



DOI: 10.31416/rsdv.v13i2.1120

## **Ensino de Bioquímica e Prática Pedagógica: reflexões acerca das problemáticas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem exploradas em estudos nacionais e estrangeiros (2010-2019)**

*Biochemical Education and Pedagogical Practice: reflections on the problems related to the teaching-learning process explored in national and foreign studies (2010-2019)*

**ANDRÉ, Woldney Damião Silva. Mestre em Ensino de Ciências**

Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco - EREM Ginásio Pernambucano - Aurora. Rua da Aurora, nº 703. - Recife - PE - Brasil. CEP: 50050000/ Telefone: (81) 3181.4778/ E-mail: [woldney.dsandre440@professor.educacao.pe.gov.br](mailto:woldney.dsandre440@professor.educacao.pe.gov.br) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7402-8562>

**CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos. Doutora em Bioquímica**

UFRPE - Sede. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n. - Recife - PE - Brasil. CEP: 52171-900/ Telefone: (81) 3320.6190/ E-mail: [ana.acleao@ufrpe.br](mailto:ana.acleao@ufrpe.br) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8976-2540>

**ANDRADE, Vladimir Lira Vêras Xavier. Doutor em Ensino de Ciências e Matemática e Doutor em Sciences de l'Éducation et la Formation**

UFRPE - Sede. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n - Recife - PE - Brasil. CEP: 52171-900/ / Telefone: (81) 3320-6482/ E-mail: [vladimir.andrade@ufrpe.br](mailto:vladimir.andrade@ufrpe.br) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2679-2187>

### **RESUMO**

Este estudo teve como objetivo analisar e refletir acerca das principais questões relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica, a partir de publicações realizadas entre 2010 e 2019. Adotando uma abordagem mista, combinando técnicas qualitativas e quantitativas para coleta e análise de dados. O desenho metodológico baseou-se em uma revisão integrativa da literatura, organizada em três etapas principais: a) Construção do *corpus* de pesquisa; b) Definição das variáveis, organização e sistematização das informações; c) Análise dos dados utilizando a estatística descritiva (AED) e implicativa (ASI). Os resultados revelaram que tanto as pesquisas nacionais quanto as estrangeiras enfatizaram os descritores "Conteúdo-método" e "Recursos didáticos". As publicações estrangeiras destacaram-se pela abordagem de questões curriculares, enquanto as nacionais focaram nos estudantes. A temática formação de professores foi menos abordada nas pesquisas, recebendo um pouco mais de atenção no contexto nacional. Quanto ao nível de ensino, as pesquisas brasileiras mantiveram um equilíbrio entre educação básica e graduação, enquanto as estrangeiras concentraram-se na graduação. A pós-graduação foi pouco explorada em ambos os contextos, revelando uma lacuna na produção dedicada ao ensino de Bioquímica. Por fim, o estudo identificou convergências e divergências entre os diferentes contextos de pesquisa analisados. Destaca-se a abordagem de aspectos internos do processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica, sugerindo alternativas para superar dificuldades comuns nesse processo. Além disso, apontam-se lacunas na formação de professores e na pesquisa em pós-graduação, o que levanta reflexões sobre a formação de docentes que atuam na graduação, especialmente em cursos de licenciatura, e seu impacto na educação básica.



**Palavras-chave:** Método Misto; Educação bioquímica; Estado da Arte; Revisão integrativa da Literatura; Análise Estatística Implicativa.

## ABSTRACT

This study aimed to analyze and reflect on the main issues related to the teaching-learning process of Biochemistry, based on publications made between 2010 and 2019. Adopting a mixed approach, combining qualitative and quantitative techniques for data collection and analysis. The methodological design was based on an integrative literature review, organized into three main stages: a) Construction of the research corpus; b) Definition of variables, organization and systematization of information; c) Data analysis using descriptive (AED) and Implicit Statistical Analysis (ISA). The results revealed that both national and foreign research emphasized the descriptors “Content-method” and “Teaching resources”. Foreign publications stood out for their approach to curricular issues, while national publications focused on students. The topic of teacher training was less discussed in research, receiving a little more attention in the national context. Regarding the level of education, Brazilian research maintained a balance between Basic Education and Undergraduate Studies, while foreign research focused on Undergraduate Studies. Postgraduate studies were explored little in both contexts, revealing a gap in production dedicated to teaching Biochemistry. Finally, the study identified convergences and divergences between the different research contexts analyzed. The approach to internal aspects of the Biochemistry teaching-learning process stands out, suggesting alternatives to overcome common difficulties in this process. Furthermore, gaps in teacher training and postgraduate research are highlighted, which raises reflections on the training of teachers who work in undergraduate courses, especially in undergraduate courses, and its impact on Basic Education.

**Keywords:** Mixed Method; Biochemical education; State of art; Integrative Literature Review; Implicit Statistical Analysis.

## Introdução

A Bioquímica, enquanto componente curricular, está presente em diferentes níveis de ensino, desde a Educação Básica até a Educação Superior, abrangendo cursos de graduação e pós-graduação. Na Educação Básica, os conceitos bioquímicos podem ser visualizados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), conforme identificado no estudo conduzido por Sá (2007), e, mais recentemente, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), inseridos nas três unidades temáticas que norteiam as competências de Ciências da Natureza na Educação Básica: “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”.

Além do currículo e dos documentos que orientam sua construção, os conceitos bioquímicos estão presentes em diversos contextos cotidianos, como a alimentação, a fotossíntese, o gasto de energia, entre outros, que abrangem distintos níveis de realidade, desde o subatômico, passando pelos níveis molecular e microscópico, até o nível macroscópico, mais acessível ao entendimento dos estudantes (Sá *et al.*, 2010). Apesar de inseridos na educação formal e no cotidiano dos estudantes, a literatura dedicada a investigar o ensino de Bioquímica frequentemente relata que estudantes consideram essa disciplina de difícil compreensão, tornando-se uma barreira na formação escolar e acadêmica (André *et al.*, 2017). Isso tem motivado o surgimento de estudos que buscam entender melhor os fatores envolvidos nesse processo de ensino-aprendizagem.

O primeiro registro de trabalho apresentado em um evento científico associado ao ensino de Bioquímica remete a 1979, em um encontro promovido pela



Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq), com a problemática da organização curricular de cursos da área de saúde (Loguercio, Del-pino, Souza, 2003). No entanto, apesar da primeira investigação relacionada ao ensino de Bioquímica surgir no final da década de 1970, pesquisas abordando essas temáticas só reapareceriam nas reuniões da SBBq a partir dos anos 1990.

Embora a década de 1980 não tenha sido um período de publicações expressivas no ensino brasileiro de Bioquímica, houve ações em diferentes locais, envolvendo docentes universitários, estudantes de graduação e pós-graduação, que contribuíram para o desenvolvimento das pesquisas e discussões sobre a temática (Loguercio; Souza; Del-Pino, 2007). Entre essas ações, destacam-se as desenvolvidas pelos departamentos de Bioquímica/UFRGS e de Bioquímica Médica/UFRJ, que contribuíram de forma significativa para uma nova visão no ensino de Bioquímica, levantando temáticas que se tornaram foco de discussões nas reuniões anuais da SBBq (Loguercio; Souza; Del-Pino, 2007; Silva, 2015).

Durante a década de 1990, os estudos sobre a didática dos conteúdos bioquímicos continuaram crescendo nos encontros promovidos pela SBBq (Pereira; Gonçalves; Hornink, 2020). Essa expansão no número de trabalhos apresentados estimulou a sociedade científica a criar, em 2001, a Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, um novo espaço para a divulgação de artigos sobre a temática, que passou a se chamar Revista em Ensino de Bioquímica em 2012.

Em uma perspectiva mais atual, é possível apontar um crescimento na produção científica dedicada ao ensino de Bioquímica divulgada no periódico da SBBq (REB), desde sua criação em 2001 até 2017 (Nascimento; Oliveira; Bianconi, 2021). Por outro lado, o número de resumos apresentados nas reuniões nacionais da sociedade vem diminuindo desde o início da última década (Loguercio; Souza; Del-Pino, 2007; Ferreira; Gonçalves, 2017; Pereira; Gonçalves; Hornink, 2020).

Pesquisas que se dedicam a analisar a literatura já sistematizada, como as apresentadas acima, contribuem para o melhor entendimento do conhecimento que vem sendo produzido ao longo do tempo sobre determinada temática (Mendes; Silveira; Galvão, 2008). No entanto, apesar do mapeamento realizado nos resumos exibidos nas reuniões da SBBq e nos artigos publicados pela REB, ainda existem algumas lacunas a serem examinadas, especialmente em trabalhos publicados em outros periódicos científicos.

Diante do exposto, percebemos a necessidade de aprofundar o entendimento sobre os estudos já conduzidos no campo do ensino de Bioquímica, ampliando as bases de coleta dos artigos produzidos e estabelecendo conexões entre as questões discutidas. Com isso, formulamos duas perguntas norteadoras para a pesquisa:

- 1- Quais são as principais questões relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica, conforme apontado em estudos nacionais e estrangeiros publicados entre 2010 e 2019?
- 2- Quais reflexões podem ser feitas sobre as práticas pedagógicas descritas nesses artigos?

Considerando que os trabalhos publicados em periódicos abordam discussões sobre o processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica, propomos analisar as principais questões relacionadas a esse processo, levantadas pelos estudos nacionais e estrangeiros, destacando reflexões sobre as práticas pedagógicas descritas nos artigos.

