703297.2013.774139>. Acesso em: 26 maio 2023.

SWACHA, J. State of Research on Gamification in Education: a bibliometric survey. **Education Sciences**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 69-84, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci11020069>. Acesso em: 17 jun. 2023.

TAUB, M. *et al.* The Agency Effect: the impact of student agency on learning, emotions, and problem-solving behaviors in a game-based learning environment. **Computers & Education**, [s. l.], v. 147, n.1, p. 103781, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131519303318>. Acesso em: 24 abr. 2023.

TEIXEIRA-NETO, P. M M.; MEGID, N. J. Pós-graduação e Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil: um estudo com base em dissertações e teses. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 3, p. 559-578, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000300004>. Acesso em: 10 nov. 2022.

TIMMIS, K. *et al.* The Urgent Need for Microbiology Literacy in Society. **Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 1513-1528, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14611>. Acesso em: 20 maio 2023.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Unesco Thesaurus**. 2023. Disponível em: <https://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/en/>. Acesso em: 01 fev. 2023.

URBIZAGASTEGUI, R. La Bibliometría, Informetría, Cienciometría y Otras “Metrías” en el Brasil. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, Santa Catarina, v. 21, n. 47, p. 51-66, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2016v21n47p51>. Acesso em: 28 nov. 2022.

VALE, R. F.; COELHO, G. T. C. P.; VENUTO, M. L. Os (Multi) Letramentos e a Interdisciplinaridade no Ensino de Microbiologia. **Revista Insignare Scientia**, Santa Catarina, v. 3, n. 5, p. 456-469, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i5.11904>. Acesso em: 06 jan. 2023.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. Por que e para quê Ensinar Ciências para Crianças. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 6, n. 2, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2013000200014>. Acesso em: 16 jun. 2023.

# Documento Digitalizado Público

## TCC da Cássia Hellen dos Santos Pereira

**Assunto:** TCC da Cássia Hellen dos Santos Pereira  
**Assinado por:** Sílvia Fernandes  
**Tipo do Documento:** Trabalho de Conclusão de Curso - TCC  
**Situação:** Finalizado  
**Nível de Acesso:** Público  
**Tipo do Conferência:** Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Sílvia Dias da Costa Fernandes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 26/07/2023 14:00:58.

Este documento foi armazenado no SUAP em 26/07/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

**Código Verificador:** 485186

**Código de Autenticação:** c40305f845

