



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**  
**MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**Woldney Damião Silva André**

**CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS TENDÊNCIAS**  
**DA PESQUISA EM ENSINO DE BIOQUÍMICA (2010 A 2019)**

**Recife**

**2022**

**Woldney Damião Silva André**

**CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS TENDÊNCIAS  
DA PESQUISA EM ENSINO DE BIOQUÍMICA (2010 A 2019)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão

Co-orientador: Prof. Dr. Vladimir Lira Veras Xavier de Andrade

Linha de pesquisa: Processos de construção de significados em ensino de Ciências e Matemática

**Recife**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A555c

André, Woldney Damião Silva  
Caracterização e identificação das principais tendências da pesquisa em Ensino de Bioquímica (2010 a 2019) /  
Woldney Damião Silva André. - 2022.  
186 f. : il.

Orientadora: Ana Maria dos Anjos Carneiro Carneiro-Leao.  
Coorientador: Vladimir Lira Veras Xavier de Andrade.  
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, 2022.

1. Análise de tendências. 2. Campo científico. 3. Educação Bioquímica. 4. Produção científica. 5. Revisão integrativa.  
I. Carneiro-Leao, Ana Maria dos Anjos Carneiro, orient. II. Andrade, Vladimir Lira Veras Xavier de, coorient. III. Título

CDD 507

---

**Woldney Damião Silva André**

**CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS TENDÊNCIAS  
DA PESQUISA EM ENSINO DE BIOQUÍMICA (2010 A 2019)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de pesquisa: Processos de construção de significados em ensino de Ciências e Matemática

Aprovada em 18 de fevereiro de 2022

BANCA AVALIADORA:

---

**Profa. Dra. Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão**  
DMFA/Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Orientadora e presidente

---

**Profa. Dra. Carmen Roselaine de Oliveira Farias**  
DB/Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Avaliadora Interna

---

**Prof. Dr. Leonardo Dalla Porta**  
Universidade Franciscana  
Avaliador Externo

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, sobretudo a Deus, pela sua infinita misericórdia por mim e pelos meus, por tudo aquilo que eu consegui alcançar através dEle;

À intercessão da Família de Nazaré que ouviu a minha voz em todos os momentos caminhados e me ajudou até chegar aqui;

Aos meus pais, Maria José e Wolnei Silva, vocês são o motivo da minha caminhada e que me dão força para continuar;

À minha família, em especial aos meus irmãos Wolney Cosme e Beatriz Tamiris, muito obrigado por todo apoio;

À Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão pela orientação, mas principalmente pelo carinho, afeto e amizade construídos ao longo dessa trajetória, gratidão por tudo que a senhora me fez e que Deus a continue abençoando cada vez mais;

À Vladimir Lira Veras Xavier de Andrade pela coorientação, sua ajuda foi essencial na condução deste trabalho, meu muito obrigado;

À Janaína de Albuquerque Couto que me orientou durante toda a graduação e que despertou em mim o desejo de estudar cada vez mais o ensino da Bioquímica, muito obrigado, serei eternamente grato por ter lhe encontrado nesta caminhada;

À Risonilta Germano Bezerra de Sá por ter me ajudado a entrar no programa, pela sua influência que foi essencial para a minha caminhada até aqui, muito obrigado por me acolher e por ter cuidado de mim tantas vezes, também serei eternamente grato pela sua vida;

Aos professores do PPGEC, pela competência, pelos ensinamentos e pelos exemplos, em especial, às professoras Zélia Jófili, Edenia Amaral, Carmem Farias e Monica Folena.

Aos meus amigos e amigas de curso (Mestrado 2019) muito obrigado por toda força e por tornarem as minhas manhãs maravilhosas, em especial à Crislaine Silva, Rafael Silva e Judimar Teixeira, gratidão;

Aos amigos de caminhada ao longo do PPGEC, em especial a Luiz Neto, João Justino, Lia Maria, Rita Muhle e Renata Silva;

Ao meu grupo de pesquisa LAPEC/UFRPE, gratidão por todo aprendizado, em especial a Rafael Aquino e Priscila Aparecida, que Deus continue abençoando a vida de vocês;

A todos os meus amigos que me ajudaram, em especial a Jéssyca Galhardo, Rayo Oliveira e a Anna Sales por me apoiaram, rezarem por mim e entenderem as minhas ausências durante esse percurso, gratidão pela paciência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo financiamento da presente pesquisa;

A todos, inclusive os não citados, pois tiveram um papel fundamental na concretização deste trabalho. Enfim, aos que estiveram comigo e me ajudaram de alguma forma, GRATIDÃO é o sentimento!

## RESUMO

Nesta dissertação, buscou-se responder a seguinte questão de pesquisa: Como se caracteriza a produção científica dedicada ao ensino da Bioquímica publicada em periódicos nacionais e estrangeiros entre os anos de 2010 a 2019? Para isso, esta pesquisa teve como objetivo analisar a produção científica associada ao ensino de Bioquímica, examinando e caracterizando as diferentes dinâmicas encontradas no cenário nacional e internacional. Foi realizada uma pesquisa mista, do tipo Transformativa sequencial (QUAL→ quan), combinando técnicas qualitativas e quantitativas para coleta e análise de dados. O desenho metodológico foi dividido em três etapas se fundamentando nas etapas que compõem uma revisão integrativa da literatura: 1) Construção do *corpus* de pesquisa a partir de um recorte amostral realizado com quatro periódicos nacionais e quatro estrangeiros que atendessem a proposta da dissertação, selecionando artigos publicados no período de 2010 a 2019 e que se enquadrassem nos critérios de inclusão e exclusão definidos; 2) Construção das variáveis estudadas a partir do contato inicial com o material analisado e a extração, organização e sistematização das informações coletas em planilhas do Microsoft Excel; 3) Análise dos dados através da Análise Estatística Descritiva (AED) e a Análise Estatística Implicativa (ASI) visando dar suporte à descrição e interpretação dos dados, indicando possíveis relações não lineares ou implicações entre variáveis definidas. Entre os resultados construídos, visualizou-se que as temáticas presentes nas produções averiguadas vai além do ensino de conteúdos conceituais como estruturas, processos e fenômenos da Bioquímica, exibindo também uma forte tendência em analisar o ensino de conteúdos procedimentais em laboratório e de temáticas ligadas a Biotecnologia, refletindo o caráter experimental desta ciência. Em relação às problemáticas e objetos investigados nas produções nacionais e estrangeiras, tem-se que ambas estão relacionadas principalmente aos descritores Conteúdo-método e Recursos didáticos, estando em conformidade com as expectativas esperadas para um campo científico inserido na Área de Ensino estabelecida pela CAPES. Também foi possível traçar um panorama das pesquisas realizadas nas diferentes regiões do Brasil e do globo, apontando confronto e similaridades. De modo geral, sinaliza-se que a produção nacional dedicada ao ensino de Bioquímica está alinhada com as tendências apresentadas pelos trabalhos estrangeiros, ao mesmo tempo que também exibe algumas características particulares. As problemáticas exploradas também demonstraram afinidade com as pesquisas desenvolvidas na Área de Ensino, bem como de campos científicos próximos tal qual o ensino de Biologia e Química.

**Palavras-chave:** Análise de tendências; Campo científico; Educação Bioquímica; Produção científica; Revisão integrativa.

## *ABSTRACT*

In this dissertation, we sought to answer the following research question: How is the scientific production dedicated to the teaching of Biochemistry published in national and foreign journals between the years 2010 to 2019 characterized? For this, this research aims to analyze the scientific production associated with the teaching of Biochemistry, examining and characterizing the different dynamics found in the national and international scenario. In this perspective, mixed research was carried out, of the sequential Transformative type (QUAL→ quan), combining qualitative and quantitative techniques for data collection and analysis. The methodological design was divided into three parts based on the steps that make up an integrative literature review: 1) Construction of the research corpus from a sample cut made with four national and four foreign journals that met the dissertation proposal, selecting articles published in the period from 2010 to 2019 and that fit the defined inclusion and exclusion criteria; 2) Construction of the variables studied from the initial contact with the material analyzed and the extraction, organization and systematization of the information collected in Microsoft Excel spreadsheets; 3) Data analysis through Descriptive Statistical Analysis (AED) and Implicative Statistical Analysis (ASI) in order to support the description and interpretation of data, indicating possible non-linear relationships or implications between defined variables. Among the constructed results, it was visualized that the themes present in the investigated productions go beyond the teaching of conceptual contents such as structures, processes and phenomena of Biochemistry, also showing a strong tendency to analyze the teaching of procedural contents in the laboratory and of themes related to Biotechnology, reflecting the experimental character of this science. Regarding the issues and objects investigated in national and foreign productions, both are mainly related to the Content-method and didactic resources descriptors, in accordance with the expectations expected for a scientific field inserted in the Teaching Area established by CAPES. It was also possible to draw an overview of the research carried out in different regions of Brazil and the globe, pointing out confrontation and similarities. In general, it is indicated that the national production dedicated to the teaching of Biochemistry is in line with the trends presented by foreign works, while also exhibiting some particular characteristics. The issues explored also showed affinity with the research developed in the Teaching Area, as well as with nearby scientific fields such as the teaching of Biology and Chemistry.

**Keywords:** Trend analysis; Scientific field; Biochemistry Education; Scientific production; Integrative review.

## LISTA DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1 – Elementos que constituem o campo de Bourdieu e a estrutura da pesquisa científica nacional, com foco para a área de Ensino..... | 32  |
| Figura 2 – Integração das abordagens qualitativas e quantitativas.....   | 47  |
| Figura 3 – Síntese das modificações ao longa da construção do desenho metodológico. ....   | 51  |
| Figura 4 – Desenho metodológico da pesquisa mista.....   | 52  |
| Figura 5 – Etapas de uma revisão integrativa da literatura apontada por Mendes, Silveira e Galvão (2008). ....                             | 54  |
| Figura 6 – Processos metodológicos para a caracterização das temáticas abordadas nos artigos averiguados. ....                             | 66  |
| Figura 7 – Parâmetros de configuração do software CHIC v. 7.0.....   | 68  |
| Figura 8 – Processos metodológicos para a identificação das tendências encontradas na produção dedicada ao ensino de Bioquímica. ....      | 69  |
| Figura 9 – Grafo implicativo envolvendo as variáveis eixo e periódico.....   | 97  |
| Figura 10 – Grafo implicativo envolvendo as variáveis eixo e aprofundamento temático. ....   | 98  |
| Figura 11 – Grafo implicativo envolvendo as variáveis eixo temático e regiões do Brasil. ....  | 99  |
| Figura 12 – Grafo implicativo envolvendo as variáveis eixo temático e continentes. .   | 101 |
| Figura 13 – Árvore coesitiva das variáveis periódico, eixo, aprofundamento temático e regiões do Brasil. ....                              | 104 |
| Figura 14 – Árvore coesitiva das variáveis periódico, aprofundamento temático e continentes. ....  | 105 |
| Figura 15 – Relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação $\geq 0,95$ .....                   | 144 |
| Figura 16 – Relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de implicação entre 0,90 e 0,95. ....                            | 144 |
| Figura 17 – Relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação entre 0,80 e 0,90. ....             | 145 |
| Figura 18 – Relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80. ....             | 146 |
| Figura 19 – Relações entre os focos e os eixos temáticos com índices de intensidade de implicação acima de 0,90. ....                      | 147 |
| Figura 20 – Relações entre os focos e os eixos temáticos com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80. ....                  | 148 |



|   |     |
|---|-----|
| Figura 21 – Relações entre os focos temáticos e as categorias de aprofundamento temático. ....  | 149 |
| Figura 22 – Relações entre os focos temáticos e os níveis de ensino com índices de intensidade de implicação acima de 0,96. ....  | 150 |
| Figura 23 – Relações entre os focos temáticos e os níveis de ensino com índices de intensidade de implicação abaixo de 0,79. ....   | 150 |
| Figura 24 – Relações entre os focos temáticos e as regiões do Brasil com índices de intensidade de implicação entre 0,80 e 0,90. ....   | 151 |
| Figura 25 – Relações entre os focos temáticos e as regiões do Brasil com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80. ....   | 152 |
| Figura 26 – Relações entre os focos temáticos e o continente da Oceania, e as regiões da América do Norte e América do Sul com índices de intensidade de implicação acima de 0,90. .... | 153 |
| Figura 27 – Relações entre os focos temáticos e a região da América do Sul com índices de intensidade de quase implicação entre 0,80 e 0,90. ....                                       | 154 |
| Figura 28 – Relações entre os focos temáticos e as regiões da América do Norte e América do Sul com índice de intensidade de quase implicação entre 0,70 e 0,80. ....                   | 155 |
| Figura 29 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Sudeste. ....  | 156 |
| Figura 30 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Sul. ....  | 157 |
| Figura 31 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Norte. ....  | 158 |
| Figura 32 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região Nordeste. ....   | 158 |
| Figura 33 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região Centro-Oeste. ....   | 159 |
| Figura 34 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região continental da América do Norte. ....  | 161 |
| Figura 35 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região continental da América do Sul. ....  | 162 |
| Figura 36 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente Europeu. ....  | 163 |
| Figura 37 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente da Ásia. ....  | 163 |
| Figura 38 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente da Oceania. ....   | 164 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 – Número de resumos apresentados nas reuniões da SBBq de 1979 a 2019.                       | 40 |
| Gráfico 2 – Número de artigos publicados pela Revista de Ensino de Bioquímica entre 2001 a 2017. .... | 43 |
| Gráfico 3 – Distribuição dos artigos nos periódicos estudados.....                                    | 74 |
| Gráfico 4 – Distribuição dos artigos nacionais nos eixos temáticos indicadores.....                   | 85 |
| Gráfico 5 – Quantidade de publicações advinda de cada região do Brasil.....                           | 86 |
| Gráfico 6 – Distribuição dos artigos estrangeiros nos eixos temáticos indicadores.....                | 91 |