Para contribuir com as reflexões emergentes, buscou-se na Análise Estatística Implicativa (ASI) o aporte teórico-metodológico para estabelecer relações entre as variáveis advindas das questões trazidas pelas pesquisas, permitindo observar



relações entre as variáveis e explicar os fenômenos que estão associados a esses dados (Régnier; Andrade, 2023). De acordo com Cavalcante, Andrade e Pacheco (2024), ao longo de mais de 40 anos de estudos, a ASI tem demonstrado um importante quadro teórico analítico para as pesquisas em diferentes áreas como a Didática da Matemática, a Psicologia, a Biologia, a Educação etc.

### **Dificuldades no processo de ensino-aprendizagem da Bioquímica**

Apesar de inseridos na rotina dos estudantes, muitos relatam terem dificuldades em compreender os conteúdos relacionados aos fenômenos da Bioquímica no decorrer das aulas (André *et al*, 2017; Sá, 2007). Southard *et al.* (2016) afirmam que o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Bioquímica envolvem uma série de desafios, que vão desde o vocabulário ao alto nível de abstração necessário para a compreensão conceitual. Jofili, Sá e Carneiro-Leão (2010) também observaram a dificuldade que os discentes apresentam nas questões que envolvem abstrações, não conseguindo estabelecer relações entre o universo microscópico e as funções orgânicas macroscópicas.

Schoenmaker (2009) já relata duas outras questões: o caráter interdisciplinar e a complexidade dos conteúdos, visto que os eventos bioquímicos tratam de fenômenos micro e macromoleculares difíceis de serem abstraídos e compreendidos, o que dificulta a mediação simbólica na construção deles.

Sá (2007) buscando traçar um perfil da evolução do conceito de respiração entre estudantes de diferentes modalidades de ensino (estudantes do ensino fundamental e médio, licenciados em Biologia e mestrando em Bioquímica), identifica algumas dificuldades de aprendizagem envolvendo esse conceito. Dentre eles, destacamos as dificuldades que emergem da interação entre a Biologia e a Química, inatos à natureza dos conceitos: a abstração, correspondendo às estruturas celulares, moleculares e atômicos, bem como os conceitos que remetem a processos metabólicos - a exemplo, o Ciclo do Ácido Cítrico; e a verticalização, relacionada à dificuldade de transitar e traçar relações entre conceitos presentes nos universos micro e macroscópicos.

Além desses dois desafios, Sá (2007) também aponta as dificuldades que emergem da prática docente em sala de aula, sendo elas: a fragmentação e a descontextualização dos conteúdos, resultantes de um ensino linear, fortemente apoiado na simplificação dos fenômenos, na mera memorização e repetição de conceitos, características valorizadas no ensino tradicional (Carneiro-Leão, Mayer, Nogueira, 2009). Esse tipo de ensino, ainda presente na educação básica e na educação superior, é a principal motivação para as pesquisas dedicadas a investigarem o processo ensino-aprendizagem de Bioquímica.

### **A pesquisa dedicada ao ensino de Bioquímica: um olhar através dos estados da arte já realizados.**

Para melhor descrever esse campo de pesquisa científico, durante a dissertação de mestrado do primeiro autor, foi realizado um levantamento da literatura focando em estudos anteriores sobre o ensino de Bioquímica - Uma pesquisa nas principais bases de indexação de periódicos nacionais e internacionais (Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES e SciELO) encontrando 6 publicações relevantes (André, 2022).



As primeiras pesquisas foram a de Loguercio, Souza e Del-Pino (2007); Ferreira e Gonçalves (2017) e Pereira, Gonçalves e Hornink (2020) que juntos analisaram os resumos apresentados nas Reuniões Anuais da SBBq de 1979 a 2019, totalizando 416 resumos sobre ensino de Bioquímica. Observou-se um crescimento significativo após 1999 até o ano de 2001, mantendo-se em equilíbrio até 2010 e declínios consecutivos até 2019. A única exceção foi no ano de 2015, quando ocorreu o 23º Congresso Internacional da IUBMB, realizado junto ao 44º encontro anual da SBBq (Ferreira; Gonçalves, 2017).

Além do número de publicações, as pesquisas de Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) e Ferreira e Gonçalves (2017) analisaram também as temáticas presentes nos resumos apresentados nas reuniões da SBBq, utilizando as mesmas categorias de análise. Enquanto Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) examinaram resumos de 1979 a 2005, focando apenas na temática principal de cada resumo, Ferreira e Gonçalves (2017) analisaram resumos de 2006 a 2016, permitindo a classificação em mais de uma categoria temática.

Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) identificaram uma predominância de temas relacionados à investigação de métodos e técnicas de ensino, com 16,3% dos resumos focados nessa área, indicando que de 1990 a 2005 a principal temática investigada foi a proposta de metodologias para o ensino de conteúdos bioquímicos. Já Ferreira e Gonçalves (2017) encontraram que as temáticas mais presentes nos resumos de 2006 a 2016 envolviam atividades experimentais, manuseio de equipamentos e modelos de avaliação, representando 65,3% dos resumos. Enquanto as metodologias de ensino estiveram presentes em 57% dos trabalhos analisados.

Os estudos sugerem não apenas uma possível inversão da predominância dos temas discutidos nas reuniões da SBBq, mas também um aumento significativo no número de resumos que investigaram metodologias de ensino de Bioquímica. Ambos os estudos apontam que temas como técnicas em laboratório, metodologias de ensino, recursos didáticos e concepções dos estudantes são discutidos desde os primeiros trabalhos dedicados ao ensino da Bioquímica.

Por sua vez, na análise bibliométrica dos artigos na Revista de Ensino de Bioquímica (REB) conduzida por Nascimento, Oliveira e Bianconi (2021), foram encontrados 116 trabalhos publicados entre 2001 e 2017 com um aumento significativo de publicações a partir de 2014, incluindo um número especial em 2017 dedicado ao Prêmio Nacional de Bioquímica e Educação em Biologia Molecular, em homenagem ao professor Bayardo Baptista Torres. O aumento significativo do número de trabalhos a partir de 2014 foi resultado de mudanças na revista que passou a publicar dois números anuais destinados a artigos, além de um número dedicado aos resumos das reuniões anuais da sociedade.

Diferentemente dos estudos anteriores, Gomes e Messeder (2013) e Silveira e Rocha (2016) expandiram suas análises para outros periódicos. Gomes e Messeder (2013) examinaram 8 periódicos entre 2008 e 2012, destacando a REB como a revista com mais artigos, seguida pela Química Nova na Escola (QNE). Silveira e Rocha (2016) conduziram uma revisão sistemática em várias bases de indexação entre 2004 e 2015, explorando 40 publicações sobre estratégias de ensino em Bioquímica no ensino superior, destacando atividades experimentais, recursos didáticos, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Tendo como base os estudos explorados, visualiza-se a necessidade de mais pesquisas sobre a produção associada ao ensino de bioquímica, explorando outros periódicos que difundem trabalhos acerca do ensino de ciências. Ao mesmo tempo,



é necessário buscar identificar tendências nas problemáticas investigadas, os contextos de intervenção e os locais de origem dessas publicações. Contribuindo, dessa forma, para a caracterização das pesquisas desenvolvidas pela comunidade científica e do tema explorado.

## Material e métodos

Este trabalho se apoia no método de pesquisa mista que se propõe a unir duas abordagens: o método qualitativo e o quantitativo. Ao entender as potencialidades e limitações de cada um, busca-se explorar as vantagens da integração dos dois métodos, tirando o melhor de cada um para responder a uma questão específica (Paranhos *et al.*, 2016). Carneiro-Leão *et al.* (2024) defendem que a utilização de técnicas e instrumentos qualitativos associados aos quantitativos pode proporcionar uma diversidade metodológica significativa, favorecendo a compreensão dos problemas de pesquisa no ensino, como os processos de aprendizagem.

Dessa forma, conforme proposto nos estudos de Creswell e Plano Clark (Creswell, 2010; Creswell, Plano Clark, 2011), a pesquisa mista que guiou este estudo foi a Transformativa Sequencial (QUAL → quan). Nela, a investigação inicial é conduzida predominantemente de forma qualitativa (QUAL), sendo os dados coletados de maneira sequencial (→) e integrados por meio da incorporação de análises quantitativas secundárias (quan), que dão suporte às informações qualitativas.

O método qualitativo que orientou esta investigação foi um estudo bibliográfico através da Revisão Integrativa da Literatura (RIL). Fonseca (2002) descreve a pesquisa bibliográfica como sendo o estudo feito a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e avaliadas por seus pares. Roman e Friedlander (1998) explicam que a RIL tem a finalidade de reunir e sintetizar informações de pesquisas sobre determinada temática ou questão, em um processo ordenado, aumentando o conhecimento acerca da temática estudada. Mendes, Silveira e Galvão (2008) apontam as etapas presentes em uma RIL, conforme a Figura 1.