## LISTA DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 1 – Diferentes tipos de capital presentes na Teoria Sociológica de Pierre Bourdieu. ....  | 25  |
| Quadro 2 – Principais estratégias de pesquisa utilizando o método misto.....   | 49  |
| Quadro 3 – Sistema de notação para pesquisas de método misto .....   | 50  |
| Quadro 4 – Periódicos nacionais e estrangeiros alvos da pesquisa. ....   | 56  |
| Quadro 5 – Presença dos critérios por periódico .....  | 56  |
| Quadro 6 – Descritores referentes aos elementos mais internos do processo ensino-aprendizagem escolar. ....  | 61  |
| Quadro 7 – Descritores referentes aos elementos da organização do macro/micro sistema educacional. ....  | 62  |
| Quadro 8 – Descritores referente aos elementos Históricos e Filosóficos do Ensino de Ciências. ....  | 62  |
| Quadro 9 – Organização da educação no Brasil e em outros países do exterior. ....  | 63  |
| Quadro 10 – Variáveis e códigos referentes as categorias jornais científicos, origem da publicação, eixo indicador e aprofundamento temático. .... | 67  |
| Quadro 11 – Variáveis e códigos referentes as categorias focos temáticos e níveis de ensino.....   | 70  |
| Quadro 12 – Focos temáticos mais investigados em cada região do Brasil. ....   | 125 |
| Quadro 13 – Síntese dos cinco indicadores mais investigados na América do Sul, América do Nort, Europa, Ásia, Oceania e África. ....               | 141 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1 – Análise temática dos resumos da SBBq de 1979 a 2016 realizada por Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) e Ferreira e Gonçalves (2017). .....  | 41  |
| Tabela 2 – Quantidade de artigos publicados por periódico na revisão sistemática realizada por Gomes e Messeder (2013). .....   | 44  |
| Tabela 3 – Quantidade de artigos enquadrados em temas explorados pela Bioquímica e publicados pelas revistas examinadas durante o período de 2010 a 2019.....   | 72  |
| Tabela 4 – Comparação entre as temáticas exibidas nos resumos apresentados nos encontros da SBBq entre os anos de 1993 a 2019 (PEREIRA; GONÇALVES; HORNINK, 2020) e os eixos temáticos indicadores utilizados na dissertação..... | 77  |
| Tabela 5 – Distribuição dos artigos por eixo temático indicador. ....   | 78  |
| Tabela 6 – Conteúdos conceituais bioquímicos investigados pelo Eixo I – Estrutura, propriedades e funções das biomoléculas.....   | 79  |
| Tabela 7 – Conteúdos procedimentais investigados pelo Eixo VI – Conteúdos procedimentais em laboratório. ....   | 80  |
| Tabela 8 – Conteúdos conceituais investigados pelo Eixo III – Biologia da Informação. ....  | 80  |
| Tabela 9 – Conteúdos conceituais investigados pelo Eixo II – Metabolismo das biomoléculas.....  | 81  |
| Tabela 10 – Temas conceituais investigados pelo Eixo IV – Biotecnologia.....  | 82  |
| Tabela 11 – Quantidade de artigos por categoria de aprofundamento temático. ....  | 83  |
| Tabela 12 – Distribuição de artigos de acordo com os estados e regiões do Brasil. ....  | 88  |
| Tabela 13 – Distribuição das publicações divulgada pelos periódicos nos continentes da América, Europa, Ásia, Oceania e África. ....  | 92  |
| Tabela 14 – Distribuição dos artigos publicados pela EC, EQ, JBE e BMBE nos países dos continentes Americano e Europeu. ....  | 94  |
| Tabela 15 – Distribuição dos artigos publicados pela EC, EQ, JBE e BMBE nos países dos continentes da Ásia, Oceania e África. ....  | 95  |
| Tabela 16 – Quantidade de artigos por foco temático. ....   | 107 |
| Tabela 17 – Distribuição dos focos temáticos nos periódicos C&E, EC, QNEsc e EQ. ....   | 111 |
| Tabela 18 – Distribuição dos focos temáticos nos periódicos REnBio, JBE, REB e BMBE. ....   | 111 |
| Tabela 19 – Distribuição dos focos temáticos no contexto nacional.....  | 113 |
| Tabela 20 – Distribuição dos focos temáticos do contexto nacional na Educação Básica e na Educação Superior. ....   | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 21 – Distribuição dos focos temáticos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil.....               | 120 |
| Tabela 22 – Distribuição dos focos temáticos nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.....                                | 122 |
| Tabela 23 – Distribuição dos focos temáticos no contexto estrangeiro. ....   | 128 |
| Tabela 24 – Distribuição dos focos temáticos do contexto estrangeiro na Educação Básica e na Educação Superior. .... | 133 |
| Tabela 25 – Distribuição dos focos temáticos nos continentes da América e Europa.                                    | 135 |
| Tabela 26 – Distribuição dos focos temáticos nos continentes da Ásia, Oceania e África. ....                         | 139 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>15</b> |
| 1.1 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS.....   | 19        |
| <b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>   | <b>20</b> |
| 2.1 A TEORIA DOS CAMPOS DE PIERRE BOURDIEU: UM ENTRELACAMENTO DO CAMPO CIENTÍFICO E DA PESQUISA CIENTÍFICA NACIONAL.....                    | 20        |
| <b>2.1.1 <i>Habitus</i>: as estruturas socialmente construídas e compartilhadas pelos integrantes de um grupo específico.....</b>           | <b>21</b> |
| <b>2.1.2 O campo de Bourdieu: uma luta pela acumulo de capital social. ....</b>   | <b>24</b> |
| <b>2.1.3 O <i>campo</i> científico: a busca da autoridade científica e a construção de conhecimento.....</b>                                | <b>28</b> |
| <b>2.1.4 As relações entre o <i>campo</i> científico e a estrutura da pesquisa científica nacional.....</b>                                 | <b>30</b> |
| 2.2 O CAMPO CIENTÍFICO DEDICADO AO ENSINO DE BIOQUÍMICA: UMA CAMINHADA NA SUA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA. ....                                    | 33        |
| <b>2.2.1 Reconhecimento da Bioquímica como disciplina e o pontapé para as primeiras pesquisas voltadas ao ensino desses conceitos. ....</b> | <b>33</b> |
| <b>2.2.2 Consolidação da Bioquímica no Brasil e o início das pesquisas voltadas ao ensino desses conceitos. ....</b>                        | <b>35</b> |
| 2.3 O CAMPO CIENTÍFICO DEDICADO AO ENSINO DE BIOQUÍMICA: UM OLHAR ATRAVÉS DOS ESTADOS DA ARTE JÁ REALIZADOS. ....                           | 40        |
| <b>3 CAMINHO METODOLÓGICO DA PESQUISA .....</b>   | <b>46</b> |
| 3.1 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA .....  | 46        |
| 3.2 PASSOS PERCORRIDOS ENTRE AS VEREDAS ATÉ FORMAR O CAMINHO METODOLÓGICO.....  | 50        |
| 3.3 DESENHO METODOLÓGICO DA PESQUISA MISTA.....   | 52        |
| 3.4 CAMINHO METODOLÓGICO POR PARTES .....   | 53        |
| <b>3.4.1 Parte I: Construção do <i>corpus</i> de pesquisa .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>3.4.2 Parte II: Construção das variáveis estudadas e extração dos dados .....</b>  | <b>60</b> |
| <b>3.4.3 Parte III: Análise dos dados e construção dos resultados.....</b>  | <b>63</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>  | <b>72</b> |

|  |            |
|--|------------|
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS TEMÁTICAS REFERENTES AO ENSINO DE BIOQUÍMICA PRESENTES EM PUBLICAÇÕES NACIONAIS E ESTRANGEIRAS.....   | 75         |
| <b>4.1.1 Eixos temáticos indicadores e conceitos bioquímicos investigados.....</b>   | <b>76</b>  |
| <b>4.1.2 Aprofundamento dos eixos temáticos indicadores .....</b>  | <b>83</b>  |
| <b>4.1.3 Panorama da produção científica dedicada ao ensino de Bioquímica no Brasil e nos continentes.....</b>   | <b>84</b>  |
| <b>4.1.4 Relação de quase implicação entre as variáveis referentes as categorias: periódica, eixo temático indicador, foco de aprofundamento e local de origem do artigo.....</b>                    | <b>96</b>  |
| 4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS TENDÊNCIAS ENCONTRADAS NA PRODUÇÃO NACIONAL E ESTRANGEIRA DEDICADA AO ENSINO DOS CONCEITOS, PROCESSOS E FENÔMENOS DA BIOQUÍMICA DURANTE OS ANOS DE 2010 A 2019..... | 106        |
| <b>4.2.1 Principais problemáticas abordadas nos periódicos.....</b>  | <b>110</b> |
| <b>4.2.2 Principais problemáticas, objetos e níveis de ensino investigados no contexto dos trabalhos nacionais.....</b>  | <b>112</b> |
| <b>4.2.3 Principais problemáticas, objetos e níveis de ensino investigados no contexto dos trabalhos estrangeiros.....</b>   | <b>128</b> |
| <b>4.2.4 Relações de implicação envolvendo os focos temáticos e as variáveis: periódico, eixo temático, aprofundamento, nível de ensino e local de origem da pesquisa.....</b>                       | <b>143</b> |
| 4.3 A PESQUISA EM ENSINO DE BIOQUÍMICA: UM OLHAR A PARTIR DA TEORIA DOS CAMPOS DE PIERRE BOURDIEU .....  | 165        |
| <b>4.3.1 Eixos temáticos, problemáticas e níveis de ensino mais e menos prestigiados.....</b>  | <b>166</b> |
| <b>4.3.2 Polos de pesquisa dominantes no contexto nacional e internacional ....</b>  | <b>168</b> |
| <b>4.3.3 Denominação do campo científico.....</b>  | <b>170</b> |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>172</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>179</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A Bioquímica enquanto componente curricular está presente nos diferentes níveis de ensino desde a Educação Básica até a Educação Superior, em seus cursos de graduação e pós-graduação (SÁ, 2007). Esses conceitos estão inseridos em vários contextos cotidianos, atravessando distintos níveis de realidade que vão do nível subatômico, permeando os níveis molecular e microscópico, entre outros, até chegar ao nível macroscópico mais acessível ao entendimento dos estudantes (SÁ *et al.*, 2010).

Na literatura dedicada a discutir sobre o ensino de Bioquímica, é possível encontrar relatos de estudantes descrevendo esse componente curricular como sendo uma disciplina de difícil compreensão (ANDRÉ *et al.*, 2017). Essa narrativa pode ser explicada por alguns obstáculos como o alto nível de abstração presente no estudo de estruturas celulares, moleculares e atômicas, assim como nos conceitos processuais que remetem ao metabolismo (SCHOENMAKER, 2009; JOFILI *et al.*, 2010; SOUTHARD *et al.*, 2016). Outra complicação exposta pelos estudantes é a dificuldade de transitar e traçar relações entre conceitos presentes nos universos micro e macroscópicos (JOFILI *et al.*, 2010).

De acordo com Sá (2007), além da abstração e das relações entre os vários níveis de organização biológica, que são obstáculos relacionados a 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.

Behrens (2013) aponta que essas práticas conservadoras foram e ainda são influenciadas pelo pensamento cartesiano-newtoniano. Segundo Capra (2006) esse pensamento analítico começou a encarar o mundo como uma máquina, na qual poderia, em princípio, ser entendida completamente se a mesma fosse analisada a partir de suas menores partes. Essa concepção mecanicista, ao mesmo tempo que permitiu um avanço do conhecimento humano sobre a natureza, também fez com que os fenômenos complexos fossem reduzidos as limitações de nossos conhecimentos (MARIOTTI, 2000).

Deste modo, o pensamento cartesiano-newtoniano



[...] fragmentou o saber, repartiu o todo, dividiu os cursos em disciplinas estanques, em períodos e em séries. Levou as universidades a se organizarem dividindo a ciência em centros, departamentos, divisões e seções. E com esse processo burocrático e robótico restringiu cada profissional a uma especialidade, impulsionando a especificidade, perdendo a consciência global, e provocando o afastamento da realidade em toda sua plenitude (BEHRENS, 2013, p. 22).

Esse modo de olhar a natureza, a ciência e a educação influenciam o professor, refletindo diretamente na maneira como esse aborda o conteúdo disciplinar específico, fragmentado e descontextualizado, buscando a causalidade simples e pautado na mera memorização, tão valorizados no ensino tradicional (CARNEIRO-LEÃO, 2009). Esse ensino ainda tão presente na Educação Básica e na Educação Superior é a principal força motriz para motivar as pesquisas dedicadas a investigar o ensino da Bioquímica, incluindo esta dissertação.

O mestrando responsável por este trabalho, ainda quando estudante de graduação e iniciante nas pesquisas em ensino de Bioquímica, teve a oportunidade de vivenciar esses opostos: de um lado o ensino tradicional e de outro a participação em projetos, estudos e discussões sobre como ensinar os conteúdos bioquímicos numa perspectiva não linear, não simplificadora e não conteudista. Foram essas experiências ainda na graduação que o levaram a continuar pesquisando sobre o ensino da Bioquímica no curso de mestrado.

Durante as leituras realizadas para melhor entender a temática em questão, visualizou-se que o registro do primeiro 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), tendo como problemática a 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 fim década de 1970, pesquisas que abordassem essas temáticas só apareceriam novamente nas reuniões da SBBq a partir dos anos de 1990.

Mesmo a década de 1980 não tendo sido um período de publicações expressivas no ensino brasileiro de Bioquímica, observaram-se ações em diferentes locais, envolvendo docentes universitários, estudantes de graduação e pós-graduação, que contribuíram para o desenvolvimento desse campo científico (LOGUERCIO; SOUZA; DEL-PINO, 2007). Entre essas ações, destacam-se aquelas 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 acabaram sendo foco de discussões nas reuniões anuais da SBBq (LOGUERCIO, SOUZA, DEL-PINO, 2007; SILVA, 2015).

Durante a década de 1990 os estudos sobre a didáticos dos conteúdos bioquímicos continuaram crescendo nos encontros promovidos pela SBBq (PEREIRA; GONÇALVES; HORNINK, 2020). Essa expansão no número de trabalhos apresentados estimularam a sociedade científica a criar em 2001 a Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, um novo espaço para divulgação de artigos sobre a temática.

Numa visão mais atual, é possível apontar um crescimento da produção científica dedicada ao ensino de Bioquímica divulgados no periódico da SBBq, desde a sua criação em 2001 até 2017 (NASCIMENTO; OLIVEIRA; BIANCONI, 2021). Por outro lado, o número de resumos expostos nas reuniões nacionais da sociedade vem decrescendo desde o início da última década (LOGUERCIO, SOUZA, DEL-PINO, 2007; FERREIRA, GONÇALVES, 2017; PEREIRA, GONÇALVES, HORNINK, 2020). Apesar do mapeamento realizado por esses estudos, verificou-se uma lacuna de pesquisas voltadas a examinar essas produções, principalmente os trabalhos publicados em outras revistas científicas.

Desta forma, na busca de compreender melhor o ensino de Bioquímica, optou-se por focar nas produções ligadas a essa temática, analisando os conceitos, problemáticas e níveis de ensino, de acordo com os locais de produção desses trabalhos. Para fundamentar este estudo, recorreu-se aos textos do sociólogo Pierre Bourdieu, em especial aos documentos dedicados a teoria dos campos, de modo a elucidar os caminhos e as escolhas realizadas.

Bourdieu, em suas pesquisas, descreveu e explicou o funcionamento de vários grupos, denominados de campos, presentes no espaço social e constituídos por indivíduos e instituições, que compartilham certas estruturas responsáveis por organizar e determinar as ações e posições desses agentes (BOURDIEU, 2001). Entre os campos descritos pelo sociólogo está o campo científico, definido como um espaço de jogo de uma luta concorrencial, sendo o ambiente em que o conhecimento científico é criado (BOURDIEU, 1983).

Segundo Bourdieu, na busca de reconhecimento e da autoridade científica, os pesquisadores incorporam ideias, teorias, conceitos e métodos anteriormente produzidas e sistematizadas numa nova construção que tentar superar as anteriores, contribuindo de alguma forma, com o tema investigado (BOURDIEU, 1983).

A partir da teoria sociológica de Pierre Bourdieu é possível compreender a produção do conhecimento científico não como um processo individual, mas pelo contrário, como sendo o resultado da colaboração e interação entre cientistas. Assim, reconhecer o conhecimento já construído e legitimado pela própria comunidade científica se torna algo essencial para situar as futuras pesquisas e contribuir para o avanço das investigações sobre determinado tema.

Entre os campos científicos presentes em nossa sociedade, Fere (2010) aponta a Área de Ensino como sendo um subespaço social construído socialmente e constituído tanto pela graduação como pela pós-graduação. Esse espaço possui tradição em ensino e em pesquisa e vem contribuindo para o desenvolvimento nacional.

Contextualizando a existência da Área de Ensino (ou Área 46), observa-se que se trata de uma construção da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), constituída pela nucleação dos programas de pós-graduação (PPG) da antiga Área de Ensino de Ciências e Matemática (ECM) e formalizada no ano de 2000. Tal construção foi justificada pela necessidade de se adequar este campo ao novo movimento de pesquisas que emergiam no Brasil e que divergiam das abordagens epistemológicas de outras áreas de avaliação próximas, como a área de Educação, na qual inicialmente era enquadrado (CAPES 2019a).

As pesquisas dedicadas ao ECM surgiram nas décadas de 1960 e 1970, quando um grupo de pesquisadores com formação nas Ciências Naturais, começam a desenvolver pesquisas em conjunto com outros cientistas de outras áreas do conhecimento, como a Educação, a Psicologia e a História e Filosofia da Ciência (NARDI, 2015). O aumento dessas investigações, justamente com a criação de grupos de pesquisa, sociedades científicas, eventos, e, principalmente, dos PPG específicos, levaram a CAPES a reconhecer esse movimento como um novo campo científico de pesquisa e avaliação em emergência.

Essa expansão nas investigações relacionadas à didática e ao ensino de conceitos, inicialmente realizadas na Biologia, Física, Química, Matemática e Geociências, fez com que pesquisas em outros ramos do conhecimento relacionado às Ciências Naturais e Exatas emergissem (BEJARANO; CARVALHO, 2000), a exemplo da Bioquímica.

Diante do que foi exposto, reconhecendo a necessidade de olhar para os trabalhos dedicados ao ensino de Bioquímica, com a finalidade de contribuir com o desenvolvimento dos estudos desse campo científico e nas discussões sobre a didática desses conteúdos, buscou-se nesta dissertação responder à seguinte questão de pesquisa: *“Como se caracteriza a produção científica dedicada ao ensino da Bioquímica publicada em periódicos nacionais e estrangeiros entre os anos de 2010 a 2019?”*.

### 1.1 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

Assim, guiados pela pergunta central deste trabalho, objetivou-se de maneira geral:

- Analisar a produção científica associada ao ensino de Bioquímica no cenário nacional e internacional

Tendo em vista o objetivo geral que norteou o estudo, foi traçado os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar as temáticas bioquímicas exploradas nas publicações oriundas do contexto nacional e estrangeiro;
- Identificar as principais tendências e lacunas nas investigações referentes ao ensino dos conceitos, estruturas e fenômenos da bioquímica no recorte amostral realizado.

Esta dissertação foi desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências – PPGEC/UFRPE, e se insere na linha de pesquisa: Processos de construção de significados em ensino de Ciências e Matemática, na qual incluem as investigações que propõem analisar as estratégias de ensino-aprendizagem e materiais inovadores produzidos para favorecerem o processo de construção de significados para os conceitos científicos em sala de aula.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, procurou-se descrever o conjunto de teorias e fatos históricos que compõem o aporte teórico utilizado nesta dissertação. Buscou-se ao longo da escrita apresentar e discutir os pensamentos dos autores numa sequência lógica, caminhando de uma temática geral para a mais específica, elucidando e apoiando as escolhas realizadas durante o desenvolvimento deste trabalho.