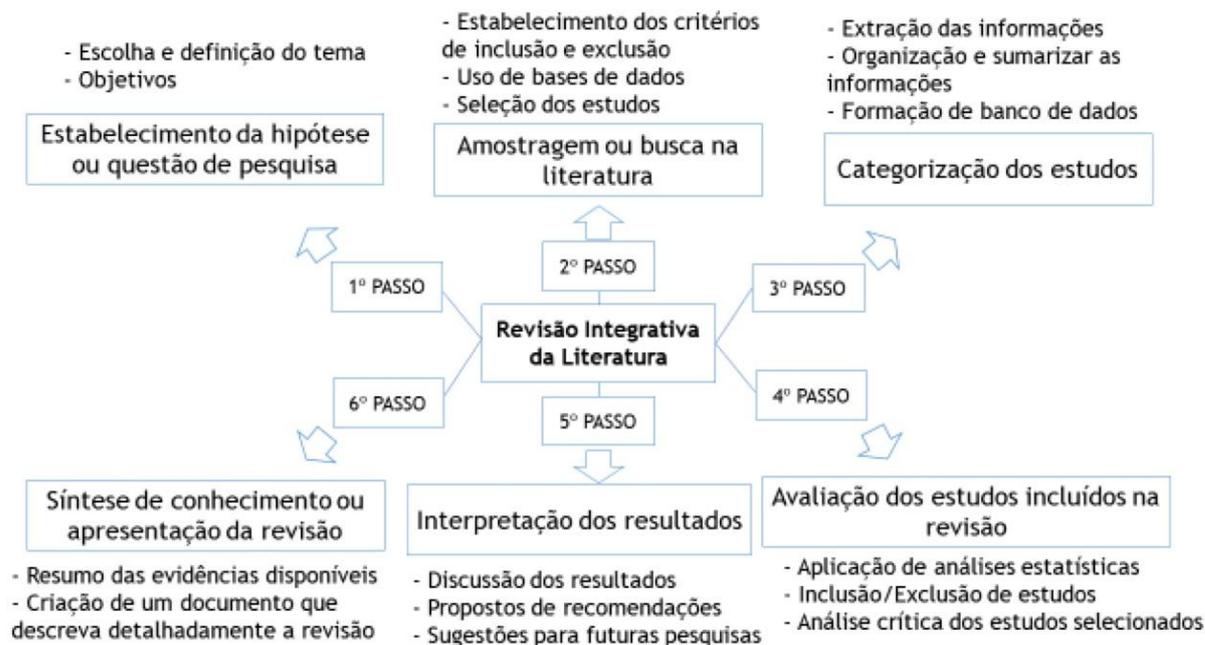
Nesse método de revisão, através dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, da coleta e da análise dos dados obtidos, é possível analisar os conhecimentos produzidos sobre determinado assunto, apontando os caminhos previamente explorados, os resultados já obtidos e identificar lacunas que precisam ser preenchidas com a realização de novos estudos (Marques; Mazzarino, 2021).

Fazendo algumas adaptações, mas também seguindo a literatura consultada, organizamos o desenho metodológico deste estudo nas seguintes etapas: (a) Escolha dos periódicos e seleção dos artigos para construção do *corpus* de pesquisa; (b) Construção das variáveis e extração dos dados; (c) Análise dos dados e construção dos resultados. No Quadro 1 é possível visualizar as assimetrias entre as etapas da RIL, conforme Mendes, Silveira e Galvão (2008), e as etapas do nosso desenho metodológico.

**Figura 1** - Etapas de uma revisão integrativa da literatura apontada por Mendes, Silveira e Galvão (2008).



ANDRÉ, W. D. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ANDRADE, V. L. V. X. Ensino de Bioquímica e Prática Pedagógica: reflexões acerca das problemáticas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem exploradas em estudos nacionais e estrangeiros (2010-2019). *Revista Semiárido De Visu*, v. 13, n. 2, p. 90 - 113, abr. 2025. ISSN 2237-1966.



Fonte: Adaptado de Mendes, Silveira e Galvão (2008).

**Quadro 1 - Simetrias entre as etapas da RIL e do desenho metodológico desta pesquisa**

Etapas da RIL Mendes, Silveira e Galvão (2008)	Desenho Metodológico da pesquisa
Etapa 1: Estabelecimento da hipótese ou questão de pesquisa;	Tema: Ensino de Bioquímica Perguntas: Quais são as principais problemáticas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica, conforme apontado em estudos nacionais e estrangeiros publicados entre 2010 e 2019 e que reflexões podem ser feitas acerca das práticas pedagógicas refletidas nesses artigos?
Etapa 2: Amostragem ou busca na literatura; Etapa 3: Categorização dos estudos; Etapa 4: Avaliação dos estudos incluídos na revisão;	(a) Escolha dos periódicos e seleção dos artigos para a construção do corpus de pesquisa. - Seleção amostral das revistas a partir dos critérios de inclusão e exclusão definidos; - Avaliação e seleção dos artigos a partir dos critérios de inclusão e exclusão definidos;
Etapa 3: Categorização dos estudos; Etapa 4: Avaliação dos estudos incluídos na revisão;	(b) Construção das variáveis e extração dos dados. - Definição das variáveis estudadas; - Leitura, análise documental e extração dos dados;
Etapa 4: Avaliação dos estudos incluídos na revisão; Etapa 5: Interpretação dos resultados;	(c) Análise dos dados e construção dos resultados - Utilização das análises descritivas e implicativas; - Interpretação, discussão e reflexões acerca dos resultados;
Etapa 6: Síntese de conhecimento ou apresentação da revisão.	Construção do artigo para divulgação da RIL realizada.

Fonte: Autoria dos pesquisadores

a) Escolha dos periódicos e seleção dos artigos para construção do *corpus* de pesquisa.

O recorte amostral em nosso estudo foi composto por oito periódicos, quatro nacionais e quatro estrangeiros, selecionados a partir de critérios que permitissem definir periódicos relevantes para a pesquisa, conforme descritos abaixo:

- Estarem enquadrados na área de Ensino;



- Apresentarem publicações voltadas ao ensino de Biologia, Química, Biologia Molecular e Bioquímica;
- Estarem classificados no Sistema Qualis Periódico da CAPES na área de Ensino, no que tange o Quadriênio 2017-2020 (A1, mais elevado; A2; A3; A4; B1; B2; B3; B4; C - peso zero) preferencialmente nos estratos de qualidade A1 e A2 - conforme estabelecido pelos autores.
- Exibirem ações que promovam a internacionalização do periódico - critério obrigatório para as revistas estrangeiras;
- Apresentarem a revisão por pares para seleção dos artigos publicados.

Tendo como sabe os critérios definidos, foram selecionados os periódicos: REB - Revista de Ensino de Bioquímica (<https://www.bioquimica.org.br/index.php/REB>); QNEsc - Química Nova na Escola ([http://qnesc.s bq.org.br/index\\_site.php](http://qnesc.s bq.org.br/index_site.php)); REnBio - Revista de Ensino de Biologia (<https://renbio.org.br/index.php/sbenbio>); C&E - Revista Ciência & Educação (<https://www.fc.unesp.br/#!/ciedu>); BAMBED - Biochemistry and Molecular Biology Education (<https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/journal/15393429>); EQ - Educación Química (<http://www.revistas.unam.mx/index.php/req>); JBE - Journal of Biological Education (<https://www.tandfonline.com/toc/rjbe20/current>); EC - Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas (<https://ensciencias.uab.es/index>). No Quadro 2 são apresentadas as revistas científicas selecionadas conforme os critérios de inclusão e exclusão definidos.

**Quadro 2** - Periódicos nacionais e estrangeiros alvos da pesquisa.

Critérios de inclusão e exclusão	Periódicos estrangeiros				Periódicos nacionais			
	BAMBED	EQ	JBE	EC	REB	QNEsc	REnBio	C&E
Enquadrado na área de Ensino	X	X	X	X	X	X	X	X
Apresenta publicações voltado ao ensino de Química, Biologia, Biologia Molecular e Bioquímica	X	X	X	X	X	X	X	X
Classificado no Sistema Qualis Periódico	B2	A1	A2	A1	B4	A2	A1	A1
Apresenta ações que promovem sua circulação internacional	X	X	X	X	X	X	X	X
Possui revisão por pares	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Autoria dos pesquisadores.

Como visualizado acima, todos os jornais científicos mantiveram-se nos critérios definidos. Utilizou-se a classificação do Sistema Qualis Periódico como referencial da qualidade dos trabalhos a partir dos veículos de divulgação, conforme avaliado pela CAPES. As revistas BAMBED e REB apresentaram classificações B2 e B4, respectivamente. Apesar de não estarem no estrato mais elevado A, as revistas foram incluídas neste estudo, pois são promovidas por sociedades científicas focadas em pesquisas em Bioquímica e Biologia Molecular: a *International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB)* e a Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq).

Dando continuidade, para seleção dos artigos, fez-se necessário a criação de categorias que permitissem enquadrar os trabalhos publicados como sendo pertencentes ou não ao ensino de Bioquímica. Sendo assim, foram definidos descritores, tendo como base os segmentos estudados pelos bioquímicos e a temática da Área 46 - ensino de determinado conceitos, a saber:



- Eixo I - Estrutura, propriedades e função das biomoléculas: artigos que discutem o ensino das estruturas químicas dos componentes da matéria viva e da sua relação com a função biológica.
- Eixo II - Metabolismo das biomoléculas: investigações que têm como foco o ensino dos sistemas multienzimáticos (vias metabólicas) que compõem o metabolismo celular, bem como os agentes envolvidos nesse processo.
- Eixo III - Biologia da informação: trabalhos que abordam o ensino dos processos químicos e das substâncias que armazenam e transmitem a informação biológica.
- Eixo IV - Métodos e técnicas de ensino: pesquisas que discutem o ensino de Bioquímica em uma visão ampla, sem trazer para a discussão um conceito específico que poderia ser enquadrado em um dos eixos anteriores.

Para o enquadramento dos artigos nas categorias propostas, foi realizada a leitura do título, do resumo e das palavras-chave de cada estudo, e quando necessário, foi verificado o texto por inteiro. No Quadro 3, são descritos os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos.

**Quadro 3** - Critérios de inclusão e exclusão de artigos para composição do *corpus* de pesquisa.

<b>Critérios de inclusão e exclusão</b>
Ter sido enquadrado em pelo menos um dos eixos temáticos indicadores;
Ter sido publicado entre janeiro de 2010 a dezembro de 2019;
Ter os elementos básicos que constituem um artigo científico completo contendo introdução, aporte teórico, metodologia, resultados e conclusões; ou um trabalho de revisão de literatura sobre o determinado tema inserido em um dos eixos temáticos indicadores;

Fonte: A autoria dos pesquisadores.

Ressalta-se que a definição dos critérios de inclusão e exclusão foi realizada a partir da experiência dos autores durante a busca dos artigos, sendo os volumes dos periódicos revisitados todas as vezes que se julgou necessário.

b) Construção das variáveis e extração dos dados.

No presente artigo, buscou-se focar nas tendências relacionadas às questões investigadas pelos autores e os sujeitos participantes, bem como o local em que essas pesquisas foram conduzidas. Para tal, realizou-se uma análise documental, categorizando os textos nos descritores referentes ao “Foco temático”, “Objetos de Pesquisa”, “Nível de Ensino” e a “Origem dos estudos”. De acordo com Megid Neto e Teixeira (2006), o foco temático é o principal indicador para um estudo de tendências, permitindo ao pesquisador refletir sobre as problemáticas averiguadas pelas comunidades científicas ao longo do tempo. A seguir são descritas as variáveis definidas.

- Foco temático: Correspondem às principais problemáticas exploradas nas averiguações da área de Ensino de Ciências, com questões relacionadas aos elementos mais intrínsecos do processo de ensino-aprendizagem aos elementos mais externos: categorias elaboradas por Megid Neto (1999) em parceria com o Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC).
- Objetos de pesquisa: Para cada foco temático descrito por Megid Neto, existem vários objetos de pesquisa possíveis de serem sondados, de modo que as questões investigadas por cada um dos indicadores também foram computadas.
- Níveis de ensino: Condizem com os níveis de ensino em que as pesquisas foram desenvolvidas, divididos em educação básica, graduação e pós-graduação. As pesquisas estrangeiras também foram classificadas nessas três categorias,



respeitando a organização educacional dos respectivos sistemas de ensino, conforme indicado nos artigos, na literatura consultada e em fontes governamentais. No Quadro 4 exibimos uma comparação entre os diferentes níveis de ensino presentes nos países do exterior com a organização da educação brasileira encontrados em algumas literaturas consultadas.

- Local de origem: Essa variável diz respeito aos lugares onde os estudos foram conduzidos, sendo separado em dois cenários: o nacional e o estrangeiro.

**Quadro 4 -** Simetrias entre a organização da educação no Brasil e em outros países.

Estrutura dos Sistemas Educacionais				
Brasil	EUA, Austrália, Canadá e ilhas do Caribe	Países da Europa Classificação Internacional Tipo da Educação	Países Africanos de Língua Oficial portuguesa (PALOP)	Países Asiáticos (China, Japão e Cingapura)
Educação Básica	<i>Elementary ou Primary School; Middle School ou Junior High; High School ou Senior High School;</i>	CITE 1: Ensino Primário; CITE 2: Ensino secundário inferior; CITE 3: Ensino secundário superior; CITE 4: Ensino pós-secundário não superior;	Ensino Primário Ensino Secundário	Escola Secundaria Baixa ou Primária; Escola Secundaria Alta ou Escola Sênio Secundaria;
Educação Superior	<i>Undergraduate</i>	CITE 5: Ensino superior de curta duração («ciclo curto»); CITE 6: Licenciatura ( <i>Licence</i> ) ou nível equivalente;	Graduação	Graduação
	<i>Graduate ou postgraduate</i>	CITE 7: Mestrado ( <i>Master</i> ) ou Doutorado ( <i>Doctorat</i> )	Mestrado ou Doutorado	Mestrado ou Doutorado

Fonte: Adaptação a partir dos trabalhos de Comissão Europeia/EACEA/Eurydice (2019), Andrade e Régnier (2022), Mhlaba (2007), Cassinela (2016), Costa (2018) e Mendez (2017).

Para a extração dessas informações foi realizada a leitura de cada documento. Em relação a tabulação e organização dos dados, foram utilizadas as planilhas oferecidas pelo *software* Microsoft Office Excel ®.

#### c) Análise dos dados e construção dos resultados.

Para a integração com os métodos qualitativos realizados nas etapas anteriores, utilizou-se a análise estatística descritiva (AED) e a análise estatística implicativa (ASI). De acordo com Reis e Reis (2002), a AED é uma ferramenta inicial de verificação dos dados, sendo possível a partir dela organizar, resumir e descrever aspectos importantes de cada uma das variáveis examinadas ou comparar tais características entre dois ou mais conjuntos.

Por sua vez, a ASI se constitui um quadro teórico com aplicabilidade nas pesquisas qualitativas, baseadas no conceito de quase-implicação utilizado em análises de dados multidimensionais na qual são agrupadas informações em diferentes categorias, permitindo organizar, visualizar, construir modelos e explicar fenômenos associados a elas (Cavalcante; Andrade; Régnier, 2016; Régnier; Andrade, 2023).

Para facilitar a aplicação da teoria foi desenvolvido o *software* CHIC (Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva) (Gras, 2023). A partir da ASI/CHIC



é possível estudar as relações simétricas e assimétricas envolvendo um sujeito e outras variáveis, denominado de Grafo Implicativo, delimitando, dessa maneira, a causalidade (Régnier; Andrade, 2023).

Na análise deste artigo foram identificadas as relações com índices de quase-implicação e de coesão acima de 0,70, tendo em vista que esse valor proporciona uma visão mais panorâmica das relações entre as variáveis, mantendo um grau de confiabilidade estatística. No Quadro 5 são exibidos as variáveis e os códigos empregados na análise implicativa usando o *software* CHIC.

**Quadro 5** - Variáveis e códigos referentes às categorias “Focos temáticos”, “Níveis de Ensino” e “Local de origem”.

Descritor	Variáveis	Códigos
Foco temático	Currículo e programa	F_Cur
	Conteúdo-método	F_Cont
	Recurso didático	F_Rec
	Características do professor	F_CProf
	Características do aluno	F_CAlun
	Formação de conceitos	F_ForC
	Formação de professores	F_ForP
	Políticas públicas	F_Pol
	Organização da instituição escolar	F_OEsc
	Organização da instituição não escolar	F_ONEsc
	Filosofia da ciência	F_Fil
	História da ciência	F_Hist
	História do ensino de ciências*	-
Outro foco	F_Out	
Nível de Ensino	Educação Básica	EdBas
	Graduação	EdGrad
	Pós-Graduação	EdPosG
Local de origem	Nacional	Art_Nac
	Estrangeiro	Art_Est

Fonte: Autoria dos pesquisadores. Notas:\*A problemática não foi encontrada em nenhum dos trabalhos verificados e, portanto, não foi analisada usando o *software* CHIC.

Nos parâmetros de configuração do *software* CHIC v. 7.0 foram utilizados as opções “Nós significativos”, “Cálculo longo” e “Lei de Poisson”, conforme as orientações descritas nos trabalhos de Couturier, Bodin e Gras (2003) e Gras e Almouloud (2002).

## Resultados e discussão

A partir da seleção dos artigos utilizando os critérios de inclusão e exclusão, chegou-se a um total de 518 publicações, sendo 224 estudos conduzidos nacionalmente e 291 produzidos no exterior, além de 3 pesquisas fruto da parceria entre o Brasil e outros países localizados na Europa e na Oceania. Sendo assim, o *corpus* analisado foi composto por 56,2% de trabalhos estrangeiros, 43,2% de textos nacionais e 0,6% de investigações mistas, realizadas por instituições dentro e fora do Brasil.

Após a análise categórica dos dados, obteve-se a Tabela 1 que apresenta os resultados percentuais das problemáticas investigadas tanto na produção científica brasileira quanto na estrangeira dedicada ao ensino de Bioquímica, publicada entre os anos de 2010 e 2019.

**Tabela 1 - Distribuição dos focos temáticos nos artigos analisados (2010-2019)**

Foco temático	Artigos nacionais		Artigos estrangeiros	
	N	%	N	%
Currículos e programas	18	7,9	45	15,3
Conteúdo-método	72	31,7	108	36,7
Recursos didáticos	76	33,5	85	28,9
Características do professor	6	2,6	8	2,7
Características do aluno	21	9,2	23	7,8
Formação de conceitos	4	1,8	1	0,3
Formação de professores	12	5,3	5	1,7
Políticas públicas	0	0	1	0,3
Organização da instituição escolar	0	0	1	0,3
Organização da instituição não escolar	4	1,8	0	0
Filosofia da ciência	2	0,9	0	0
História da ciência	5	2,2	16	5,4
História do Ensino de Ciências	0	0	0	0
Outros	7	3,1	1	0,3
<b>Total</b>	<b>227</b>	<b>100</b>	<b>294</b>	<b>99,7</b>

Fonte: Autoria dos pesquisadores.

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, em que um foco temático investigado pôde apresentar mais de uma nacionalidade.

Entre os principais focos temáticos alvo das pesquisas estiveram as problemáticas que investigam a relação conteúdo-método e o uso de recursos didáticos no ensino de Bioquímica. Nas publicações de origem brasileira, apesar dos percentuais próximos, o foco nos materiais didáticos se manteve mais presente, ao contrário do cenário estrangeiro, na qual as metodologias de ensino tiveram um maior destaque.

Outra divergência visualizada nesses estudos é em relação ao objeto de pesquisa analisado nesses focos temáticos. Enquanto nos textos nacionais houve uma ênfase nos recursos educacionais como os jogos didáticos e em modelos físicos, presentes em 36,8% e 18,4% respectivamente. As produções de fora do país concentraram-se, principalmente, no uso de *softwares* de visualização, simulação e animação em 3D, inseridos em 40% das investigações, seguido dos modelos didáticos físicos de visualização discutidos em 12,9% dos artigos.

As informações acima nos permitem fazermos duas observações. A primeira é que a produção nacional, no período analisado, ainda se mostrou tímida nos estudos voltados ao uso de modelos digitais no ensino de Bioquímica, dificuldade realçada devido à falta de aparatos tecnológicos nas instituições de ensino brasileiras, principalmente na educação básica. Sendo necessário o incentivo desses estudos, como afirma Teixeira e Santos (2010), é essencial a dedicação das comunidades científicas em pesquisar os aspectos relacionados ao desenvolvimento e ao uso de recursos didáticos, principalmente, durante as aulas das disciplinas ligadas às Ciências da Natureza.