Esta fundamentação é dividida em três grandes segmentos. Inicia-se com a Teoria dos Campos do sociólogo francês Pierre Bourdieu, descrevendo as relações que compõem os diversos espaços sociais de uma sociedade e como esses vínculos podem levar a formação do conhecimento científico.

Em seguida é realizado um levantamento histórico da constituição e formalização da Bioquímica como disciplina do conhecimento no âmbito internacional; como surgiram as primeiras ações que estimularam o desenvolvimento dos primeiros estudos dedicados ao ensino de seus conceitos, estruturas e fenômenos; e como foi a trajetória desses estudos aqui no Brasil e a relação desses pesquisadores com a Área de Ensino da CAPES.

Na última parte desta seção é descrito o campo científico voltado ao ensino de Bioquímica a partir dos artigos que já examinaram os textos divulgados em jornais científicos e apresentados em eventos específicos da Bioquímica. Toda essa visão teórica pretende contribuir para o conhecimento e delineamento do objeto investigado nesta dissertação: as publicações oriundas de periódicos nacionais e estrangeiros dedicadas ao ensino dos conceitos Bioquímicos.

### 2.1 A TEORIA DOS CAMPOS DE PIERRE BOURDIEU: UM ENTRELAÇAMENTO DO CAMPO CIENTÍFICO E DA PESQUISA CIENTÍFICA NACIONAL.

Nesta seção foram expostas as principais ideias presentes na teoria de Bourdieu sobre o Campo Científico, apresentando os elementos que caracterizam esse *campo*<sup>1</sup>, de

---

<sup>1</sup> Todas as vezes que o termo “campo” aparecer de forma isolada sem um complemento, a exemplo de campo científico, foi utilizado a recurso itálico para indicar que o termo se refere ao conceito desenvolvido por Bourdieu.

modo a nos ajudar a entender melhor as relações que envolvem seus agentes e como isso se reflete no desenvolvimento da Ciência.

Porém, antes que qualquer coisa, é essencial explicar o significado do termo *campo* empregado na obra do sociólogo francês. Massi, Agostini e Nascimento (2021) explicam que Bourdieu construiu o conceito de *campo* em uma associação direta com a noção física de espaço, assim, os *campos* seriam como microcosmos inseridos em um macrocosmo social. Desse modo, segundo os autores, percebe-se que o conceito de *campo* está intimamente relacionado com a noção de espaço, essencialmente, o espaço Social: assim, quanto Bourdieu está se referindo ao campo literário, artístico, universitário ou religioso, ele está tratando de subespaços que estão todos envolvidos por um grande espaço social (MASSI; AGOSTINI; NASCIMENTO, 2021).

Mas como seria esse espaço social? O conceito de *campo* se ancora na noção moderna de espaço físico, em que as dimensões espaciais estão unidas com a dimensão temporal. Por este motivo, tanto o espaço social quanto o *campo* exibem não apenas uma limitação física, mas também temporal, podendo os mesmos sofrerem modificações ao longo da história (BOURDIEU, 2004; MASSI; AGOSTINI; NASCIMENTO, 2021).

Tendo elucidado melhor o termo *campo* empregado por Bourdieu, apresentam-se a seguir as demais características que o definem, sendo os principais elementos o *habitus*, o capital, os agentes e a estrutura do *campo*.

### **2.1.1 *Habitus*: as estruturas socialmente construídas e compartilhadas pelos integrantes de um grupo específico.**

Dentre os conceitos que emergiram na teoria sociológica de Bourdieu, o conceito de *habitus*, sem dúvidas se configura como central, permitindo ao sociólogo traçar uma relação entre o indivíduo e a sociedade. Thiry-Cherques (2006) explica que a definição de *habitus* construída “[...] por Bourdieu foi pensada como um expediente para escapar do paradigma objetivista do estruturalismo sem recair na filosofia do sujeito e da consciência.” (THIRY-CHERQUES, 2006, p. 33). Segundo o autor, o conceito se aproxima da noção de Heidegger do "modo-de-ser no mundo", porém, apresenta características próprias.

Segundo Bourdieu o conceito de *habitus* é definido como um “[...] sistema de disposições socialmente constituídas que, enquanto estruturas estruturadas e estruturantes, constituem o princípio gerador e unificador do conjunto das práticas e das ideologias características de um grupo de agentes” (BOURDIEU, 2007, p. 191). Assim, a partir das concepções traçadas por Bourdieu (2007), percebe-se que o conceito de *habitus* não se configura como um pensamento individual sobre a sociedade ou sobre as ações que cercam o indivíduo; pelo contrário, Bourdieu tenta explicar a partir do conceito de *habitus*, que o comportamento, as ações e formas de agir dos indivíduos são socialmente constituídos.

O conceito de *habitus* ainda explica que essas formas de agir, as ações e os comportamentos construídos socialmente (estruturas estruturadas), também funcionam como estruturas estruturantes, ou seja, estruturam o pensamento de cada agente. Existe, desta forma, uma relação dialética entre as estruturas construídas socialmente e as estruturas internalizadas por cada indivíduo. Por fim, essas estruturas estruturantes, como o *habitus*, constituem o “[...] princípio gerador e unificador do conjunto das práticas e das ideologias características de um grupo de agentes.” (BOURDIEU, 2007, p. 191). Em outras palavras, o *campo* é formado por um grupo de indivíduos que compartilham estruturas, comportamentos e ações, existindo, desta forma, comportamentos que são esperados de cada agente integrantes do grupo.

Thiry-Cherques (2006, p. 33) afirma que “para Bourdieu, o *habitus* é um sistema de disposições, modos de perceber, de sentir, de fazer, de pensar, que nos levam a agir de determinada forma em uma circunstância dada.”. Bourdieu (2001) afirma que essas disposições não são mecânicas e nem determinísticas, mas plásticas e flexíveis, podendo ser fortes ou fracas. Segundo o autor, elas “refletem o exercício da faculdade de ser condicionável, como capacidade natural de adquirir capacidades não-naturais, arbitrárias (BOURDIEU, 2001, p. 189).

Thiry-Cherques explica ainda que essas disposições

São adquiridas pela interiorização das estruturas sociais. Portadoras da história individual e coletiva, são de tal forma internalizadas que chegamos a ignorar que existem. São as rotinas corporais e mentais inconscientes, que nos permitem agir sem pensar. O produto de uma aprendizagem, de um processo do qual já não temos mais consciência e que se expressa por uma atitude "natural" de nos conduzirmos em um determinado meio. (THIRY-CHERQUES, 2006, p. 33).

Entende-se então que o *habitus* é uma estrutura social internalizada inconscientemente, que constitui a maneira como cada um de nós percebe, julga e valoriza o mundo, configurando ainda a nossa forma de agir (THIRY-CHERQUES, 2006). Thiry-Cherques (2006) também escreve que o termo *habitus* foi adotado por Pierre Bourdieu para diferenciá-lo de outros conceitos como hábito, costume, praxe e tradição. Assim, o conceito de *habitus* denota a um sistema de disposições duráveis e transferíveis, que desempenham um papel de gerar e organizar práticas e representações, estando associado a uma classe particular de condições de existência.

Araújo e Oliveira (2013) afirmam que o *habitus* incorpora tanto as representações sobre si quanto da realidade, considerando também o sistema de práticas em que o agente se inclui, seus valores e crenças que veicula, suas aspirações e identificações. Segundo os autores, “[...] o *habitus* opera na incorporação de disposições que levam o indivíduo a agir de forma harmoniosa com o histórico de sua classe ou grupo social, e essas disposições incorporadas se refletem nas práticas objetivadas do sujeito” (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2013, p. 217). Bourdieu (2007) afirma que o *habitus* também pode ser visto como uma síntese dos modos de vida e dos gostos pelos quais cada indivíduo aprecia o mundo e se comporta nele.

O sociólogo explica ainda que os *habitus* incorporados pelos agentes sociais, indivíduos ou grupos variam no tempo e no espaço, e que cada indivíduo ao nascer até a sua morte, absorve novas disposições e reestrutura seus *habitus*, (BOURDIEU, 2004). Assim, o *habitus* é tanto individual quanto coletivo, é um princípio gerador e unificador de uma coletividade (BOURDIEU, 2005), é a interiorização da objetividade social que produz uma exteriorização da interioridade, são estruturas compartilhadas por um grupo social específico (BOURDIEU, 2001).

Como proposto pelo próprio Pierre Bourdieu, todo *habitus* é coletivo, sendo compartilhado por indivíduos que participam de um determinado grupo social, denominado de *campo*. Cada *campo* social apresenta características, objetivos e ações próprias que as difere de outros. Entre os campos investigados pelo sociólogo, destaca-se aqui o Campo Científico.



### 2.1.2 O campo de Bourdieu: uma luta pela acumulo de capital social.

Como indicado anteriormente, o campo científico é um conceito presente na Teoria Sociológica de Bourdieu que foi essencial no desenvolvimento desta dissertação. Entretanto, faz-se necessário descrever um pouco mais sobre as principais características de um *campo*.

Segundo Carvalho (2003) o *campo* é constituído por estruturas que possuem o papel de reproduzir as hierarquias que o definem, ou seja, o *habitus*. Thiry-Cherques (2006, p. 35) explica que todo *habitus* é referido a um *campo*, estando presente “[...] entre o sistema imperceptível das relações estruturais, que moldam as ações e as instituições, e as ações visíveis desses atores, que estruturam as relações.”.

O conceito de *campo* está relacionado aos diferentes espaços da vida social ou da prática social, que apresenta estrutura própria e relativamente autônoma com relação a outros subespaços ou campos sociais (GARCIA, 1996). Cada subespaço social possui sua própria lógica, cada *campo* se organiza em torno de práticas e objetivos específicos e, apesar das características compartilhadas por todos os demais *campos*, cada um apresenta características próprias, não reproduzida e nem irredutível à lógica que rege os demais.

Bourdieu (1996) descreve que o *campo* é estruturado em torno de dois polos: a parte dominante e a parte dominada. A ponta dominante é ocupada por agentes que tem o máximo de capital social, já na ponta dominada, exibe agentes que possuem pouca ou não apresentam esse capital social específico, que determina o espaço em questão.

Para cada *campo* existente há um capital específico acumulado ao longo de várias lutas anteriores e que são distribuídas de forma distinta entre os agentes e as instituições que compõem. É essa distribuição que configura a estrutura desse subespaço social, estabelecendo um estado de relações de força que age sobre todos os participantes engajados no *campo* (MASSI; AGOSTINI; NASCIMENTO, 2021).

Bourdieu (1996) descreve a estrutura do *campo* da seguinte maneira:

“[...] ao mesmo tempo, como um campo de força, cuja necessidade se impõe aos agentes que nele se encontram envolvidos, e como um campo de lutas, no interior do qual os agentes se enfrentam, com meios e fins diferenciados conforme sua posição na estrutura do campo de forças, contribuindo assim para a conservação ou a transformação de sua estrutura. (BOURDIEU, 1996, p. 50).

Neste subespaço social, o agente participante conduz e orienta as suas estratégias de acordo com a função da sua posição no interior do *campo*, de modo que as ações realizadas têm sempre como objetivo maximizar os lucros, o capital social. Assim, cada agente investe em um determinado tipo de capital, buscando sempre uma maneira de acumulá-lo o mais rapidamente possível. Esse investimento depende evidentemente da posição atual e potencial ocupada pelo agente no interior do *campo*. Logo, como apontado por Carvalho (2003) não existe neutralidade nas ações realizadas pelos participantes, pois toda realização pressupõe necessariamente uma série de interesses em jogo.

Esses interesses colocados em jogo são denominados pelo sociólogo como sendo o *capital*<sup>2</sup>. O conceito de *capital* utilizado por Bourdieu deriva do conceito de capital da noção econômica, ou seja, um conjunto de bens, que pode ser acumulado a partir de operações de investimento, ser transmitido por herança e ser reproduzido conforme as habilidades de seu investidor. No entanto, o conceito de *capital* de Bourdieu vai além da visão econômica, pois ele também está relacionado aos bens culturais, sociais e simbólicos que podem ser trocados por benéficos e lucros vantajosos. No Quadro 1 são descritos alguns tipos de *capital* de acordo com diferentes *campos* descritos na Teoria Sociológica de Bourdieu.

Quadro 1 – Diferentes tipos de *capital* presentes na Teoria Sociológica de Pierre Bourdieu.

|   |
|---|
| <p><b>Capital Econômico</b><br/>No campo econômico, o capital corresponde a posse de renda, de riqueza material, salário, dinheiro, ações e bens materiais como patrimônio e imóveis.</p>   |
| <p><b>Capital Cultural</b><br/>Compreende o conhecimento, as habilidades, as informações etc., correspondentes ao conjunto de qualificações intelectuais produzidas e transmitidas pela família, e pelas instituições escolares, sob três formas: o estado incorporado, como disposição durável do corpo (por exemplo, a forma de se apresentar em público); o estado objetivo, como a posse de bens culturais (por exemplo, a posse de obras de arte); estado institucionalizado, sancionado pelas instituições, como os títulos acadêmicos.</p> |
| <p><b>Capital Social</b><br/>É o conjunto de acessos sociais, que compreende o relacionamento e a rede de contatos, são as relações sociais que podem ser revertidas em capital, relações que podem ser capitalizadas.</p>  |
| <p><b>Capital Simbólico</b><br/>Este capital correspondente ao conjunto de rituais de reconhecimento social, e que compreende o prestígio e/ou honra, entre outras formas. O capital simbólico pode ser descrito como uma síntese dos demais (cultural, econômico e social).</p>  |

Fonte: Elaborado a partir de Thiry-Cherques (2006)

<sup>2</sup> Para facilitar a distinção do termo “capital” utilizando por Bourdieu e pela abordagem econômica, o termo utilizado pelo sociólogo será destacado todas as vezes que aparecer de forma isolada.

Cada campo social apresenta uma forma dominante de capital. Por exemplo, no campo econômico, essa forma dominante é a posse do capital econômico e de bens materiais, enquanto que no campo cultural é a posse do capital cultural e, no campo científico, é a posse da autoridade científica (GARCIA, 1996). Assim, como nos confrontos políticos ou econômicos, os agentes necessitam de um montante de capital para ingressarem no *campo* e, de forma inconsciente, fazem o uso de estratégias que permitem conversar ou conquistar posições, em uma luta que é tanto explícita, material e política, quanto simbólica, em que são colocados em jogo os interesses de conversação contra os interesses de subversão da ordem dominante do campo (THIRY-CHERQUES, 2006).

Bourdieu (2004) escreve que o determinante da vida em um *campo* é a ação dos grupos e agentes, constituídos e constituintes das relações de força, que investem dinheiro, tempo e trabalho, sendo o retorno de todo esse esforço pago de acordo com a economia particular de cada *campo*. Todos os *campos* vivem o conflito entre os agentes dominantes e os dominados, ou seja, entre os indivíduos que monopolizam o *capital* específico do *campo*, através da violência simbólica contra os agentes que reivindicam, lutam contra a dominação (BOURDIEU, 2003).

Thiry-Cherques (2006, p. 37) coloca que essa “[...] dominação é, em geral, não evidente, não explícita, mas sutil e violenta.”. Essa violência simbólica legítima dentro de cada *campo*, inerente ao sistema, cujas instituições e práticas revertem, de forma inabalável diante de súplicas e rogos, os ganhos de todos os tipos de *capital* para os agentes dominantes. Essa violência está presente no discurso do mestre, na autoridade do burocrata, na atividade do intelectual.

Um ótimo exemplo utilizado pelo sociólogo é a escola, na qual o capital cultural, exigido, privilegiado, é do polo dominante. Essa dominação não é efeito direto de uma luta aberta de classes, como classe dominante contra classe dominada, mas sim do resultado de um conjunto complexo de ações infra conscientes, que cada um dos agentes e cada uma das instituições dominantes impõem sobre os demais (BOURDIEU, 2005).

Bourdieu sustenta que os agentes e as instituições dominantes tendem a impor a sua cultura, de modo a reproduzir o *habitus* e as desigualdades sociais, através das maneiras de falar, de trabalhar e de julgar. Para Bourdieu, a família, a escola e o meio não

só reproduzem as desigualdades sociais, como também as legitimam, de forma inconsciente (DUBET, 1998).

No entanto, os *campos* não são estruturas fixas, mas sim, produtos da história das suas posições constitutivas e das disposições que elas privilegiam. Ele é fruto de processos de diferenciação social, da forma como os agentes são e do conhecimento do mundo, são espaços estruturados de posições em um determinado momento, cada *campo* cria o seu próprio objeto, seja ele, artístico, educacional, político, dentre outros, e o seu princípio de compreensão (THIRY-CHERQUES, 2006). O *campo* estrutura o *habitus* e o *habitus* constitui o *campo*, sendo o *habitus* a internalização da estrutura social, enquanto que o *campo* é a exteriorização do *habitus* (VANDERNBERGLE, 1999; BOURDIEU, 2007).