Já a segunda observação está relacionada ao uso desses modelos físicos ou digitais durante as aulas, bastante investigados tanto no exterior quanto no Brasil, tendo em vista a gama de estruturas submicroscópicas, conteúdos abstratos e representativos da Bioquímica. Vários autores como Sá (2007), Schoenmaker (2009), Jofili, Sá e Carneiro-Leão (2010) e Southard *et al.* (2016) apontam a abstração como uma das principais dificuldades do processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos bioquímicos, presentes nas estruturas moleculares e submicroscópicas, ou nos



conceitos que remetem a processos metabólicos, a exemplo, o Ciclo dos Ácidos Tricarboxílicos (Ciclo de Krebs).

No que diz respeito ao foco temático conteúdo-método, tem-se uma convergência entre os objetos de pesquisa investigados nos artigos desenvolvidos em nosso país e nos países estrangeiros. O ensino utilizando a experimentação esteve presente em 41,7% nas publicações brasileiras e em 45,5% dos estudos conduzidos no exterior. Esses dados confirmam não só uma disposição nacional, mas sim uma propensão internacional, em examinar o ensino dos conceitos bioquímicos a partir de métodos experimentais, reforçando mais uma vez a natureza investigativa da Bioquímica, advinda dos químicos (Slater, 2005).

Além da experimentação, as pesquisas nacionais ainda contaram com estudos voltados ao uso de sequências didáticas, inseridas em 21,1%, dos estudos. Por outro lado, no contexto fora do Brasil, o ensino utilizando a investigação (11,1%) e a abordagem envolvendo casos (8,3%) também se fizeram presentes. Silva (2011) explica que apesar das diferenças entre as metodologias de ensino, todas compartilham de um mesmo desafio: minimizar o ensino tradicional, meramente memorístico, passivo e ineficaz, que há muito tempo habita o contexto da sala de aula.

Sá (2007) aponta que além das dificuldades de aprendizagem voltadas aos conceitos abstratos e às relações entre os vários níveis de organização biológica, que são obstáculos relacionados à natureza dos conceitos bioquímicos, também existem outros impasses que decorrem da prática docente em sala de aula durante o processo de ensino-aprendizagem. Essas dificuldades correspondem a fragmentação e a descontextualização dos conteúdos, resultado de um ensino linear, apoiado fortemente na simplificação dos fenômenos, na mera memorização e na repetição de conceitos.

A temática dedicada a explorar as metodologias de ensino é algo marcante nos estudos sobre o ensino de Bioquímica, como apontado nos resultados de Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) e Ferreira e Gonçalves (2017), que apesar de não utilizarem os descritores de Megid Neto, identificaram as metodologias de ensino como principal temática nos resumos publicados pela SBBq nas reuniões anuais de 1990 a 2016.

O artigo publicado por Nascimento, Oliveira e Bianconi (2021) também exhibe as questões que envolvem a relação conteúdo-método e o uso de recursos didáticos. De acordo com os autores, as categorias mais presentes entre os trabalhos publicados na REB entre os anos de 2001 e 2017 foram estudos que discutiam tanto o uso de metodologias alternativas quanto de recursos didáticos para melhorar o ensino dos conteúdos bioquímicos.

Dando continuidade às discussões referentes aos focos temáticos, tem-se a presença dos descritores "currículo e programa" e "características do aluno". No entanto, ocorre uma inversão: enquanto nos textos nacionais existe um foco maior nas questões que envolvem a categoria "características do aluno", seguido do "currículo e programa", nos estudos estrangeiros a ênfase é maior nas problemáticas inseridas no currículo e, em seguida, no aluno.

Apesar dessa pequena divergência, os objetos de pesquisa analisados nos dois focos temáticos foram semelhantes em ambos os cenários. Em relação à categoria "características do aluno", a temática do levantamento de conhecimentos prévios ou alternativos de conceitos, temas ou fenômenos estudados pela Bioquímica foi a mais discutida tanto dentro quanto fora do Brasil, com percentuais de 76,2% e 78,3%, respectivamente. Em seguida, tem-se a identificação das dificuldades de



aprendizagem dos estudantes, também com percentuais próximos: 19,1% no Brasil e 21,7% no exterior.

Segundo Megid Neto (2007), o levantamento de conhecimentos alternativos em alunos foi uma tendência muito forte nos estudos em ensino de ciências, principalmente ao longo das décadas de 1980 e 1990. A partir dos resultados, sinaliza-se que essa influência continuou tanto no contexto nacional como no exterior através dos anos 2000 e alcançou o período aqui investigado (2010-2019).

Já no que se refere ao descritor "currículo e programa", os temas investigados foram o uso de metodologias alternativas para o ensino de conceitos em disciplinas, semestres e cursos, que se destacou tanto no cenário nacional (44,4%) quanto no estrangeiro (31,8%). Em seguida, a temática de avaliação de propostas curriculares teve 38,9% no Brasil e 29,5% no exterior, e, em menor quantidade, os estudos sobre a avaliação dos alunos, com 11,1% nos estudos conduzidos em nosso país e 20,4% em outros países.

Dando seguimento às discussões, a partir das informações coletadas, é possível apontar o percentual abaixo das pesquisas desenvolvidas nacionalmente e no exterior em relação ao tema formação de professores. Este descritor fica na quinta colocação na produção nacional, representando apenas 5,3%, e na sétima posição no cenário estrangeiro, presente em apenas 1,7% dos trabalhos. Em relação ao objeto investigado por essas publicações, tem-se a formação continuada como o principal ponto analisado, discutida em 66,6% dos estudos, seguido da formação inicial de professores, alvo de 33,3% dos textos.

Vale ressaltar que em nosso estudo, não tivemos como proposta comparar ou discutir a presença dos conteúdos relacionados aos fenômenos de Bioquímica em currículos nacionais ou de países estrangeiros. No entanto, ao investigar a variável "níveis de ensino", buscamos identificar o local em que as questões estiveram inseridas, refletindo acerca do viés e do direcionamento que essas pesquisas tomaram, levantando questionamentos no que tange à pesquisa nacional.

Assim, no que diz respeito ao nível de ensino no qual as investigações foram conduzidas, foi possível identificar algumas divergências e convergências dos estudos brasileiros. A Tabela 2 apresenta a distribuição dos estudos por etapa da educação, dividida em educação básica e ensino superior, abrangendo tanto a graduação quanto a pós-graduação.

**Tabela 2 - Distribuição dos artigos nas diferentes etapas da educação básica e ensino superior**

Origem	EB		EB + G		G		G + PG		PG		NP		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Nac	103	45,4	11	4,8	95	41,8	2	0,9	2	0,9	14	6,2	227	100
Est	49	16,7	6	2	194	66	4	1,4	20	6,8	21	7,1	294	100

Fonte: Autoria dos pesquisadores. Legenda: (EB) - Educação Básica; (G) - Graduação; (PG) - Pós-graduação; (+) - artigos que abordaram ao mesmo tempo dois níveis de ensino; (NP) - artigos que não apresentaram indicação de nenhum nível de ensino.

Ao compararmos os diferentes níveis de ensino em que as pesquisas foram desenvolvidas, observa-se que a produção nacional se manteve quase que equilibrada nas etapas da educação básica e da graduação, exibindo percentuais próximos.

No cenário das pesquisas estrangeiras, destacam-se as problemáticas inseridas no ensino superior, especialmente na graduação, em detrimento dos estudos conduzidos na educação básica. Embora exibam um percentual superior aos estudos



brasileiros, as investigações na pós-graduação também se mantiveram bem abaixo quando comparadas à graduação.

Buscando continuar a traçar relações entre os focos temáticos e os níveis de ensino nos diferentes cenários de produção científica, procurando por novas convergências e divergências, apresentamos nas Tabelas 3 e 4 a quantidade de artigos inseridos nos principais focos temáticos aqui discutidos, juntamente com seus respectivos níveis de ensino.

A partir da comparação dos dados presentes nas duas tabelas, é possível identificar e estabelecer algumas relações entre as variáveis envolvidas. Primeiramente, observa-se que os artigos focados no descritor "conteúdo-método", em ambos os cenários de origem, apresentaram um maior percentual na educação básica, enquanto as pesquisas dedicadas à categoria "Recursos didáticos" foram discutidas tanto na educação básica quanto na graduação, exibindo percentuais próximos.

**Tabela 3** - Distribuição dos focos temáticos do contexto nacional na educação básica e no ensino superior.

Foco temático	Educação básica		Educação Superior			
			Graduação		Pós-Graduação	
	N	%	N	%	N	%
Currículos e programas	1	0,9	17	15,9	0	0
Conteúdo-método	47	40,9	26	24,3	0	0
Recursos didáticos	41	35,6	39	36,4	2	50
Características do aluno	10	8,7	13	12,1	0	0
Formação de professores	8	6,9	6	5,6	0	0
<b>Total</b>	<b>107</b>	<b>93</b>	<b>101</b>	<b>94,3</b>	<b>2</b>	<b>50</b>

Fonte: A autoria dos pesquisadores. Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, em que um foco temático pôde investigar mais de um nível de ensino.