Percebe-se então que Bourdieu define os conceitos de *habitus* e de *campo* de forma relacionada, não existindo um sem o outro. O *habitus* representa as estruturas estruturantes, construídas socialmente presentes em um determinado *campo*, que cada agente internaliza e que molda a sua forma de agir, ver e atuar na sociedade. Por sua vez, o *campo* consiste no espaço social em que esses agentes estruturados socialmente agem, lutam, vivem, de forma a preservar ou transformar essas estruturas e hierarquias sociais que são transmitidas pelo *habitus*.

Carvalho (2003, p. 108) explica que a criação de um *campo* é efetivada por agentes “[...] portadores de uma perspectiva *heterodoxa* do mundo e que são capazes de estabelecer novos conteúdos e novas relações de poder entre os atores.”. Segundo Thiry-Cherques (2006) a *doxa* corresponde a uma opinião consensual, ou seja, são as leis que regem e que regulam a luta pela dominação no *campo*, e, portanto, corresponde ao *habitus* presente no subgrupo social. Já a *heterodoxa* se configura como um questionamento a *doxa*, sendo uma desnaturalização dessa *doxa* devido ao surgimento de uma *doxa* alternativa. Esse pensamento alternativo, pode modificar e levar ao surgimento de novos *habitus* e, conseqüentemente, de novos *campos* sociais.

A sociedade, então, apresenta-se organizada em diversos segmentos. Cada um desses segmentos pode ser caracterizado como um *campo*, como por exemplo, a religião, economia, cultura, política, entre outros. Por sua vez, cada um desses *campos* possui suas

próprias leis, não impedindo que esses apresentem interfases com os acontecimentos dos demais *campos* (BOURDIEU, 1983).

### **2.1.3 O *campo* científico: a busca da autoridade científica e a construção de conhecimento.**

Entre os subespaços sociais estudados por Bourdieu, destaca-se o *campo* científico. O sociólogo se refere a esse como sendo um espaço de jogo de uma luta concorrencial, sendo o ambiente no qual o conhecimento científico é criado.

O campo científico, enquanto sistema de relações objetivas entre posições adquiridas (em lutas anteriores), é o lugar, o espaço de jogo de uma luta concorrencial. O que está em jogo especificamente nessa luta é o monopólio da "autoridade científica" definida, de maneira inseparável, como capacidade técnica e poder social; ou, se quisermos, o monopólio da competência científica, compreendida enquanto capacidade de falar e de agir legitimamente (isto é, de maneira autorizada e com autoridade), que é socialmente outorgada a um agente determinado. (BOURDIEU, 1983, p. 122).

Para o Bourdieu o *campo* científico é um sistema de relações objetivas entre indivíduos de diferentes posições, é um espaço de luta, em que esses indivíduos competem pelo monopólio do capital social em jogo no *campo* da ciência (a autoridade científica), ou seja, ter o poder de impor os critérios que definem o que é e o que não é científico (GARCIA, 1996). Essa forma de *capital* se configura como a capacidade técnica e o poder social de agir e falar de forma legítima e outorgada para um agente ou grupo de agentes presentes no interior do próprio *campo* (BOURDIEU, 1983).

Garcia (1996) explica que, segundo Bourdieu, os pesquisadores presentes no *campo* científico tendem a concentrar suas pesquisas em torno de problemas mais prestigiosos, de forma a conferirem maior visibilidade e autoridade científica aos que a eles se dedicam. Isso acontece, porque neste subespaço social, assim como os demais, existe uma distribuição desigual da legitimidade científica, o que leva os seus agentes, a escolherem temas e problemáticas de pesquisas que lhes permitam ter uma maior visibilidade científica, esse fenômeno também explica o fluxo de migração que muitos pesquisadores realizaram para objetos menos prestigiosos, acreditando que esses objetos possuem uma menor concorrência em relação ao número de pesquisas e, por isso, possuem uma maior possibilidade de obter destaque e reconhecimento (GARCIA, 1996).

Feres (2010) explica que para ser considerado importante e interessante, o tema escolhido para a pesquisa deve trazer uma possibilidade de ser notado como importante

e ter interesse para os demais participantes do *campo*, de forma, a ter chance de trazer ao cientista visibilidade e reconhecimento.

Segundo Bourdieu (1983) na busca de acumular o capital científico e de se destacar daqueles que o precederam, o “aspirante” a consagração científica, ou seja, o detentor de pouco capital científico, tem que necessariamente incorporar os conceitos, ideias, teorias e métodos já produzidas e sistematizadas numa construção nova que tenta superar as anteriores.

É justamente nesse jogo de lutas para superar os conhecimentos já produzidos e sistematizados, que os fins particulares de reconhecimento e legitimidade dos pesquisadores acabam se transformando em algo benéfico para o progresso da ciência. Assim, a partir de uma lógica própria do funcionamento do *campo*, essas disputas levam à ampliação do grupo de conhecimentos científicos (BOURDIEU, 1983). Para Oliveira (2001), o campo científico só avança quando existe uma condição para que diferentes teorias, muitas vezes opostas e contraditórias, comuniquem-se, pois é através dessas novas relações que um novo conhecimento é gerado.

Feres (2010), tendo como base o conceito de campo científico elaborado por Bourdieu, esclarece que a produção do conhecimento nesse subespaço social não é uma produção isolada, mas sim coletiva. Segundo o autor:

[...] a produção do conhecimento científico não é um processo individual, pelo contrário, é resultado da colaboração e interação entre cientistas. Assim, os grupos de pesquisa podem ser compreendidos como células onde um conjunto de pesquisadores se organiza em torno de um determinado tópico, pelo qual nutrem interesse comum. Os grupos de pesquisa reúnem pesquisadores experientes, alunos de doutorado e mestrado e alunos de graduação envolvidos em projetos de pesquisa, ambiente no qual há um intenso e constante compartilhamento de conhecimento científico. Normalmente, as atividades científicas em uma universidade estão vinculadas a esses grupos de pesquisa. (FERES, 2010, p. 47).

O conceito de campo científico, desenvolvido por Pierre Bourdieu, traz uma visão sociológica sobre a produção do conhecimento científico, na qual se pode perceber que um dos movimentos motivadores para o seu desenvolvimento é o acúmulo da autoridade científica. Esta é, portanto, determinante para que os pesquisadores invistam em suas pesquisas tempo e dinheiro, entre outros recursos sociais, bem como a escolha dos próprios objetos de investigação em prol do capital em jogo no campo científico. Na busca de se destacar dos demais e ser reconhecido pelas pesquisas desenvolvidas, os agentes

utilizam conceitos, ideias, teorias e métodos já produzidos e sistematizados numa construção diferenciada que tenta superar as anteriores, o resultado é a produção de novos conhecimentos científicos e, conseqüentemente, o avanço do campo científico.

Bourdieu também deixa claro que a legitimação desses conhecimentos produzidos se dá pelos próprios pares presentes no interior do campo científico, ou seja, a aprovação das pesquisas realizadas para o ganho da autoridade científica é aprovada, legitimada, pelos próprios agentes presentes no *campo*. Como explicado por Garcia:

Pode-se, então, depreender que as hierarquias no interior do campo científico se constituem pela posse de uma parcela ou menor de legitimidade científica. Como anteriormente se apontou, a atribuição dessa forma de legitimidade que implica a autoridade científica é tarefa dos próprios pares concorrentes no interior do campo. É tanto mais um processo interno ao próprio campo quanto maior for o grau de autonomia do campo ou da disciplina científica considerada. (GARCIA, 1996, p. 70).

Esse processo de legitimação do conhecimento produzido por um agente ou grupos de agentes é conhecida no campo científico como avaliação por pares, aplicada na academia desde as defesas de trabalhos de conclusão de cursos (TCC), monografias, dissertações e teses, ou na submissão de trabalhos em eventos científicos ou de artigos em periódicos. É justamente nessas bancas, formadas por agentes de maior autoridade científica, que ocorrem a avaliação do trabalho e sua validação, contribuindo para o produto final dos pesquisadores aspirantes e conferindo crédito, importância e reconhecimento ao conhecimento gerado.

#### **2.1.4 As relações entre o *campo* científico e a estrutura da pesquisa científica nacional.**

A sociedade brasileira é formada por muitos espaços sociais, mas nem todos podem ser considerados como um *campo*. Como descrito acima, a teoria de Bourdieu descreve alguns elementos essenciais que caracterizam um campo, sendo eles o *habitus*, o capital social, a distribuição desigual e a luta pelo acúmulo desse *capital* os principais itens indicadores. Mas será que realmente os grupos de pesquisadores e instituições brasileiras podem ser considerados como um campo científico?

No Brasil as pesquisas científicas essencialmente são realizadas nas instituições de ensino superior, principalmente no contexto dos PPG, que por sua vez, são organizados, incentivados e avaliados pela CAPES. Esse órgão do governo federal divide

os PPG em quatro níveis, caminhando do mais geral ao mais específico: “Colégio”, “Grandes Áreas”, “Áreas<sup>3</sup>” e “Especialidade” de acordo com afinidade e a proximidade de cada um (CAPES, 2019b).

Partindo dos elementos norteadores discutidos por Bourdieu para caracterizar um *campo*, é possível enxergar a presença de todos esses elementos na Pós-graduação brasileira e, conseqüentemente, nos grupos formalizados pela CAPES. Os PPG são formados por agentes e instituições que pesquisam e ensinam uma determinada temática, ligada a uma disciplina (conhecimento), e é justamente nessas entidades que o *habitus* compartilhado pelos agentes é transferido para os aspirantes a consagração científica (BOURDIEU, 2005).

A transmissão desse *habitus* é mediado a partir dos docentes que fazem parte do PPG e de outros colaboradores - esses são agentes já consagrados e que exibem um grande volume de *capital* oriundo de lutas anteriores. Os estudantes são orientados pelos docentes do PPG, que ao mesmo tempo que contribuem para o desenvolvimento do *capital* científico do seu orientando, continuam aumentando seu próprio *capital*. Esse reconhecimento científico facilita o acesso dos agentes que compõem o *campo* a financiamentos, participação de comissões, cargos e progressões em plano de carreira (FERES, 2010).

Massi, Agostini e Nascimento (2021) explicam que o conceito de *capital* exige a identificação de determinado reconhecimento e rentabilidade. Deste modo, para Bourdieu, o *capital* de um determinado *campo* pode ser trocado por benefícios e/ou lucros vantajosos.

É também graças ao desejo de chegar ao posto de líder da Ciência, de ter mais chance de ganhar visibilidade e reconhecimento, que são escolhidos os temas a serem investigados pelos próprios pesquisadores (FERES, 2010). Durante o período em que os estudantes estão vinculados aos PPG, na busca da autoridade científica, produzem e contribuem para o desenvolvimento da ciência e do *campo* através de suas produções. Esses conhecimentos gerados são legitimados pelos já consagrados em diversos

---

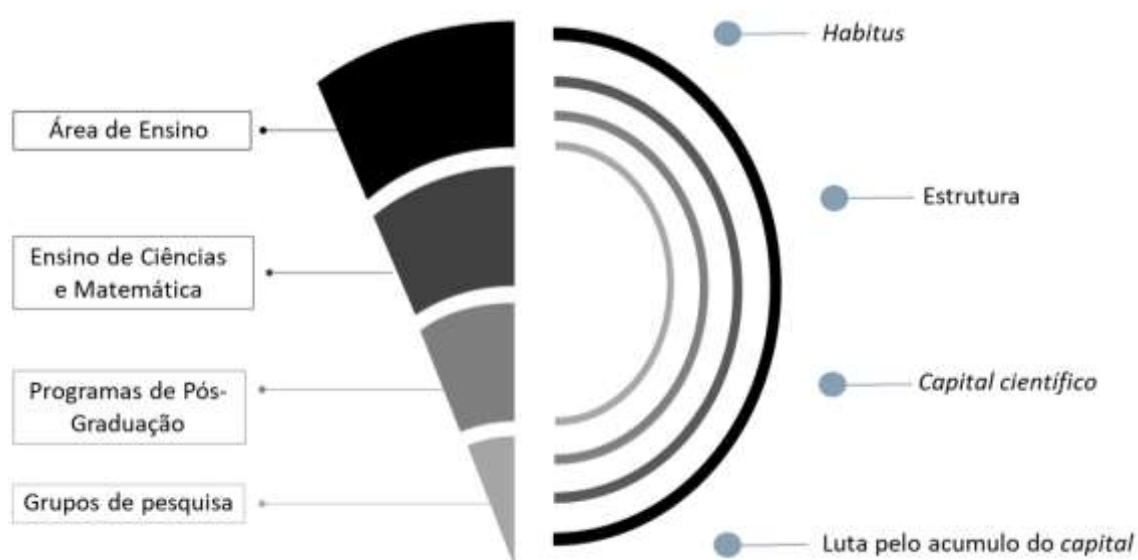
<sup>3</sup> Buscou-se diferenciar com o uso das aspas (“”) o termo área empregado pela CAPES.



momentos, seja nos exames de qualificação e defesa ou na submissão de trabalhos e artigos em eventos ou periódicos científicos.

Até aqui é possível perceber que a Pós-graduação brasileira também pode ser vista sob a ótica de Bourdieu. No entanto, faz-se necessário explicar que não existe uma limitação do que poderia ser ou não um campo científico. Durante o texto, buscou-se comparar a estrutura presente nos PPG com a teoria de Bourdieu, significando que a partir do pensamento do sociólogo é possível enxergar a Pós-graduação e suas “áreas” como um *campo* ou vários *campos*, dependendo da posição observada. Na Figura 1 é ilustrado o ponto de vista empregado nesta dissertação.

Figura 1 – Elementos que constituem o *campo* de Bourdieu e a estrutura da pesquisa científica nacional, com foco para a área de Ensino.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Como é possível observar, de acordo com Bourdieu, os elementos que constituem um *campo* podem ser encontrados em um grupo de pesquisa, um PPG ou em uma das subdivisões das “áreas” pela CAPES. Não existe uma restrição espacial para definição de um *campo*, sendo necessário que o mesmo seja composto por um grupo de indivíduos ou instituições que compartilhem entre si um *habitus*, alocados em uma estrutura determinada pela quantidade de *capital* acumulado e que apresentem estratégias que busquem modificar ou conservar as suas posições.

Feres (2010) escreve que a partir das conceituações realizadas por Bourdieu, pode-se dizer que atual Área de Ensino corresponde a um campo científico, sendo um segmento da sociedade, um subespaço social, constituindo-se tanto na graduação quanto, e

principalmente, na Pós-graduação, sendo socialmente construída e exibindo status perante o sistema de Pós-graduação Brasileira/CAPES, possuindo tradição em ensino e pesquisa com a contribuição de instituições nacionais e estrangeiras, e se constituindo desse modo uma área específica de formação e cidadania, na qual ocorre a criação do conhecimento.

Esta "área", assim como nas demais, é regida por leis próprias e apresenta interfaces multidisciplinares em relação às demais disciplinas (conhecimento) já reconhecidas. Também se constitui como um espaço de luta pelo monopólio da autoridade científica, na qual os intelectuais que ocupam posições de liderança detêm uma maior visibilidade no campo político junto às sociedades constituídas nacional e internacionalmente, sendo convidados para lugares em destaque nos eventos e possuem seguidores de suas ideias, manifestadas em publicações ou citações entre os pares (FERES, 2010).

Por fim, esse campo científico ainda apresenta um sistema aberto de disposições (*habitus*) o qual compreende os elementos que organizam os programas, cursos, grupos, linhas e projetos realizados. Sendo essas estruturas estruturantes compartilhadas pelos agentes, capazes de sofrer modificações decorrentes de novas experiências, descobertas e contribuições e que são compartilhadas, assimiladas e internalizadas pelos agentes do grupo (FERES, 2010).

## 2.2 O CAMPO CIENTÍFICO DEDICADO AO ENSINO DE BIOQUÍMICA: UMA CAMINHADA NA SUA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA.

Na busca de compreender melhor esse subespaço social formado por indivíduos que pesquisam sobre o ensino da Bioquímica, procurou-se realizar um breve apanhado histórico desde o reconhecimento da Bioquímica como uma disciplina até o surgimento das primeiras investigações referentes ao ensino desses conceitos.

### **2.2.1 Reconhecimento da Bioquímica como disciplina e o pontapé para as primeiras pesquisas voltadas ao ensino desses conceitos.**

A história da consolidação da Bioquímica como disciplina, ou seja, como um ramo do conhecimento científico, vem do início do século XX. Slater (2005) explica que durante essa época a Bioquímica ainda estava florescendo como disciplina e que ainda

não existiam encontros internacionais específicos. Porém, os bioquímicos eram muito bem representados nos congressos internacionais de Fisiologia antes da Segunda Guerra Mundial (1939-1945).

Durante a guerra, a colaboração entre os cientistas foi prejudicada. Buscando reverter esse processo, a Sociedade de Bioquímica Britânica solicitou aos integrantes da Sociedade de Fisiologia, que realizariam em 1947 em Oxford, Inglaterra, o 17º Congresso Internacional de Fisiologia, um convite geral do evento para o grupo de bioquímicos. Todavia, esses receberam a notícia que não seria possível a realização do convite e que seus artigos deveriam ser apresentados por pesquisadores bioquímicos que também fossem membros da Sociedade de Fisiologia (SLATER, 2005).

Assim, esse acontecimento acabou se tornando um estopim para um conjunto de ações que levariam ao reconhecimento da Bioquímica como uma disciplina. O primeiro Congresso Internacional de Bioquímica foi realizado em Cambridge em 1949, sendo organizado pela Sociedade de Bioquímica Britânica (HAYAISHI, 2005). Durante o congresso foi constituído o Comitê Internacional de Bioquímica (ICB), com 20 membros de 14 países, com o intuito de obter do Conselho Internacional de Uniões Científicas (ICSU<sup>4</sup>) o reconhecimento como organização internacional representativo da Bioquímica, e assim, constituir formalmente a União Internacional de Bioquímica (IUB<sup>5</sup>) (HAYAISHI, 2005; SLATER, 2005).

Em 1951 o comitê realizou o pedido oficial ao ICSU, mas não foi aprovado. No entanto, mesmo sem o reconhecimento da ICSU, em 1953 foi criada a União Internacional de Bioquímica, sendo está reconhecida pelo conselho dois anos depois da sua criação, em 1955 (HAYAISHI, 2005). Segundo Slater (2005) o motivo para a demora da afiliação da IUB na ICSU foi o fato de que alguns químicos europeus seniores ainda não compreendiam totalmente, que a bioquímica havia se afastado da ênfase nas estruturas químicas de produtos naturais e voltado seu foco na dinâmica dos processos celulares, motivo pelo qual contribuiu para os bioquímicos quererem o reconhecimento da sua independência da química (SLATER, 1980).

Durante o passar dos anos a IUB realizou várias assembleias e congressos que levaram ao desenvolvimento e consolidação da união, entre as pequenas mudanças feitas

---

<sup>4</sup> Sigla do inglês *International Council of Scientific Unions*.

<sup>5</sup> Sigla do inglês *International Union of Biochemistry*.

durante as assembleias gerais, está a alteração do nome da união para União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular (IUBMB<sup>6</sup>), feita durante a 15ª Assembleia em Jerusalém em 1991 (SLATER, 2005).

As ações voltadas a Educação Bioquímica surgiram a partir de 1970, quando o Conselho da até então IUB formou o Comitê de Educação sob a liderança do bioquímico inglês Peter N. Campbell (CAMPBELL, 2005). A primeira atividade desse comitê foi o lançamento do Boletim Informativo intitulado *Biochemical Education*, que anos depois se tornaria um periódico da IUB sob o título de *Biochemistry and Molecular Biology Education* (SLATER, 2005).

Além da criação do boletim, o 9º Congresso da IUB realizado em Estocolmo no ano de 1973 dedicou uma sessão para a discussão sobre o ensino e carreiras em Bioquímica. Nos anos seguinte, essa temática voltada ao ensino de Bioquímica esteve presente em todos os congressos e em encontros promovidos pelo comitê em vários países no formato de *Workshops* (CAMPBELL, 2005; SLATER, 2005).

### **2.2.2 Consolidação da Bioquímica no Brasil e o início das pesquisas voltadas ao ensino desses conceitos.**

No Brasil, a história da Bioquímica se inicia no fim da década de 1960 com a criação da Sociedade Brasileira de Bioquímica (SBBq), em 1967 por lideranças científicas da área de Bioquímica. Os encontros providos pela sociedade eram realizados em São Paulo, chamados de Seminários de Bioquímica, compostos por conferências e debates que incluíam desde temas voltados a ciência até a política nacional e a organização da sociedade (SBBq, 2021).

Além desses seminários realizados em São Paulo, a SBBq também realizava encontros, em um âmbito nacional, durante as reuniões anuais promovida pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) - uma sociedade científica fundada em 1948 com o objetivo de reunir cientistas em prol do desenvolvimento e da consolidação da ciência no Brasil - que aconteciam em Salvador – BA (SBPC, 2004).

Nessas reuniões vários grupos de cientistas de diversos ramos da ciência se encontravam e discutiam sobre suas questões. No entanto, um grupo de bioquímicos, liderados pelo professor Carlos Ribeiro Diniz, entraram num consenso de que os

---

<sup>6</sup> Sigla do inglês *International Union of Biochemistry and Molecular Biology*.

encontros anuais da SBPC já não continham mais esses grupos de bioquímicos, levando a SBBq a criar o I Encontro de Bioquímica em 1972, em Caxambu - MG, ponto equidistante dos três estados que concentravam os pesquisadores da área: Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo (SBBq, 2021).

A legitimação e consolidação da comunidade de bioquímicos começou nesses encontros promovidos pela SBBq em Caxambu, onde se reuniam anualmente para discutir o desenvolvimento da Bioquímica docentes e alunos da pós-graduação, sendo organizadas conferências plenárias e apresentações orais de cartazes. Em 1975, esse evento começou a ser chamado de Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica. Com o passar dos anos esses encontros aumentaram de tamanho, deixando de ser sediados em Caxambu e sendo realizado em outros locais (SBBq, 2021).

Entre as diversas mudanças ocorridas na associação, destaca-se a decorrida durante a XVII Reunião Anual, realizada em 1988, em uma Assembleia Geral Ordinária, em que o nome da sociedade passa a ser denominada de Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, haja vista que a Biologia Molecular começava a se firmar e a crescer no Mundo e no Brasil (SBBq, 2021).

A SBBq teve um papel decisivo no crescimento e amadurecimento da bioquímica brasileira, durante os seus trinta e três anos de existência, propondo planos e ações que contribuíram para a formulação de políticas nacionais, para educação e para o desenvolvimento científico-tecnológico, principalmente nos aspectos mais relacionados a sua área específica de atuação (SBBq, 2021).

Loguercio, Del-Pino e Souza (2003) resgatam que o primeiro trabalho relacionado ao ensino de Bioquímica foi um resumo apresentado em um encontro da SBBq no ano de 1979. O resumo exposto abordava uma problematização relativa à organização curricular dos cursos de saúde. No entanto, nos anos que prosseguiram, essa temática não veio a aparecer, ficando silenciada nas Reuniões Anuais da SBBq até a década de 90, quando surgiu como um novo espaço nas reuniões denominada de Seção de Educação em Bioquímica.

Apesar da temática referente ao ensino da Bioquímica não aparecer durante toda a década de 80 nas reuniões anuais da SBBq, existiu nessa época, uma movimentação de professores da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) e da UFRGS

(Universidade Federal do Rio Grande do Sul) em buscar alternativas educacionais para o ensino dos conteúdos bioquímicos (LOGUERCIO; SOUZA; DEL-PINO, 2007).

Segundo Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) na UFRJ, no ano de 1982, iniciou-se uma formação para pesquisadores buscando capacitá-los na orientação de graduandos, como consequência, houve uma ampliação do número de estudantes chegando à pesquisa em laboratório. Essa ação levou os professores a enxergarem a aprendizagem de Bioquímica em outros lugares fora da sala de aula, motivando os docentes participantes do projeto, a realizarem ações extra universidade, aventurando-se na escola básica. Esses projetos e ações foram assunto de discussões em reuniões da SBBq durante a década de 90.

Também na UFRJ, entre as décadas de 70 e 80, professores e estudantes de pós-graduação do antigo Departamento de Bioquímica Médica<sup>7</sup>, liderados pelo Professor Leopoldo de Meis, propuseram o uso do método de aprendizagem Discovery em sala de aula. Essa proposta de ensino buscou apresentar o conteúdo de Bioquímica desafiando os estudantes a interpretar dados originais das principais descobertas bioquímicas. Desta forma, os temas bioquímicos em estudo eram apresentados através de experimentos clássicos que levavam às conclusões originalmente obtidas (SILVA, 2015).

Durante a década de 1970 a UFRGS também teve um papel importante na história das pesquisas em ensino de Bioquímica. Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) e Wannmacher (2014) descrevem que o departamento de Bioquímica da UFRGS foi produtor de alguns materiais didáticos como: livros, sendo quatro livros de Bioquímica Prática, um livro de Bioquímica Fundamental e um de Bioquímica Médica; e vários artigos científicos tendo como foco a pesquisa em ensino de Bioquímica. Esse departamento foi um dos primeiros a implementar o ensino em grupo e o ensino de Bioquímica orientado para a solução de problemas médicos para estudantes do Curso de Medicina (LOGUERCIO; SOUZA; DEL-PINO, 2007).

Wannmacher (2014) ainda aponta que o departamento de Bioquímica da UFRGS estimulou a formação docente, oferecendo duas disciplinas aos estudantes de pós-graduação: a Metodologia do Ensino de Bioquímica e Prática de Ensino em Bioquímica,

---

<sup>7</sup>O antigo Departamento de Bioquímica Médica da UFRJ hoje é denominado como Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis.

proporcionando aos estudantes da pós-graduação um espaço para repensar e refletir sobre diferentes estratégias de ensino, bem como planejar, executar e avaliar projetos referentes ao Ensino de Bioquímica para estudantes de pós-graduação.

A relação do Departamento de Bioquímica da UFRGS com o Departamento de Bioquímica Médica da UFRJ, através da equipe do Prof. Leopoldo de Meis, permitiu que atividades voltadas para a formação em Educação em Ciências fossem realizadas a partir de 1985. Essas ações fizeram com que o PPG em Bioquímica da UFRGS, em 1993, criasse a linha de Pesquisa: Estudos em Educação em Ciências. Posteriormente, com o aumento do número de pesquisas, da ampliação do *campus* da UFRGS participantes, e das ações realizadas pelos professores e estudantes do programa, fez com que os docentes atuantes da linha, encaminhassem a documentação para a criação do PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGQVS), aprovado em 2004 pela CAPES (PPGEC, 2020).

Um ponto importante visto neste pequeno percurso histórico levantado até o momento, é que as pesquisas dedicadas ao ensino de Bioquímica se iniciaram em departamentos relacionados aos conhecimentos “específicos” da área de Bioquímica, como o Departamento de Bioquímica da UFRGS e do antigo Departamento de Bioquímica Médica da UFRJ. Essa é uma característica própria dos pesquisadores que formam a Área de Ensino, na qual exibe uma forte relação entre pesquisadores das chamadas “áreas” duras com pesquisadores de outros segmentos das humanidades como a Educação, Psicologia e a História e Filosofia da Ciência, possibilitando o surgimento de pesquisas relativas as temáticas de ensino e didática dos conceitos (NARDI, 2015).

Voltando às ações da SBBq, as contribuições da sociedade para o fortalecimento das investigações voltados ao Ensino de Bioquímica não parou nas reuniões anuais. Em 2001, a sociedade cria a Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, com objetivo divulgar trabalhos de pesquisa em ensino de Bioquímica. Em 2012, buscando ampliar a abrangência da revista em países de língua portuguesa e espanhola, o periódico passa por uma série de mudanças, entre elas, a alteração do título primário para Revista em Ensino de Bioquímica (REB), a adição de um título secundário "*Journal of Biochemistry Education*", e a inclusão de pesquisadores de outros países como Portugal, Espanha, Chile e Uruguai no corpo editorial, recebendo submissões de artigos em inglês, além do português e espanhol a partir de 2015.

Com o aumento das investigações, grupos de pesquisas e das ações promovidas pelos professores e estudantes vinculados aos departamentos e PPG em Bioquímica, em paralelo com o surgimento de espaços para debate e divulgação das pesquisas nas reuniões da SBBq e, mais a frente, na Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, fizeram que cada vez mais, os estudos referentes ao ensino dos conceitos bioquímicos fossem crescendo e se afirmando na comunidade científica.

Esses diversos trabalhos ligados ao ensino e a didática da Bioquímica estão inseridos na Área de Ensino, um seguimento da ciência desenvolvida no Brasil e que é reconhecida e avaliada pela CAPES em termos de PPG. Essa “área” de avaliação surge da nucleação dos PPG da antiga Área de Ensino de Ciências e Matemática, criada em 2000, formalizando um grupo de pesquisadores, PPG e instituições que desde o início da década de 1960 vem desenvolvendo pesquisas dedicadas as temáticas ligadas ao ensino, que aos poucos foram se diferenciando dos temas ligados à Área de Educação (NARDI, 2015).

Como participantes desse grande grupo de cientistas, os bioquímicos também contribuíram para o desenvolvimento e avaliação da Área de Ensino. A atuação desses pesquisadores é reconhecida durante a primeira Avaliação Trienal da Área de Ensino de Ciências e Matemática, compreendendo os anos de 1998 a 2001, quando alguns de seus representantes foram convidados para compor a comissão de avaliação da “área”, justamente, com outras “subáreas” como o Ensino de Química, Ensino de Física, Ensino de Biologia e Educação Matemática (CAPES, 2001b apud RAMOS; SILVA, 2014).

Desde modo, nesta dissertação é empregado a visão do Ensino de Bioquímica como sendo um campo científico inserido em um campo científico mais amplo, correspondendo a Área de Ensino. Esse subespaço social que examina o ensino dos conceitos da Bioquímica, exhibe elementos estruturados, que ao mesmo tempo, os unem com a Área de Ensino e os distinguem dos demais seguimentos incluídos na “área”, como o Ensino de Biologia, Ensino de Química, Ensino da Matemática, entre outros.

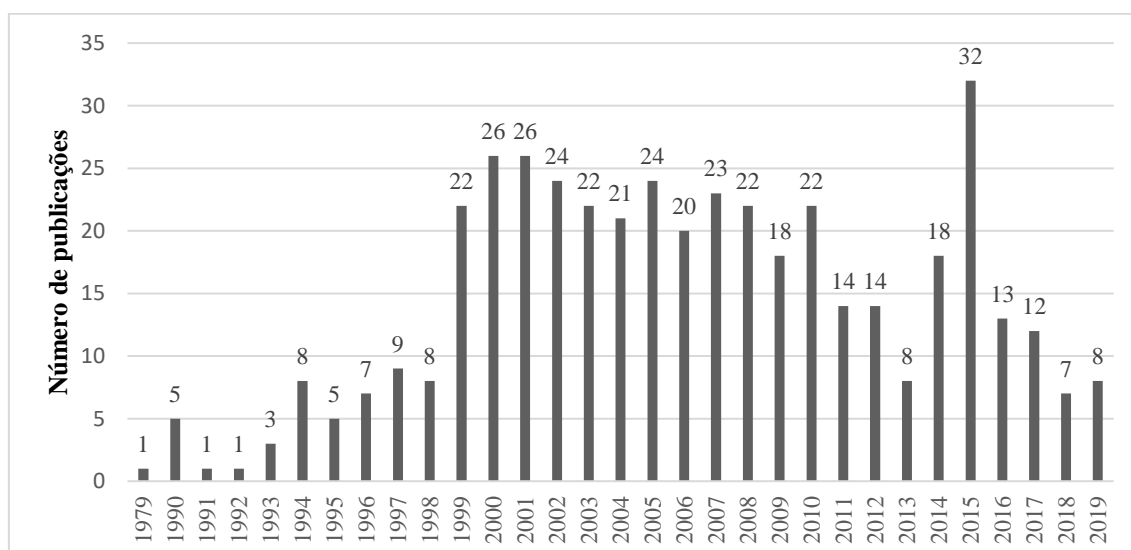


### 2.3 O CAMPO CIENTÍFICO DEDICADO AO ENSINO DE BIOQUÍMICA: UM OLHAR ATRAVÉS DOS ESTADOS DA ARTE JÁ REALIZADOS.

Para melhor descrever o campo científica até o desenvolvimento desta dissertação, optou-se por realizar um levantamento da literatura focando em estudos anteriores que já tivessem examinados trabalhos dedicados ao ensino de Bioquímica. Essa pequena exploração realizada nas principais bases de indexação de periódicos nacionais e internacionais: Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), permitiu o encontro de 6 publicações advindos de um universo de 663 resultados. A seguir, é explorado alguns dos resultados exibidos nesses textos.

As primeiras pesquisas exploradas foram as realizadas por Loguercio, Souza e Del-Pino (2007); Ferreira e Gonçalves (2017) e Pereira, Gonçalves e Hornink (2020), juntos, esses artigos exibem um panorama dos resumos apresentados durante os anos de 1979 a 2019 nas Reuniões Anuais da SBBq. No Gráfico 1 é ilustrado a quantidade de resumos expostos em cada ano.

Gráfico 1 – Número de resumos apresentados nas reuniões da SBBq de 1979 a 2019.



Fonte: Adaptado dos dados presentes nas pesquisas de Loguercio, Souza e Del-Pino (2007); Ferreira e Gonçalves (2017) e Pereira, Gonçalves e Hornink (2020).