**Tabela 4** - Distribuição dos focos temáticos do contexto estrangeiro na educação básica e no ensino superior.

Foco temático	Educação básica		Educação Superior			
			Graduação		Pós-Graduação	
	N	%	N	%	N	%
Currículos e programas	0	0	39	19,1	5	20
Conteúdo-método	19	34,5	80	39,2	11	44
Recursos didáticos	16	29,1	64	31,4	6	24
Características do aluno	9	16,4	14	6,9	0	0
Formação de professores	0	0	4	2,0	2	8
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>80</b>	<b>201</b>	<b>98,6</b>	<b>24</b>	<b>96</b>

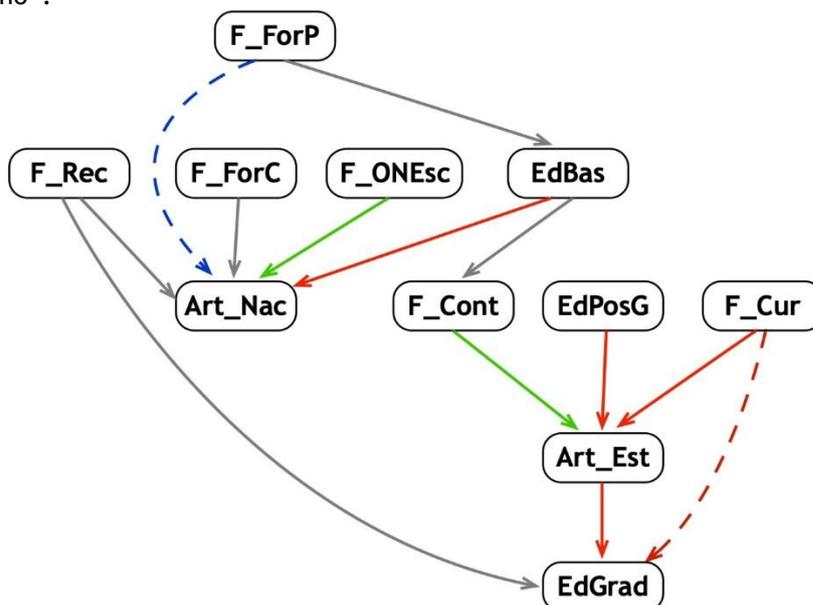
Fonte: A autoria dos pesquisadores. Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, em que um foco temático pôde investigar mais de um nível de ensino.

No contexto da pós-graduação, as investigações sobre recursos didáticos novamente se destacaram quando comparados com os demais focos temáticos, tanto nos artigos nacionais quanto nos estrangeiros. Além disso, trabalhos focados nos temas "Currículos e programas" e "Conteúdo-método" também estiveram presentes, porém apenas nos estudos conduzidos fora do Brasil. Quanto às pesquisas sobre o tema "Currículo e programas", elas foram predominantemente inseridas na educação superior, especialmente na graduação, nos dois cenários aqui analisados. Já a produção classificada no item "Características do aluno" foi investigada tanto na educação básica quanto nos cursos superiores iniciais, em contextos de produção científica nacional e estrangeira.

Apesar do pequeno número de publicações, os textos que abordaram questões relacionadas à formação de professores foram desenvolvidos, no contexto brasileiro, tanto no ensino básico quanto na graduação. Já nos textos estrangeiros, além da graduação, também houve artigos que investigaram a problemática na pós-graduação.

De modo a ampliar as discussões aqui apresentadas, utilizamos a ASI para identificar as relações de quase-implicação entre as variáveis estudadas, permitindo apontar tendências nas pesquisas produzidas no recorte temporal analisado. Na Figura 2, são ilustradas as relações de quase implicação envolvendo os descritores “Origem da pesquisa”, “Foco Temático” e “Nível de Ensino”.

**Figura 2** - Grafo implicativo envolvendo as variáveis “Origem da pesquisa”, “Foco Temático” e “Nível de Ensino”.



Fonte: grafo implicativo gerado pelo *software* CHIC 7.0 (2014)

Nota: intensidade de implicação dos vetores: vermelho  $\geq 0,95$ ;  $0,95 > azul \geq 0,90$ ;  $0,90 > verde \geq 0,80$  e  $0,80 > cinza \geq 0,70$ .

Apresentamos a seguir algumas relações de implicação da Figura 2.

$F\_ForC \Rightarrow Art\_Nac$  e  $F\_ONEsc \Rightarrow Art\_Nac$ :

Analisando o grafo implicativo a partir das publicações desenvolvidas no Brasil (*Art\_Nac*), percebe-se que os trabalhos dedicados à investigação da construção de conceitos (*F\_ForC*) e à discussão de práticas de ensino em espaços não formais de educação (*F\_ONEsc*), observamos uma tendência de terem sido produzidos no Brasil.

$F\_ForP \Rightarrow EdBas$  e  $F\_ForP \Rightarrow Art\_Nac$ :

As produções científicas que abordam a formação de professores (*F\_ForP*) tiveram uma tendência de ter como público-alvo docentes da Educação Básica (*EdBas*), no contexto da formação continuada e de serem conduzidas por instituições brasileiras (*Art\_Nac*).

A carência de pesquisas sobre a formação de professores em todos os níveis de ensino, especialmente na educação superior, nos leva a refletir sobre a formação dos professores de Bioquímica nas faculdades e universidades brasileiras, conhecidos como professores da área dura, e, em particular, sobre os docentes dos cursos de licenciatura. A formação desses profissionais geralmente ocorre por meio de cursos de mestrado e doutorado em Bioquímica ou áreas afins. Então, como a formação



desses futuros educadores influencia o ensino de Bioquímica nos cursos de graduação? E, conseqüentemente, como isso impacta o ensino básico? Mais uma vez citamos o estudo de Sá (2007) que destaca as dificuldades relatadas por estudantes de diferentes níveis de ensino, que apontam a descontextualização e a fragmentação dos conceitos ensinados como barreiras no processo de ensino-aprendizagem, uma característica relacionada à prática docente em sala de aula.

Esse cenário, já discutido há vários anos, como apontado por Adams e Tillotson (1995), descreve, a partir da avaliação da formação de professores de Ciências, uma educação acadêmica fragmentada, o que se torna um ponto crítico. Isso é especialmente relevante quando consideramos que, em geral, o educador tende a ensinar da mesma forma como aprendeu na universidade, refletindo as consistências e inconsistências vivenciadas durante sua formação (Ghedin, 2009). André *et al.* (2017) descrevem que um dos maiores desafios para os professores de Ciências, especialmente os de Biologia, no que diz respeito aos conceitos de natureza abstrata, é possibilitar um ensino integral dos fenômenos, considerando a articulação entre os diferentes níveis de organização biológica (macro, micro e submicroscópicos).

F\_Rec ⇒ Art\_Nac e F\_Rec ⇒ Art\_Nac:

Outro ponto relevante nos resultados foram os textos categorizados no foco temático "Recursos didáticos". A análise descritiva revelou um alto percentual de publicações tanto no cenário nacional quanto no estrangeiro. No entanto, a análise implicativa mostrou que os artigos focados em materiais educacionais (F\_Rec) tendem a ser produzidos no Brasil (Art\_Nac) e a investigar a aplicação desses recursos nos cursos de graduação (EdGrad). Essa situação pode ser explicada pelo baixo investimento em recursos tecnológicos nas instituições brasileiras de educação básica, especialmente na rede pública, embora a situação seja um pouco melhor nas faculdades e universidades brasileiras (Guerreiro; Battini, 2014; Ziede *et al.*, 2016).

EdBas ⇒ F\_Cont ⇒ Art\_Est:

Em contraste com as pesquisas classificadas sob o descritor "Recursos didáticos", os trabalhos que abordaram a educação básica (EdBas) demonstraram uma tendência maior em investigar metodologias de ensino (F\_Cont). Complementando a discussão anterior, uma vez que as etapas do ensino obrigatório não dispõem de tantos recursos tecnológicos, os pesquisadores buscam alternativas para aprimorar o ensino desses conceitos utilizando materiais educacionais alternativos e acessíveis, integrando-os às suas práticas didáticas em sala de aula. A exemplo, tem-se o ensino por experimentação e o uso de sequências didáticas, destaques na produção nacional. Continuando a reflexão acerca dos estudos dedicados a averiguar a variável "Conteúdo-método", visualiza-se que, no *corpus* analisado, a temática (F\_Cont) teve a inclinação de ser conduzida por instituições estrangeiras (Art\_Est).

EdPosG ⇒ Art\_Est e F\_Cur ⇒ Art\_Est e F\_Cur ⇒ EdGrad:

Observa-se que os estudos conduzidos na pós-graduação (EdPosG) são mais frequentemente desenvolvidos em países do exterior (Art\_Est). Por fim, verificou-se que os trabalhos que discutiram questões ligadas ao currículo (F\_Cur) tendem a ser investigados por instituições estrangeiras (Art\_Est) e a analisar os cursos de graduação (EdGrad). Isso confirma novamente a análise descritiva, pois os principais objetos de estudo no foco temático foram o uso de metodologias alternativas para o ensino de conceitos em disciplinas, semestres e cursos, e a avaliação de propostas curriculares, temas relacionados ao ensino superior.

## Conclusões



Conforme demonstrado nesta pesquisa, a Revisão Integrativa da Literatura tem o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre um tema, reunindo e sintetizando informações. Utilizando uma abordagem de pesquisa mista, que combina análises qualitativas e quantitativas, foi possível categorizar os dados, descrevê-los e identificar relações.

Dando ênfase à Análise Estatística Implicativa (ASI), através do *software* CHIC, com o tratamento do grafo implicativo, permitiu traçar relações não visualizadas na análise descritiva, ao mesmo tempo que fortaleceu as possíveis relações já estabelecidas. Contribuindo assim com as pesquisas que discutem o uso da ASI/CHIC em estudos com variáveis qualitativas, permitindo aumentar o grau de confiança desses trabalhos a partir do quadro teórico de quase implicação.

Tudo isso resultou na reflexão de questões relacionadas ao ensino de Bioquímica, que emergiram das tendências encontradas entre as pesquisas, tanto no contexto nacional quanto estrangeiro, permitindo aos autores identificarem aproximações e distanciamentos entre os estudos investigados.