Em termos quantitativos, pode-se observar que de 1979 a 2019, no total, foram apresentados 416 resumos referentes a temáticas de ensino. Pode-se também visualizar que a produção deste campo científico nas reuniões da SBBq exibiu um crescimento significativo após o ano de 1999, saindo de 9 resumos apresentados em 1997 para 22

resumos apresentados em 1999. Manteve-se estável nos anos de 2000, 2001 e 2002, tendo uma pequena diminuição no período de 2003 a 2010, variando de 18 a 24 estudos, e seguindo em decréscimo entre 2010 e 2019, variando de 7 a 18 estudos.

Ferreira e Gonçalves (2017) explicam que o elevado número de resumos publicados em 2015 deve-se à realização do 23º Congresso Internacional da IUBMB (*International Union of Biochemistry and Molecular Biology*), sediado no 44º encontro anual da SBBq, em Foz do Iguaçu, no estado do Paraná.

Além da quantidade de trabalhos apresentados durante as reuniões da SBBq, as pesquisas realizadas por Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) e Ferreira e Gonçalves (2017) também apresentam uma análise das temáticas presentes nos resumos publicados, utilizando as mesmas categorias de análise. O exame realizado por esses autores considerou apenas a temática principal em cada um dos resumos levantados entre os anos de 1979 a 2005. Já a análise realizada por Ferreira e Gonçalves (2017), nos resumos expostos em 2006 a 2016, identifica as temáticas presentes nos resumos, podendo um resumo ser enquadrado em mais de uma categoria temática. A Tabela 1 resume os dados dessas pesquisas.

Tabela 1 – Análise temática dos resumos da SBBq de 1979 a 2016 realizada por Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) e Ferreira e Gonçalves (2017).

| Temáticas encontradas   | Número de resumos (%)<br>– 1979 a 2005 Loguercio,<br>Souza e Del-Pino (2007)<br>Total de 196 resumos <sup>8</sup> |      | Número de resumos (%)<br>– 2006 a 2016 Ferreira e<br>Gonçalves (2017)<br>Total de 193 resumos |      |
|---|---|------|---|------|
|   | N   | %    | N   | %    |
|   | Técnicas, experimentos e modelos de avaliação para diferentes objetos de ensino.                                  | 23   | 11,7  | 126  |
| Metodologias para o ensino de Bioquímica.   | 32  | 16,3 | 110   | 57   |
| Investigações sobre a pesquisa e sua produtividade.                               | 19  | 9,7  | 5   | 2,6  |
| Desenvolvimento de <i>sites</i> , <i>softwares</i> e filmes científicos.          | 19  | 9,7  | 31  | 16,1 |
| Investigações sobre a Educação Básica.  | 18  | 9,2  | 31  | 16,1 |
| Concepções dos estudantes sobre conteúdos relevantes para o ensino de bioquímica. | 3   | 1,5  | 21  | 10,9 |
| Análises teóricas sobre a disciplina de bioquímica.                               | 3   | 1,5  | 10  | 5,9  |

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados presentes nas pesquisas de Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) e Ferreira e Gonçalves (2017).

<sup>8</sup> Outra característica presente nos dados apresentados pelos autores e que dos 196 resumos analisados 79 não foram enquadrados em nenhuma dessas temáticas apresentadas.

Na análise realizada por Loguercio, Souza e Del-Pino (2007) é possível perceber uma predominância da temática relacionada à investigação dos métodos e técnicas de ensino, tendo esse foco uma presença de 16,3%, o maior registrado na pesquisa. Assim, a partir desses dados é possível ver que entre os anos de 1990 a 2005, a principal temática de investigação dos resumos é a proposta de metodologias para o ensino dos conteúdos bioquímicos.

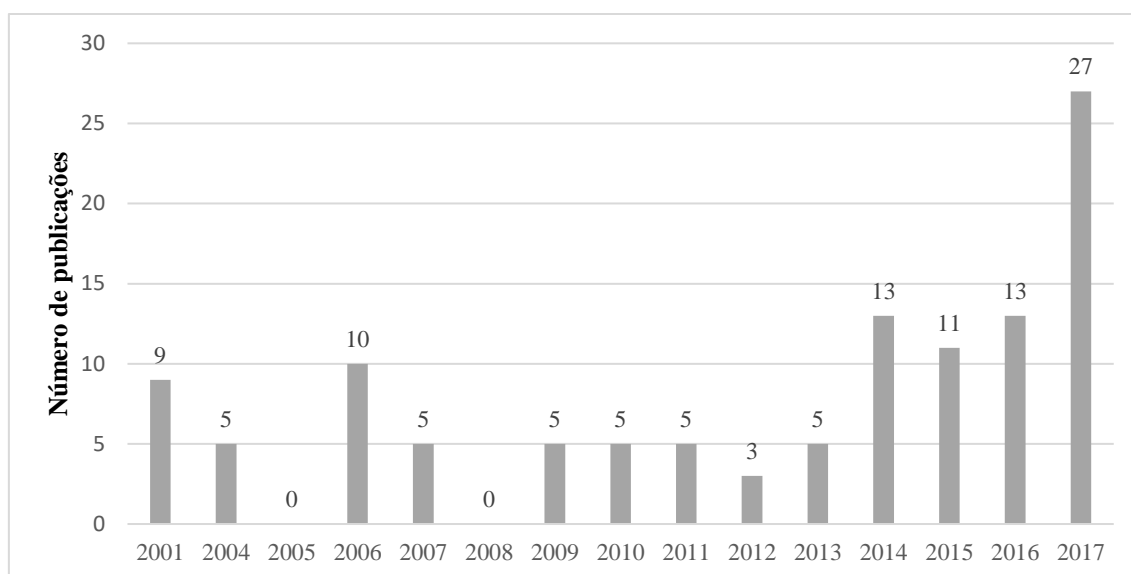
Por sua vez, na análise realizada por Ferreira e Gonçalves (2017) se percebe que a temática que mais se fez presente nos resumos foi a que apresentava atividades experimentais, manuseio de equipamentos e modelos de avaliação para diferentes objetos de ensino. Essa temática esteve presente em 65,3% dos resumos expostos, enquanto que o foco nas metodologias de ensino esteve presente em 57% dos trabalhos analisados.

Os dois estudos apontam, desta forma, não apenas uma possível inversão da predominância dos temas discutidos nos encontros da SBBq, mas um possível aumento significativo do número de resumos que investigaram a temática *metodologias* para o ensino de Bioquímica. A partir desses estudos também é possível apontar que temáticas como técnicas em laboratório, metodologias de ensino, recursos didáticos e concepções dos estudantes são objetos discutidos desde o surgimento dos primeiros trabalhos dedicados ao ensino da Bioquímica.

Saindo dos resumos exibidos nas reuniões anuais da SBBq, mas ainda analisando a contribuição dessa sociedade para a divulgação dos estudos produzidos pelo campo científico, encontra-se a pesquisa desenvolvida por Nascimento, Oliveira e Bianconi (2021) uma análise bibliométrica dos artigos publicados pela Revista de Ensino de Bioquímica. No Gráfico 2 é exposto a quantidade de trabalhos divulgados pelo periódico entre 2001 a 2017.

Ao todo 116 trabalhos foram divulgados pelo jornal. Como já descrito pelos autores, entre 2001 a 2013, tem-se uma quantidade semelhante de estudos disseminados pela revista, com uma média de 5 por ano. O primeiro volume do periódico foi divulgado em 2001 e o segundo volume apenas em 2004, já em relação aos anos de 2005 e 2008, estes volumes disseminaram apenas resumos das reuniões da SBBq.

Gráfico 2 – Número de artigos publicados pela Revista de Ensino de Bioquímica entre 2001 a 2017.



Fonte: Adaptado dos dados presentes nas pesquisas de Nascimento, Oliveira e Bianconi (2021).

A partir de 2014 é possível visualizar um aumento significativo da quantidade de trabalhos, esse aumento deriva de modificações do próprio jornal que passou a exibir dois números publicados em seus volumes destinados a artigos a partir do ano citado, além do número dedicado especialmente aos resumos apresentados nos encontros anuais da sociedade. Já o elevado número de textos divulgados pela revista em 2017 é decorrente de um número especial dedicado ao Prêmio Nacional de Bioquímica e Educação em Biologia Molecular em homenagem ao professor Bayardo Baptista Torres.

Em relação aos temas discutidos nos textos, os autores agruparam os trabalhos em cinco categorias. Sendo a que mais esteve presente foi a "Metodologia de ensino e aprendizagem", incluída em 51,3%, descrevendo diferentes abordagens utilizando metodologias e recursos didáticos para melhorar o ensino e a aprendizagem da Bioquímica. Outras temáticas também apareceram na análise das publicações, entre elas, destacam-se a visão dos estudantes sobre a importância da disciplina em sua formação profissional; a elaboração de experimentos para laboratórios; e a divulgação científica envolvendo ações em escolas e eventos científicos.

Em seguida, continuando com os estudos que já exploraram a produção do campo científico aqui examinado, tem-se as pesquisas elaboradas por Gomes e Messeder (2013) e Silveira e Rocha (2016). Ambos expandiram seus recortes amostrais contendo artigos disseminados em outros periódicos não ligados somente a SBBq.

A análise conduzida por Gomes e Messeder (2013) envolveu 8 periódicos, sendo cinco de origem nacional e três estrangeiros, identificando publicações que abordassem investigações associadas ao ensino de Bioquímica no período de 2008 a 2012. Porém, o estudo não examinou as temáticas, discutindo apenas a quantidade obtida em cada um os jornais averiguados. Na Tabela 2 é exposto o número de disseminações contidas nas revistas.

Em relação aos periódicos nacionais, encontra-se a REB como sendo a revista com o maior número de artigos publicados, seguida pela revista QNE. Tanto a RBEQ quanto a RBPEC apresentaram uma única pesquisa associada ao ensino de Bioquímica, sendo a revista QN a única entre todas as revistas pesquisadas que não exibiu nenhum artigo publicado referente ao campo científico examinado. Com relação aos periódicos estrangeiros, a revista EQ foi a que mais se destacou em termos de quantidade de trabalhos, seguida pela REEC, já a REBio foi a única revista internacional a apresentar apenas uma única publicação.

Tabela 2 – Quantidade de artigos publicados por periódico na revisão sistemática realizada por Gomes e Messeder (2013).

| <b>Periódicos nacionais e estrangeiros</b>                     | <b>N</b> |
|--|----------|
| Química Nova (QN)  | 0        |
| Química Nova na Escola (QNE)                                   | 12       |
| Revista Brasileira de Ensino de Química (RBEQ)                 | 1        |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) | 1        |
| Revista em Ensino de Bioquímica (REB)                          | 103      |
| <i>Educación Química</i> (EQ)                                  | 7        |
| <i>Revista de Educación en Biología</i> (REBio)                | 1        |
| <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> (REEC) | 3        |

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados extraídos de Gomes e Messeder (2013).

O último trabalho encontrado na literatura durante o desenvolvimento desta dissertação foi o artigo de Silveira e Rocha (2016). Esses pesquisadores realizaram uma revisão sistemática envolvendo as principais bases de indexação de LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde); MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line); Scielo (Scientific Eletronic Library Online); e Google Acadêmico, incluindo periódicos brasileiros não indexados.

O estudo foi realizado durante os anos de 2004 a 2015, averiguando os textos que discutissem estratégias de ensino empreendidas por professores de bioquímica no ensino superior. Ao todo, a análise explorou 40 disseminações, sendo as atividades

experimentais a estratégia mais analisada nas pesquisas, em seguida os recursos didáticos, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC).

A partir dos artigos explorados nessa subseção, visualiza-se a necessidade de outras pesquisas que busquem examinar a produção associado ao Ensino de Bioquímica, principalmente explorando outros periódicos enquadrados na Área de Ensino, tendo em vista a lacuna de trabalhos que investigam a produção desse campo científico em outras jornais, diferente da Revista de Ensino de Bioquímica, apontada pela literatura encontra como uma das mais importantes para esse *campo*.

Tendo descrito toda base teórica que apoiou essa dissertação, segue-se na próxima seção a base teórico-metodológica que guiou o percurso realizado durante a condução desta pesquisa.

### 3 CAMINHO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Tomando como inspiração a fala do poeta espanhol Antônio Machado – “Caminhante, não há caminho, o caminho se faz ao caminhar”, foi traçado um desenho metodológico na busca de conseguir cercar e compreender o objeto de pesquisa em estudo, e este, durante os passos percorridos foi ganhando novos traços e contornos até responder as inquietações iniciais.

Apresenta-se aqui muito mais do que meras etapas, é exposto um caminho guiado pelos autores tomados como aporte teórico e metodológico, uma estrada percorrida até chegar a um ponto satisfatório. Assim, é exibido um capítulo dividido em três grandes seções: a fundamentação metodológica utilizada, o desenho geral da pesquisa mista e sua descrição por partes, que juntos explicam o itinerário trilhado até chegar aos resultados e as considerações.

#### 3.1 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Esta dissertação se propôs traçar as principais tendências encontradas na pesquisa referente ao ensino de Bioquímica em publicações oriundas de revistas nacionais e estrangeiras voltadas ao ensino de Ciências. Diehl (2004) afirma que a escolha do método de pesquisa deve se basear na natureza do problema e de acordo com o seu nível de aprofundamento. Assim, buscou-se no *método de pesquisa mista* um aporte teórico-metodológico que nos guiasse, juntamente com a fundamentação teórica, na construção do desenho metodológico desse estudo.

Este, como o próprio nome se refere, é um método que busca unir duas abordagens de pesquisa: a qualitativa e a quantitativa. A tensão existente entre o uso dessas abordagens remete a discussões ontológicas e epistemológicas no âmbito da Filosofia da Ciência (MORGAN, 2007). Se de um lado existe uma visão positivista, na qual, os métodos e técnicas das Ciências Humanas devem se aproximar das Ciências Naturais, de outro, há uma visão que defende a necessidade do uso de métodos e técnicas específicos, tendo em vista, que essas duas ciências apresentam distintas abordagens de interpretação da realidade (PARANHOS *et al.*, 2016).

As abordagens quantitativas caracterizam-se por procurar generalizar, a partir de uma amostra, os resultados de uma pesquisa para uma população, com emprego da quantificação, tanto na coleta quanto no tratamento das informações, utilizando-se de técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas. Esta abordagem objetiva resultados que evitem possíveis distorções de interpretação e análise, apoiando-se em métodos quantitativos e em teorias, possibilitando uma maior margem de segurança (RICHARDSON, 1989; DIEHL, 2004).

Por sua vez, as abordagens qualitativas, segundo Oliveira (2003), facilitam a descrição da complexidade de problemas e hipóteses, a classificação de determinados processos sociais e na descrição detalhada de fatos e fenômenos observados. Além de oferecer contribuições no processo de criação, mudança ou formação de opiniões de grupos e interpretação dos comportamentos e/ou atitudes de indivíduos.

Paranhos *et al.* (2016) explicam que os métodos que propõem unir essas duas abordagens, entendem as potencialidades e as limitações de ambas as técnicas, de tal forma, que buscam a vantagem da integração dos dois métodos, tirando o melhor de cada uma para responder uma questão específica. Esse argumento é ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Integração das abordagens qualitativas e quantitativas



Fonte: Adaptado de Paranhos *et al.* (2016)



Assim, como a ciência tem o objetivo de descrever, interpretar, explicar e prever a realidade, cada abordagem (A ou B) apresenta contribuições específicas. Porém, quando esses dois modelos são integrados permitem que uma área inexplorada (C) seja incorporada ao modelo analítico, favorecendo a elaboração de um desenho de pesquisa mais robusto, que combina diferentes abordagens teórico-metodológicas, buscando contribuir com diferentes olhares para a investigação realizada (PARANHOS *et al.*, 2016).

Trabalhos como os de Creswell (2010) e Kettles, Creswell e Zhang (2011) descrevem que ao longo do surgimento de estudos que combinavam essas diferentes abordagens, uma série de nomenclaturas foram propostas pelos pesquisadores, a exemplo de investigação multimétodo, triangulação, pesquisa integrada ou combinada, estudo híbrido, metodologia mista e, finalmente, o termo mais utilizado atualmente, a pesquisa de métodos mistos.

Creswell e Plano Clark (2011) definem esse método de investigação como uma classe de pesquisa em que há a mescla ou a combinação de procedimentos de coleta, métodos de análise, abordagens, conceitos e técnicas da pesquisa quantitativa e qualitativa em um único estudo. A abordagem mista, segundo Santos *et al.* (2017), é indicada quando os conceitos investigados são novos e há escassa literatura disponível sobre o mesmo; quando os resultados de uma abordagem podem ser melhor interpretados usando uma segunda fonte de dados; quando por si só, uma abordagem é insuficiente para a compreensão do problema a ser estudado; ou quando os resultados quantitativos são de difícil interpretação e os dados qualitativos podem ajudar a compreendê-los.

Creswell (2010) explica que para o planejamento de um desenho metodológico utilizando a método de pesquisa mista, é necessário considerar quatro aspectos principais:

- a) Distribuição de tempo – em que é avaliado se a coleta dos dados qualitativos e quantitativos serão realizados em fases (sequencialmente) ou ao mesmo tempo (concomitantemente).
- b) Atribuição de peso – refere-se à prioridade a ser atribuída a cada abordagem, sendo possível conferir a mesma importância para ambas pesquisas ou ainda enfatizar uma das duas.

- c) Combinação – compreende a maneira como os dados quantitativos e qualitativos serão mixados, podendo ser realmente fundidos, mantidos separados ou ainda se estarão combinados de algum modo.
- d) Teorização – considera se existe um aporte teórico que guia a investigação. Toda pesquisa apresenta hipóteses e estruturas que norteiam a execução do projeto de método misto, de modo que tais teorias podem estar explícitas, implícitas ou ainda não terem sido mencionadas.

Deste modo, partindo desses quatro princípios que estruturam os procedimentos utilizados em um estudo com método misto, no Quadro 2 são descritas as principais estratégias de pesquisa descritas na literatura segundo John W. Cresswell e Vicki L. Plano Clark (CRESWELL, 2010; CRESWELL, PLANO CLARK, 2011). Essas estratégias distinguem-se pela forma como os dados quantitativos e qualitativos são coletados, combinados e utilizados na resolução da problemática investigada.

Quadro 2 – Principais estratégias de pesquisa utilizando o método misto

| Estratégia                             | Definição   | Notação                          |
|--|---|----------------------------------|
| Explanatória sequencial (quanti-quali) | Dados quantitativos são coletados e analisados em uma primeira etapa da pesquisa, seguida de coleta e análise de dados qualitativos desenvolvida sobre os resultados quantitativos iniciais.  | QUAN → qual                      |
| Exploratória sequencial (quali-quanti) | Dados qualitativos são coletados e analisados em uma primeira etapa da pesquisa, seguida de coleta e análise de dados quantitativos desenvolvida sobre os resultados qualitativos iniciais.   | QUAL → quan                      |
| Transformativa sequencial              | Projeto de duas fases com uma lente teórica se sobrepondo aos procedimentos sequenciais. Tem uma fase inicial (quantitativa ou qualitativa) seguida de uma segunda fase (quantitativa ou qualitativa), que se desenvolve sobre a fase anterior. | QUAN → qual<br>ou<br>QUAL → quan |
| Triangulação concomitante              | Dados quantitativos e qualitativos são coletados concomitantemente e depois comparados com o objetivo de determinar convergências, diferenças e combinações.  | QUAN + QUAL                      |
| Incorporada concomitante               | Dados quantitativos e qualitativos são coletados concomitantemente. No entanto, há um método principal que guia o projeto e um banco de dados secundário.   | Qual(QUAN) →<br>Quan(QUAL)       |
| Transformativa concomitante            | Adota perspectiva teórica específica, com dados quantitativos e qualitativos são coletados concomitantemente. No entanto, pode-se ter um método incorporado no outro.   | QUAN + QUAL →<br>quan            |

Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2017)

Esses autores, Cresswell e Plano Clark, buscando também facilitar a comunicação entre os pesquisadores que utilizam o método misto, elaboraram um sistema de notação, que consiste de um conjunto de rótulos e símbolos abreviados que representam os principais aspectos presentes nessas estratégias de pesquisa (SANTOS *et al.*, 2017). No Quadro 3 é exibido o sistema de notação para os estudos conduzidos pelo método misto.

Quadro 3 – Sistema de notação para pesquisas de método misto

| <b>Notação</b>   | <b>Definição</b>  |
|------------------|---|
| QUAN             | Estudo conduzido quantitativamente  |
| QUAL             | Estudo conduzido qualitativamente   |
| quan             | Dados quantitativos secundários em relação a dados qualitativos                             |
| qual             | Dados qualitativos secundários em relação a dados quantitativos                             |
| Sinal de mais: + | Coleta simultânea ou concomitante de coleta de dados quantitativos e qualitativos           |
| <b>Notação</b>   | <b>Definição</b>  |
| Seta: →          | Forma sequencial de coleta de dados, ex.: QUAN → qual, coleta QUAN, seguida por coleta qual |
| Parênteses: ( )  | Método incorporado dentro de outro projeto maior, ex.: Qual(QUAN)                           |

Fonte: Retirado de Santos *et al.* (2017)

Por fim, após exposto o aporte teórico-metodológico, apresenta-se a seguir os passos percorridos até chegar na trilha caminhada durante a condução desta averiguação.

### 3.2 PASSOS PERCORRIDOS ENTRE AS VEREDAS ATÉ FORMAR O CAMINHO METODOLÓGICO.

Antes de exibir o desenho metodológico realizado se faz necessário explicar que a trilha percorrida não seguiu em um caminho reto, mas perpassou por algumas veredas que levaram a repensar os passos dados e retornar a pontos iniciais com outros olhos e objetivos. O caminho percorrido é fruto de um caminhar constante que levou a algumas decisões importantes e que são relevantes para o entendimento desta dissertação.

A princípio, buscava-se investigar as estratégias metodológicas analisadas para o ensino de conceitos da Bioquímica em artigos publicados em periódicos. No entanto, ao realizar as leituras dos textos divulgados em jornais científicos com escopo mais ligados a Bioquímica, percebeu-se que alguns trabalhos discutiam a técnicas e métodos de ensino envolvendo conceitos que fugiam um pouco dos temas normalmente lidos na Bioquímica, a exemplo a pesquisa de Altermann, Garcia e Mello-Carpes (2016) em analisaram o uso de descobertas científicas como estratégia para o ensino de Fisiologia. Publicações como essa levaram os autores a um questionamento “*que elementos poderiam caracterizar um estudo como pertencente ao ensino de Bioquímica?*”.

A partir desse primeiro obstáculo, foi necessário repensar o modo como os estudos seriam selecionados, resultando na construção de eixos indicadores que ajudariam a enquadrar um trabalho como pertencente ou não ao campo científico explorado. Inicialmente foram definidas categorias a luz dos focos pesquisados pelos Bioquímicos, mas ao logo das leituras, principalmente dos textos divulgados em revistas com escopo mais ligados a Bioquímica, verificou-se que apenas os eixos propostos até o momento

não dariam conta das temáticas existentes, levando a um novo repensar e a definição de novos indicadores temáticos.

Durante as leituras algumas ocorrências chamaram a atenção, as diferentes abordagens que as temáticas ligadas a Bioquímica se apresentavam no texto. Muitos artigos colocaram esses conceitos, estruturas ou fenômenos no centro de suas discussões, já alguns trabalhos ao lado de conteúdos referentes a outros ramos do conhecimento, e por último, estudos que utilizaram os temas da bioquímica como plano de fundo para o ensino de conceitos. Essa realidade presente nos textos também resultou na elaboração de novos descritores para agrupar o modo como os eixos indicadores são discutidos nesses documentos.

Em seguida, outro ponto do projeto inicial sofreu modificações, no começo o principal foco desta dissertação era as estratégias metodológicas analisadas nas publicações, porém objetos como recursos didáticos e desenhos de currículos foram elementos que emergiam constantemente nos trabalhos, guiando novamente a um novo repensar, e levando a um ampliação do objeto pesquisado nesta dissertação, deixando de ser as estratégias metodológicas e se tornando as diferentes tendências encontradas nos artigos referentes ao campo científico. Na Figura 3 é ilustrado uma síntese dos passos dados para a construção do caminho metodológico percorrido durante a condução desta dissertação.

Figura 3 – Síntese das modificações ao longa da construção do desenho metodológico.



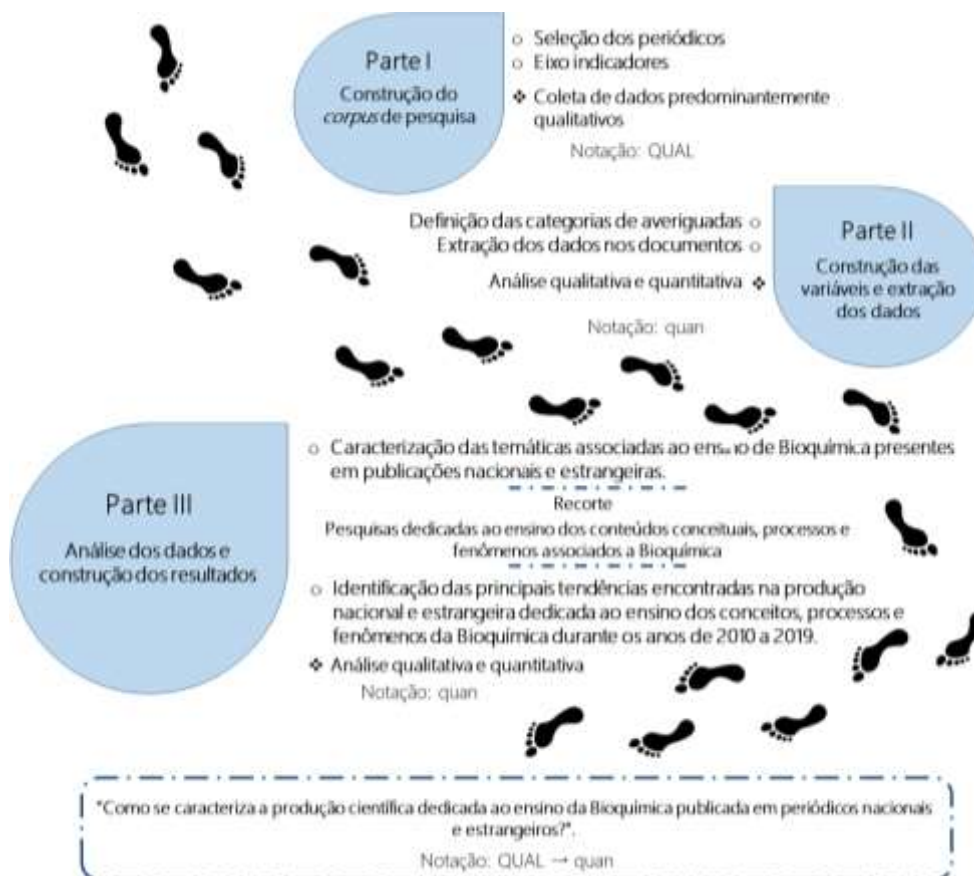
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Assim, como é possível visualizar, os passos dados durante o contato dos autores com o material analisado, resultaram em momentos de reflexão do caminhar, levando a decisões que alteraram o trajeto inicialmente proposto, buscando melhor cercar e analisar o objeto investigado. Tem-se ao final desse processo a definição de um caminho verdadeiramente construído, orientado pelos aportes teóricos e metodológicos e, sobretudo, pelo próprio objeto investigado.

### 3.3 DESENHO METODOLÓGICO DA PESQUISA MISTA

Tendo em vista os objetivos desta dissertação, o aporte teórico-metodológico e o percurso caminhado, a estratégia para a pesquisa mista que guiou este estudo foi a Transformativa sequencial (QUAL → quan). Nela, tem-se a investigação inicial conduzida, predominantemente, de forma qualitativamente (QUAL), sendo os dados coletados de forma sequencial (→) e mixados através da incorporação de análises quantitativas secundárias, que deram apoio as informações do banco de dados quantitativo (quan). Na Figura 4 é demonstrado o caminho metodológico trilhado.

Figura 4 – Desenho metodológico da pesquisa mista



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Quanto aos objetivos desta pesquisa, ainda é possível caracterizá-la como sendo descritiva e explicativa. Descritiva por procurar apresentar fatos e fenômenos de uma realidade a partir da descrição de dados (BOGDAN, BIKLEN, 1994; FREITAS, 2018), e explicativa, por também se preocupar na identificação dos fatores que determinam ou que contribuem para o desenvolvimento e ocorrência dos fenômenos (GIL, 2007). De acordo com Gil (2007, p. 43) “[...] uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação dos fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado.” A seguir, é descrito com detalhes cada uma das etapas do percurso caminhado.

### 3.4 CAMINHO METODOLÓGICO POR PARTES

Na Figura 4 na qual é exposto o desenho metodológico que representa o caminho trilhado durante esse estudo, tem-se a ilustração dividida em três partes, sendo a primeira referente à construção do *corpus* de pesquisa. Em seguida, tem-se o segundo seguimento relacionado a construção das variáveis e a extração das informações presentes nos documentos lidos. Já a terceira e última etapa é dedicada a análise dos dados, a construção dos resultados e a discussão dos mesmos com a literatura consultada. A seguir, é exposto de forma detalhada cada uma dessas partes.

#### 3.4.1 Parte I: Construção do *corpus* de pesquisa

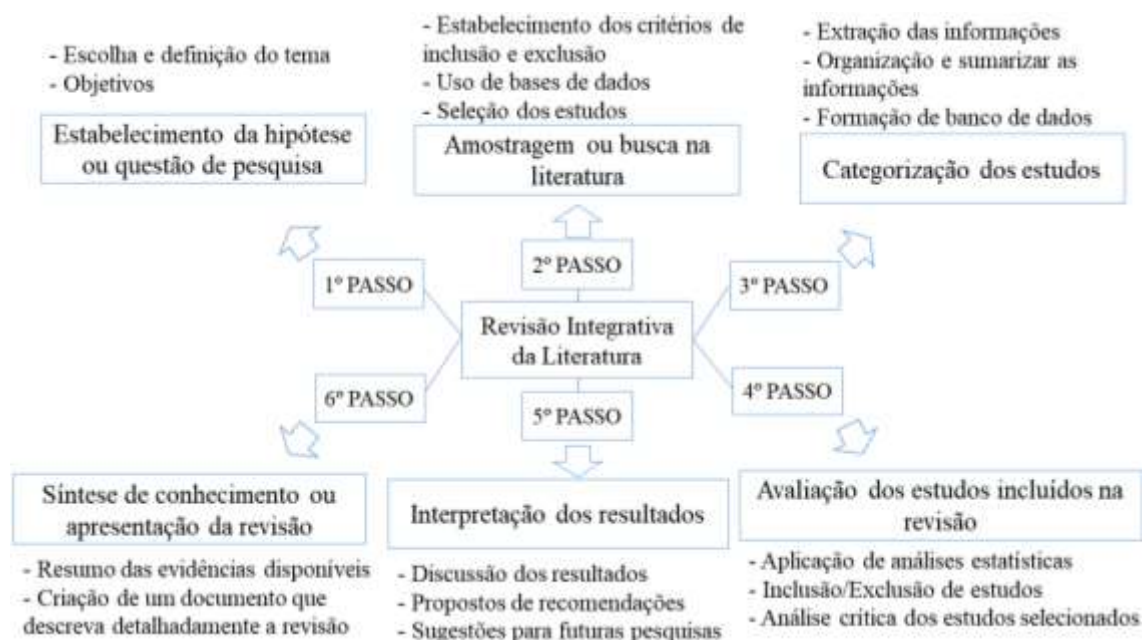
Para obtenção dos artigos que compuseram o *corpus* de pesquisa investigado nesta dissertação, utilizou-se a abordagem qualitativa apoiado em uma pesquisa bibliográfica e de método de revisão integrativa da literatura.

Fonseca (2002) afirma que a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, ou seja, de trabalhos que passaram por uma revisão por pares, como produções acadêmicas, artigos e livros científicos, publicadas tanto em meios escritos quanto eletrônicos. Esse tipo de exame se difere das averiguações documentais pela origem dos dados, uma vez que esse tipo de estudo recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico e sem o crivo científico, como jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, entre outros.

A revisão integrada da literatura consiste em um método de pesquisa que exhibe a finalidade de reunir e sintetizar informações de pesquisas sobre determinada temática ou questão, de forma sistemática e ordenada, contribuindo, desse modo, para o aumento dos conhecimentos da temática investigada (ROMAN; FRIEDLANDER, 1998). Neste método de revisão, através de critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos e da coleta e análise dos dados obtidos, é possível analisar os conhecimentos produzidos sobre determinado assunto, apontando os caminhos já explorados, os resultados já obtidos e apontar lacunas que precisam ser preenchidas com a realização de novos estudos (MARQUES, MAZZARINO, 2021).

Mendes, Silveira e Galvão (2008) explicam que de maneira geral, uma revisão integrativa é constituída por procedimentos distintos que vão desde a escolha do tema estudado até a construção do documento final para apresentação dos resultados. Na Figura 5 é apresentado as etapas para a condução de uma revisão integrativa da literatura apontada por Mendes, Silveira e Galvão (2008).

Figura 5 – Etapas de uma revisão integrativa da literatura apontada por Mendes, Silveira e Galvão (2008).



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

Este método de revisão se apresenta diferente de outros tipos como apresentados na literatura. Segundo Rother (2007) existem, além da revisão integrativa, outros métodos de revisão como a narrativa e a sistemática. Ainda segundo a autora, a revisão narrativa se constitui de publicações amplas com objetivo de descrever e discutir sobre um

determinado assunto, ponto de vista teórico ou contextual, sem utilizar um método sistemático rigoroso, sendo basicamente análises críticas pessoais da literatura publicada em livros e/ou artigos.