Primeiramente, a partir da análise dos focos temáticos, foi possível concluir que as principais questões abordadas pelos pesquisadores, em ambos os contextos, estão relacionadas aos elementos internos do processo de ensino-aprendizagem escolar: a relação conteúdo-método; a utilização de recursos didáticos; a reflexão sobre os currículos e programas educacionais; as características que envolvem os estudantes e a formação dos professores.

Entre as problemáticas estudadas, destacaram-se aquelas inseridas nos descritores “Conteúdo-método” e “Recursos didáticos”, com discussões que giraram em torno do uso de diferentes propostas metodológicas e de recursos visuais físicos ou digitais no ensino de Bioquímica. Essas questões estão relacionadas às maiores dificuldades do processo de ensino-aprendizagem desses conteúdos, seja devido à natureza dos conceitos ou à prática docente em sala de aula.

Outra convergência presente nas produções nacionais e estrangeiras foi o uso da experimentação. Essa abordagem metodológica reflete a natureza experimental da disciplina de Bioquímica, que, enquanto área do conhecimento, tem sua origem na Química, uma ciência de natureza empírica.

Ainda em relação às problemáticas analisadas, observa-se uma pequena divergência entre os estudos desenvolvidos nacionalmente e no exterior. Enquanto no Brasil as questões que envolvem os estudantes aparecem com mais destaque, nos estudos de origem estrangeira, o foco é maior nos temas relacionados ao currículo e aos programas educativos envolvendo a educação superior, particularmente no que tange à graduação.

Continuando com as aproximações, também foi possível identificar uma lacuna nas investigações dedicadas à formação de professores, especialmente na educação superior. Essa carência de artigos, potencializada pela pouca quantidade de estudos envolvendo essa etapa da educação, leva-nos a refletir sobre a formação do profissional brasileiro que irá lecionar Bioquímica nos cursos de graduação, especialmente nos cursos de licenciatura, na formação dos futuros professores e o impacto disso na Educação Básica Nacional.

Vale ressaltar também que a produção científica estrangeira mostrou uma tendência maior em analisar questões inseridas nos cursos de graduação, deixando de lado a educação básica e a pós-graduação. Diferentemente do Brasil, que apresentou predisposições semelhantes tanto nas fases do ensino obrigatório quanto nos cursos de graduação, conforme apontado pelas análises descritiva e implicativa.



Assim, sinalizamos a necessidade de estudos que aprofundem a análise curricular dos fenômenos da Bioquímica no contexto estrangeiro, de modo a compreender melhor como esses conceitos são discutidos e apresentados nas diferentes etapas da educação escolar.

### Agradecimentos

Agradecemos o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) durante o desenvolvimento desta pesquisa, bem como os grupos de pesquisa aos quais os autores estão vinculados: Laboratório de Pesquisa em Ensino de Ciências (LAPEC-UFRPE) e o Grupo de Pesquisa em Análise Estatística Implicativa e Outras Abordagens Teóricas e Metodológicas na Pesquisa no Ensino de Ciências e Matemática (GPASIECM).

### Referências

ADAMS, P. E.; TILLOTSON, J. W. Why research in the service of science teacher education is needed. *Journal of Research in Science teaching*, Malden-USA, v. 32, n. 5, p. 441-443, 1995. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/70692>. Acesso em: 25 set. 2024.

ANDRADE, V. L. V. X.; RÉGNIER, J.-C. O programa residência pedagógica: uma reflexão tomando por base a experiência francesa. *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, v.24, n. 4, p.096-137, 2022. Disponível em:

<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/58193/41394>. Acesso em 26 set. 2024.

ANDRÉ, W. D. S. **Caracterização e identificação das principais tendências da pesquisa em Ensino de Bioquímica (2010 a 2019)**. 2022. 187 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

ANDRÉ, W. D. S.; COUTO, J. A.; SÁ, R. G. B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ARAÚJO, R. V. S.; SANTOS DE AQUINO, R. Construção de Sequências Didáticas na Formação Inicial de Professores: Ensinando Bioquímica na Perspectiva do Paradigma Emergente. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 11. 2017. Florianópolis. *Anais...* Belo Horizonte: ABRAPEC, 2017.

CAMPBELL, P. N. Biochemical Education Emerges. *IUBMB Life*, v.57, p. 243-244, 2005. Disponível em:

<https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1080/15216540500092708>. Acesso em: 27 julho 2024.

CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; SANTOS DE AQUINO, R.; ANDRÉ, W. D. S.; ANDRADE, V. L. V. X. Possibilidades e perspectivas metodológicas na pesquisa em ensino. In: VASCONCELOS; A. K. P; OLIVEIRA, A. N. (Org.). **Pesquisas em Ensino e Formação Docente**. 1ed.São Paulo: LF Editorial, 2024, v.1, p. 211-233.

CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; MAYER, M.; NOGUEIRA, R. A. Ensinando Biologia numa perspectiva de complexidade. In: Jófili, Z.; Almeida, A. V. (Org.). **Ensino de**



ANDRÉ, W. D. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ANDRADE, V. L. V. X. Ensino de Bioquímica e Prática Pedagógica: reflexões acerca das problemáticas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem exploradas em estudos nacionais e estrangeiros (2010-2019). *Revista Semiárido De Visu*, v. 13, n. 2, p. 90 - 113, abr. 2025. ISSN 2237-1966.

**Biologia, meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam.** 1ed. Recife: URPE, 2009, v. 1, p. 197-206.

CASSINELA, O. I. S. **Panorama do sistema educacional dos países africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP) desde suas independências.** 2016. 103f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/e8278930-3c84-44fc-bfd9-4220786fe843>. Acesso em 26 set. 2024.

CAVALCANTE, J. L.; ANDRADE, V. L. V. X.; PACHECO, F. P. Um estudo sobre a evasão no curso de licenciatura em matemática: uma análise no quadro da análise estatística implicativa. In: RÉGNIER, J.-C.; ANDRADE, V. L. V. X. (Org.). **Análise estatística implicativa e análise de similaridade no quadro teórico e metodológico das pesquisas em ensino de ciências e matemática com a utilização do software CHIC.** Recife: EDUFRPE, 2023. p. 23-39. Disponível em: <http://www.editora.ufrpe.br/ASI>. Acesso em: 27 julho 2024.

CAVALCANTE, J. L.; ANDRADE, V. L. X.; RÉGNIER, J.-C. O conceito de probabilidade na formação docente: uma reflexão apoiada pela Análise Estatística implicativa. **VIDYA**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 441-455, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/1794/1750>. Acesso em: 26 maio 2024.

Comissão Europeia/EACEA/EURYDICE. **A Estrutura dos Sistemas Educativos Europeus 2019/20: Diagramas Esquemáticos.** Eurydice Factos e Números. Luxemburgo: Serviço de Publicações da União Europeia, 2019. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7885072-f3ac-11e9-8c1f-01aa75ed71a1/language-pt#:~:text=Este%20relat%C3%B3rio%20fornece%20informa%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20estrutura%20dos%20sistemas%20de>. Acesso em 26 set. 2024.

COSTA, J. V. G. **Ensaio sobre o sistema de educação na china: a caminho de que estado de bem-estar social?** 2018. 60f. Monografia (Graduação em Economia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4633/3/JVGCosta.pdf#:~:text=O%20principal%20objetivo%20desse%20trabalho%20%C3%A9%20introduzir%20o%20leitor%20ao>. Acesso em 26 set. 2024.

COUTURIER, R.; BODIN, A.; GRAS, R. A Classificação Hierárquica Implicativa e Coesiva. In: Colóquio Internacional sobre Análise Estatística Implicativa, 2., 2003, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: PUC-SP1, 2003. Disponível em: [http://math.unipa.it/~grim/asi/asi\\_03\\_brasil.htm](http://math.unipa.it/~grim/asi/asi_03_brasil.htm). Acesso em: 08 julho 2024.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 3. ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2010.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research.** 2 ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2011.

FERREIRA, C. R. C.; GONÇALVES, H. J. L. **Mapeando tendências da pesquisa na área**



ANDRÉ, W. D. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ANDRADE, V. L. V. X. Ensino de Bioquímica e Prática Pedagógica: reflexões acerca das problemáticas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem exploradas em estudos nacionais e estrangeiros (2010-2019). *Revista Semiárido De Visu*, v. 13, n. 2, p. 90 - 113, abr. 2025. ISSN 2237-1966.

de Educação em Bioquímica da SBBq de 2006 a 2016. *Journal of Biochemistry Education*, v. 15, n. 1, 2017. Disponível em: <https://www.bioquimica.org.br/index.php/REB/article/view/712>. Acesso em: 27 julho 2024.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002.

GHEDIN, E. Tendências e dimensões da formação do professor na contemporaneidade. In: Congresso Norte Paranaense de Educação Física Escolar (CONPEF), 4. 2009. Londrina. *Anais...* Londrina: UEL, 2009. Disponível em: <https://www.uel.br/eventos/conpef/conpef4/trabalhos/evandroghedinconferenciaabertura.pdf#:~:text=N%C3%B3s%20identificamos%20at%C3%A9%20o%20momento%20quatro%20tend%C3%Aancias%20na%20forma%C3%A7%C3%A3o%20de>. Acesso em: 25 set. 2024.

GOMES, L. M. J. B.; MESSEDER, J. C. A presença das TIC no ensino de Bioquímica: uma investigação para uma análise crítica da realidade. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 9. 2013. Água de Lindóia. *Anais...* São Paulo: ABRAPEC, 2013. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0032-1.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0032-1.pdf). Acesso em: 27 julho 2024.

GRAS, R.; ALMOULOU, S. A Implicação Estatística como Ferramenta em um Exemplo de Análise de Dados Multidimensional. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 75-88, 2002. Disponível em: <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/a-implicacao-estatistica-usada-como-ferramenta-em-um-exemplo-de-analise-de-dados-multidimensionais/>. Acesso em: 27 julho 2024.

GRAS, R. Uma retrospectiva histórica da análise estatística implicativa. In: Régnier, J.-C.; Andrade, V. L. V. X. (Org.). *Análise estatística implicativa e análise de similaridade no quadro teórico e metodológico das pesquisas em ensino de ciências e matemática com a utilização do software CHIC*. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 23-39. Disponível em: <http://www.editora.ufrpe.br/ASI>. Acesso em: 27 julho 2024.

GUERREIRO, J. R. G.; BATTINI, O. Novas tecnologias na educação básica: desafios ou possibilidades? In: Jornada de didáticas, desafios para a docência e Seminário de pesquisa do CEMAD, 3., 2014, Paraná. *Anais eletrônicos...* Paraná: Londrina, 2014, p. 329-337. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/2014---anais-da-iii-jornada-de-didatica-desafios-para-a-docencia-e-ii-seminario-de-pesquisa-do-cemad.php>. Acesso em: 27 julho 2024.

HAYAISHI, O. IUB(MB) 50th Anniversary. *IUBMB Life*, v. 57, p.213 - 214, April/May 2005. Disponível em: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/iub.2691>. Acesso em: 27 julho 2024.

JOFILI, Z.; SÁ, R. G. B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. A via glicolítica: Investigando a



formação de conceitos abstratos no ensino da Biologia. In: Encontro Nacional de Ensino de Biologia e Encontro Regional de Ensino de Biologia - REGIONAL 5, Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências Experimentais, 3, 4, 5. 2010. Campinas. **Anais...** São Paulo: Revista da SBEnBio, n. 3, 2010. Disponível em: [https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/III\\_Enebio/A044.pdf](https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/III_Enebio/A044.pdf). Acesso em: 24 julho 2024.

LOGUERCIO, R. Q.; DEL-PINO, J. C.; SOUZA, D. O. Educação em Bioquímica: um programa disciplinar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 30-44, 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4106>. Acesso em: 24 julho 2024.

LOGUERCIOA, R.; SOUZA, D.; DEL-PINO, J. C. Mapeando a educação em bioquímica no Brasil. **Ciências & Cognição**, v. 10, p. 147-155, 2007. Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-58212007000100014](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212007000100014). Acesso em: 24 julho 2024.

MARQUES, R. M.; MAZZARINO, J. M. A formação de professores em educação ambiental: reflexões a partir da análise integrativa de publicações científicas em língua inglesa. **Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências**, v. 23, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/WMmyScCWVKRXwWQyMQjb6KF/>. Acesso em: 24 julho 2024.

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental**. 1999. 365f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. 1999.

MEGID NETO, J. Três décadas de pesquisa em educação em ciências: tendências de teses e dissertações. In: NARDI, R. **Pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 341-355.

MEGID NETO, J.; TEIXEIRA, P. M. M. Investigando a Pesquisa Educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre/RS, v. 11, n.2, p. 1-25, 2006. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/496>. Acesso em: 27 julho 2024.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enferm**. v. 17, n.4, p.758-764, out-dez. 2008. Disponível em: [www.scielo.br/j/tce/a/XzFkq6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/](http://www.scielo.br/j/tce/a/XzFkq6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/). Acesso em: 27 julho 2024.

MÉNDEZ RODRÍGUEZ, A. Migración de talentos como estrategia de desarrollo: México-Japón. Problemas Del Desarrollo. **Revista Latinoamericana De Economía**, v. 48. n. 190 .2023. Disponível em: <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2017.190.58739>. Acesso em 26 set. 2024.

MHLABA, S. L. Community collegeseo sistemaeducacional Norte-Americano. **B. Téc. Senac: a R. Educ. Prof.**, Rio de Janeiro, v. 33, n.2, maio/ago. 2007. Disponível em:



ANDRÉ, W. D. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ANDRADE, V. L. V. X. Ensino de Bioquímica e Prática Pedagógica: reflexões acerca das problemáticas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem exploradas em estudos nacionais e estrangeiros (2010-2019). *Revista Semiárido De Visu*, v. 13, n. 2, p. 90 - 113, abr. 2025. ISSN 2237-1966.

<https://www.bts.senac.br/bts/article/view/299/282>. Acesso em 26 set. 2024.

NASCIMENTO, A. S.; OLIVEIRA, F. S.; BIANCONI, M. L. Bibliometric analysis of the brazilian periodical journal of biochemistry education. *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, v. 47, n.3, p. 249-256, fev. 2019. Disponível em:

<https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bmb.21220>. Acesso em: 27 julho 2024.

PARANHOS, R.; FILHO, D. B. F.; ROCHA, E. C.; JÚNIOR, J. A. S.; FREITAS, D. Uma introdução aos métodos mistos. *Sociologias*, Porto Alegre, v. 18, n. 42, p. 384-411, mai./ago. 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/soc/a/WtDMmCV3jQB8mT6tmpnzKc/>. Acesso em: 27 julho 2024.

PEREIRA, A. V.; GONÇALVES, N. N.; HORNINK, G. G. Panorama dos trabalhos de Educação apresentados nas reuniões do Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular entre 1993 e 2019. *Journal of Biochemistry Education*, v. 20, n. 1, 2020. Disponível em:

<https://www.bioquimica.org.br/index.php/REB/article/view/901>. Acesso em: 27 julho 2024.

RÉGNIER, J.-C.; ANDRADE, V. L. V. X. A Análise Estatística Implicativa e Análise de Similaridade. In: RÉGNIER, J.-C.; ANDRADE, V. L. V. X. (Org.). *Análise estatística implicativa e análise de similaridade no quadro teórico e metodológico das pesquisas em ensino de ciências e matemática com a utilização do software CHIC*. Recife: EDUFRPE, 2023. p. 41-84. Disponível em:

<http://www.editora.ufrpe.br/ASI>. Acesso em: 27 julho 2024.

REIS, E. A., REIS I. A. *Análise Descritiva de Dados*. Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG. 2002. Disponível em: [www.est.ufmg.br](http://www.est.ufmg.br). Acesso em: 15 de out. 2023.

ROMAN, A. R.; FRIEDLANDER, M. R. Revisão integrativa de pesquisa aplicada à enfermagem. *Cogitare Enferm.* v. 3, n. 2, p. 109-120. jul./dez. 1998.

SÁ, R, G, B; JOFILI, M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; BRAYNER-LOPES, F. M. Conceitos abstratos: um estudo no ensino da biologia. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBENBio)*, v. 3, p. 564-572-572, 2010. Disponível em: [https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n3/A057.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n3/A057.pdf). Acesso em: 27 julho 2024.

SÁ, R. G. B. *Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração*. 2007. 161f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2007.

SBBQ - Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. Institucional. **Histórico**. Disponível em: <http://www.sbbq.org.br/interna-495/historico>. Acesso em 31 de maio de 2024.

SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **Cadernos SBPC**, 2004.



ANDRÉ, W. D. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ANDRADE, V. L. V. X. Ensino de Bioquímica e Prática Pedagógica: reflexões acerca das problemáticas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem exploradas em estudos nacionais e estrangeiros (2010-2019). *Revista Semiárido De Visu*, v. 13, n. 2, p. 90 - 113, abr. 2025. ISSN 2237-1966.

Disponível em: [http://www.sbpcnet.org.br/site/publicacoes/outras-publicacoes/caderno\\_digital/caderno\\_7.pdf](http://www.sbpcnet.org.br/site/publicacoes/outras-publicacoes/caderno_digital/caderno_7.pdf). Acesso em: 31 maio 2024.

SCHOENMAKER, F. **Análise das dificuldades na disciplina de Bioquímica diagnosticadas por um plantão de dúvidas online**. 2009. 62 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

SILVA, M. G. **A pesquisa em ensino de Biologia no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco: características e contribuições no período de 2003 a 2009**. 2011. 168f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2011.

SILVA, W. S. Lessons learned from a greatmaster! **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 13, n. 1, p.7-8, 2015. Disponível em: <https://www.bioquimica.org.br/index.php/REB/article/view/547>. Acesso em: 31 maio 2024.

SILVEIRA, J. T.; ROCHA, J. B. T. Produção científica sobre estratégias didáticas utilizadas no ensino de Bioquímica: uma revisão sistemática. **Journal of Biochemistry Education**, v. 14, n. 1, 2016. Disponível em: <https://www.bioquimica.org.br/index.php/REB/article/view/630>. Acesso em: 31 mai. 2024.

SLATER, E. C. This is the IUBMB History: The History of IUB(MB). **IUBMB Life**, v. 57, p. 203-211, April/May 2005. Disponível em: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1080/15216540500128098>. Acesso em: 27 julho 2024.

SOUTHARD, K.; WINCE, T.; MEDDLETON, S.; BOLGER, M. S. Features of knowledge building in biology: understanding undergraduate students' ideas about molecular mechanisms. **CBE Life Sci. Educ.**, v. 15, n. 1, p. 1-16, 2016. Disponível em: <https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.15-05-0114>. Acesso em: 27 julho 2024.

TEIXEIRA, P. M. M; SANTOS, M. C. S. A pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um recorte sobre as dissertações e teses que examinam recursos didáticos. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia**, v. 3, p. 424-434, nov. 2010. CR- ROM.

ZIEDE, M. K. L.; SILVA, E. T.; PEGORARO, L.; CANALLE, E. M.; SILVA, A. O. M.; CARVALHO, A. F. W. Tecnologias digitais na educação básica: desafios e possibilidades. **Renote**, v. 14, n. 2, 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/70692>. Acesso em: 27 julho 2024.