Diferentemente da revisão narrativa, tem-se a revisão sistemática, que utiliza métodos sistemáticos rigorosos para identificar, selecionar criticamente a qualidade e validade dos estudos de punho experimental, coletar e analisar os dados retirados dos artigos (GOMES; CAMINHA, 2014). A revisão integrativa se distingue da sistemática por incluir pesquisas experimentais e quase-experimentais, combinando dados advindos da literatura teórica e empírica, tornando-se um método mais amplo e vantajoso, ao mesmo tempo que mantém o rigor de um método sistemático (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

#### 3.4.1.1 Seleção da amostra e justificativa da escolha

A revisão integrativa foi realizada com oito periódicos, sendo 4 nacionais e 4 estrangeiros. Para a escolha, foram definidos critérios que permitissem selecionar revistas que apresentassem relevância para o estudo. Os critérios estabelecidos foram:

- 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 2013-2016, nos estratos de qualidade A1 a B2 – critério obrigatório para as revistas nacionais;
- Exibirem ações que promovam a internacionalização do periódico – critério obrigatório para as revistas estrangeiras;
- Apresentarem a revisão por pares para seleção dos artigos publicados.

Esse último critério foi definido de acordo com a teórica dos *campos* de Pierre Bourdieu, no que tange o campo científico, em que o conhecimento gerado precisa ser legitimado pelos pares (GARCIA, 1996), ou seja, pelos a gentes do próprio campo que exibem uma certa autoridade científica, tornando-se capazes de contribuir e confirmar a veracidade do trabalho científico.



No Quadro 4 são indicados o título e o endereço eletrônico de cada revista selecionada.

Quadro 4 – Periódicos nacionais e estrangeiros alvos da pesquisa.

|                     | <b>Título</b>   | <b>Endereço eletrônico</b>  |
|---------------------|---|---|
| <b>ESTRANGEIROS</b> | <i>Biochemistry and Molecular Biology Education (BMBE)</i>                                | <a href="https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/journal/15393429">https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/journal/15393429</a> |
|                     | <i>Educación Química (EQ)</i>   | <a href="http://www.revistas.unam.mx/index.php/req">http://www.revistas.unam.mx/index.php/req</a>                           |
|                     | <i>Journal of Biological Education (JBE)</i>  | <a href="https://www.tandfonline.com/toc/rjbe20/current">https://www.tandfonline.com/toc/rjbe20/current</a>                 |
|                     | <i>Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas (EC)</i> | <a href="https://ensciencias.uab.es/index">https://ensciencias.uab.es/index</a>   |
| <b>NACIONAIS</b>    | Revista Ciência & Educação (C&E)  | <a href="https://www.fc.unesp.br/#!/ciedu">https://www.fc.unesp.br/#!/ciedu</a>   |
|                     | Química Nova na Escola (QNEsc)  | <a href="http://qnesc.sbq.org.br/index_site.php">http://qnesc.sbq.org.br/index_site.php</a>                                 |
|                     | Revista de Ensino de Biologia (REnBio)  | <a href="http://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio">http://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio</a>             |
|                     | Revista de Ensino de Bioquímica (REB)   | <a href="http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB">http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB</a>         |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

O Quadro 5 resume os critérios presentes em cada um dos periódicos. Em relação aos jornais científicos estrangeiros, todas as revistas são de circulação internacional e estão classificadas no Sistema Qualis Periódico como A1, com exceção da BMBE que ainda não foi avaliado pela CAPES. Além dos demais critérios enquadrados, a BMBE é uma das revistas promovidas pela *International Union of Biochemistry and Molecular Biology*,<sup>9</sup> sociedade científica internacional que envolve inúmeros pesquisadores da Bioquímica e da Biologia Molecular.

Quadro 5 – Presença dos critérios por periódico

| <b>Crítérios</b>  | <b>Periódicos Estrangeiros</b> |           |            |           | <b>Periódicos Nacionais</b> |              |               |                |
|---|--------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------------------------|--------------|---------------|----------------|
|   | <b>BMBE</b>                    | <b>EQ</b> | <b>JBE</b> | <b>EC</b> | <b>REB</b>                  | <b>QNEsc</b> | <b>REnBio</b> | <b>C&amp;E</b> |
| Enquadrado na área de Ensino  |                                |           |            |           |                             |              |               |                |
| Apresenta publicações voltado ao ensino de Química, Biologia, Biologia Molecular e Bioquímica |                                |           |            |           |                             |              |               |                |
| Classificado no Sistema Qualis Periódico  | -                              | A1        | A1         | A1        | B1                          | B1           | B2            | A1             |
| Apresenta ações que promovem sua circulação internacional                                     |                                |           |            |           |                             |              | -             |                |
| Possui revisão por pares  |                                |           |            |           |                             |              |               |                |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

<sup>9</sup> União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular (tradução nossa), endereço eletrônico: <https://iubmb.org/>.

Concernente às revistas nacionais, os periódicos escolhidos foram a REB, QNEsc, REnBio e C&E. A revista C&E é classificada pelo Sistema Qualis como A1, a QNEsc e a REB como B1 e a REnBio como B2. Apesar de não estarem em posições tão elevadas, as revistas QNEsc<sup>10</sup>, REB e REnBio<sup>11</sup> são periódicos vinculados a sociedades científicas importantes para o crescimento das pesquisas dedicadas ao ensino da Química, Biologia e Bioquímica no Brasil.

#### 3.4.1.2 Elaboração das categorias de coleta e identificação dos artigos divulgados nos periódicos nacionais e estrangeiros.

Após selecionados os jornais científicos analisados, fez-se necessário a criação de categorias que permitissem enquadrar os trabalhos publicados como sendo pertencentes ou não ao ensino Bioquímica. Sendo assim, foram definidos descritores *a priori*, tendo como base os seguimentos estudados pelos bioquímicos, 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.

Durante o contato dos autores desta dissertação com o material explorado, foi vista a necessidade de criar novos indicadores para o ensino de Bioquímica, formando as categorias *a posteriori*. Moraes (2007) descreve que durante a categorização podem surgir além da classificação realizada *a priori*, ou seja aquilo que já se espera encontrar na pesquisa, outros descritores emergentes também podem aparecer formando os indicadores *a posteriori* que surgem ao longo fazer científico.

---

<sup>10</sup> A QNEsc é um periódico vinculado a Sociedade Brasileira de Química (SBQ) – endereço eletrônico: <http://www.s bq.org.br/>.

<sup>11</sup> A REnBio é vinculada a Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio) – endereço eletrônico: <https://sbenbio.org.br/>.

- **Eixo IV - Biotecnologia:** publicações que investigam os diferentes temas que abordam a Biotecnologia em um contexto de sala de aula, discutindo sobre as aplicações e avanços das técnicas de manipulação dos agentes biológicos para benefício do homem, benefícios e malefícios que o avanço da engenharia genética apresenta para a humanidade.
- **Eixo V – 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.
- **Eixo VI – Conteúdos procedimentais em Laboratório:** publicações que têm como foco o ensino de técnicas experimentais, o uso de equipamentos e habilidades em laboratório, mas que dialogam com o campo de estudo da Bioquímica e da Biotecnologia.

Após o acesso aos periódicos, a busca das publicações se deu em cada volume. Nas plataformas que disponibilizaram os documentos separados, foi examinado documento por documento, sendo coletados os estudos enquadrados em pelo menos um dos eixos temáticos indicadores. A identificação dos temas se deu através da leitura do título, do resumo e das palavras-chaves de cada estudo, e quando necessário, foi verificado o texto por inteiro.

Já nas revistas em que a plataforma disponibilizava o volume inteiro em um único arquivo, foi utilizado a ferramenta “Pesquisar” encontrada no navegador de internet Google Chrome <sup>12</sup>(junção das teclas Ctrl + F) usando as palavras-chaves: “bioquímica”; “educação Bioquímica”; “ensino de Bioquímica”; “carboidrato”; “proteína”; “lipídeo”; “material genético”; “DNA”; e “biotecnologia”. Após encontrar um artigo contendo alguma dessas palavras-chave, foi realizado a leitura do título, resumo, e quando necessário à sua leitura integral. Esse tipo de busca foi realizado apenas em volumes nacionais com documentos em português, não sendo necessário o uso dessas palavras-chaves em outras línguas.

---

<sup>12</sup> Navegador de internet desenvolvido pela empresa Google disponível para Microsoft Windows, Linux, Mac, iOS e Android.

Por sua vez, em relação ao período selecionado para o exame, foi proposto o recorte temporal referente a década mais recente, averiguando a produção disseminada entre os anos de 2010 a 2019 em cada uma das revistas.

#### 3.4.1.3 Critérios de inclusão e exclusão dos artigos publicados.

Como critérios para inclusão dos trabalhos para construção do *corpus* de pesquisa, foram utilizados os seguintes itens:

- 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 como introdução, aporte teórico, metodologia, resultados e conclusões; ou ser um trabalho de revisão de literatura<sup>13</sup> sobre determinado tema inserido em um dos eixos temáticos indicadores.

Por sua vez, como critérios de exclusão dos textos, foram definidos os seguintes itens:

- Não ter sido enquadrado em nenhum dos eixos temáticos indicadores;
- Não ter sido publicado entre janeiro de 2010 a dezembro de 2019;
- Não se configurar como um artigo científico ou trabalho de revisão de literatura;
- Textos contendo apenas a descrição de exercícios, questões, recursos ou procedimentos de laboratório;
- Notícias, comentários ou opiniões referentes a artigos publicados na revista ou em outros meios;
- Textos publicados pela equipe editorial ou qualquer outro texto que não fosse dedicado a analisar o ensino de temáticas associada a Bioquímica.

---

<sup>13</sup> Artigos de revisão de literatura ou revisão narrativa são publicações amplas, apropriadas para descrever e discutir o desenvolvimento de um determinado assunto, sob ponto de vista teórico ou contextual. As revisões narrativas não informam as fontes de informação utilizadas, a metodologia para busca das referências, nem os critérios utilizados na avaliação e seleção dos trabalhos. Constituem, basicamente, de análise da literatura publicada em livros, artigos de revista impressas e/ou eletrônicas na interpretação e análise crítica pessoal do autor (ROTHER, 2007, p. 1).

Ressalta-se que a definição dos critérios de exclusão foi realizada a partir da experiência dos autores durante a busca dos artigos, sendo os volumes dos periódicos revistos todas as vezes que foram necessários.

### 3.4.2 Parte II: Construção das variáveis estudadas e extração dos dados

Para a identificação das principais tendências envolvendo a produção dedicada a Educação Bioquímica, foram computados os seguintes dados: eixo temático; categorias de aprofundamento; focos temáticos; objeto de pesquisa; nível de ensino e origem do estudo. A seguir são descritas as variáveis definidas.

- **Periódicos** – Jornais científicos onde os materiais foram divulgados.
- **Eixos temáticos** – São as categorias *a priori* e *a posteriori* definidas para a coleta das publicações que formaram o *corpus* explorado.
- **Focos de aprofundamento temático** – São conjuntos relacionados ao modo como os estudos discutem cada um dos temas da Educação Bioquímica, sendo divididos em três seguimentos:

**Principal:** Quando a pesquisa se propôs a examinar a partir de diferentes perspectivas o ensino da Bioquímica, da Biotecnologia, das técnicas experimentais, do uso de equipamentos e das habilidades em laboratório.

**Secundário:** Quando o texto averiguou o ensino um conceito ou fenômeno relacionado a Bioquímica, mas estando ao lado de outros temas advindos a outros campos correlacionados, e, portanto, não sendo o foco principal da análise.

**Contexto:** Quando o exame se utilizou dos conceitos associados a Bioquímica ou a Biotecnologia com intuito de contextualizar o ensino de determinado conteúdo.

- **Focos temáticos** – Correspondem as principais problemáticas exploradas nas averiguações da área de Ensino de Ciências, elaborado por Megid Neto (1999) em parceria com o Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC). Esses problemas são separados em três conjuntos, partindo dos componentes mais intrínsecos do processo de ensino-aprendizagem, aos mais extrínsecos do processo educativo. Além desses descritores, Megid Neto também indica a categoria “Outros”, formado por questões particulares não tão exploradas pelos

pesquisadores, como estudos sobre exames vestibulares e pesquisas do tipo estado da arte. Nos Quadros 6, 7 e 8 são apresentados os focos temáticos por conjunto.

Quadro 6 – Descritores referentes aos elementos mais internos do processo ensino-aprendizagem escolar.

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Currículos e Programas</b>       | Estudos dos princípios, parâmetros, diretrizes e fundamentos teórico-metodológicos para o ensaio de Ciências, contemplando os diversos elementos convencionalmente atribuídos ao desenho curricular: objetivos educacionais, estratégias, avaliação, etc. Discussão do papel da escola, das relações entre ciência e sociedade e outros aspectos do sistema educacional. Avaliação de propostas curriculares ou projetos educacionais. Proposição e desenvolvimento de programas ou propostas alternativas de ensino para uma série, disciplina, semestre letivo ou ciclo escolar completo.   |
| <b>Conteúdo-método</b>              | Pesquisas que analisam a relação conteúdo-método no ensino de Ciências, como foco de atenção no conhecimento científico veiculado na escola, na forma como este conhecimento é difundido por meio de métodos e técnicas de ensino-aprendizagem, ou ainda na perspectiva de indissociação entre forma e conteúdo. Estudos a respeito da aplicação de métodos e técnicas no ensino de Ciências, como instrução programada, <i>courseware</i> , módulos de ensino, experimentação, dramatização, entre outros, de forma isolada ou comparativa. Trabalhos que propõem método alternativo para o ensino de Ciências, ou que descrevem e avaliam práticas pedagógicas e a metodologia de ensino nelas presentes. |
| <b>Recursos Didáticos</b>           | Estudos de avaliação de materiais ou recursos didáticos no ensino de Ciências, tais como textos de leitura, livros didáticos, materiais de laboratório, filmes, computador, jogos, brinquedos, mapas conceituais, entre outros. Trabalhos que propõem e/ou aplicam e avaliam novos materiais, kits experimentais, <i>softwares</i> ou outros recursos e meios instrucionais em situações de ensino formal ou extracurricular.   |
| <b>Características do professor</b> | Diagnóstico das condições profissionais do professor da área de Ciências. Identificação do perfil socio gráfico do professor, de sua estrutura intelectual, de seu conhecimento "espontâneo", de suas concepções sobre ciência, métodos de produção científica, educação, ambiente, saúde, sexualidade, etc. Diagnóstico da prática pedagógica de um professor ou grupo de professores, explicitando suas idiosincrasias e concepções do processo educacional.  |
| <b>Características do aluno</b>     | Diagnóstico das condições socioeconômicas e culturais dos alunos e suas implicações no rendimento escolar ou aprendizagem em Ciências. Identificação (constatação) do conhecimento prévio do aluno, de sua estrutura intelectual, modelos de pensamento ou de suas concepções sobre ciência, método de produção científica, ambiente, saúde, sexualidade, etc. Estudos das atitudes e características de um aluno ou grupo de alunos no contexto do processo de ensino-aprendizagem.  |
| <b>Formação de conceitos</b>        | Pesquisas que descrevem e analisam o desenvolvimento de conceitos científicos de mudança ou evolução conceitual. Comparação de modelos de pensamento com modelos conceituais presentes na história da ciência. Estudos sobre a relação entre a estrutura cognitiva de estudantes e o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos em processos formais ou não-formais de ensino. Relação entre modelos de pensamento de estudantes e faixa etária ou nível de escolaridade.  |
| <b>Formação de professores</b>      | Investigações relacionadas com a formação inicial de professores para o ensino na área de Ciências Naturais, no âmbito da Licenciatura, da Pedagogia ou do Ensino Médio - modalidade Normal. Estudos de avaliação ou propostas de reformulação de cursos de formação inicial de professores. Estudos voltados para a formação continuada ou permanente dos professores da área de Ciências, envolvendo propostas e/ou avaliação de programas de aperfeiçoamento, atualização, capacitação, treinamento ou especialização de professores. Descrição e avaliação da prática pedagógica em processos de formação em serviço.   |

Fonte: Adaptado de Megid Neto (1999).

Quadro 7 – Descritores referentes aos elementos da organização do macro/micro sistema educacional.

|   |  |
|---|--|
| <b>Políticas públicas</b>   | Programas, diretrizes, ações, objetivos e interesses de um único indivíduo ou grupo governamental ou não-governamental, voltados para o público em geral e relacionados com um conjunto de problemas da coletividade, desde que explicitadas suas repercussões ou ligações com educação científica.  |
| <b>Organização da instituição escolar</b>                         | Diagnóstico das características de instituições escolares da educação básica ou superior, abrangendo questões e situações relativas à gestão escolar nos seus aspectos político-administrativo, pedagógico, funcional, físico, entre outros. Estudo das relações entre os diversos segmentos escolares e da escola com a comunidade.   |
| <b>Organização da instituição/ Programa de ensino não-escolar</b> | Pesquisas com foco de atenção na organização de instituições não-escolares ou não-formais de ensino, tais como: Organizações Não-Governamentais (ONGs), Secretarias de Meio-Ambiente, de Saúde, de Cultura, Museus ou Clubes de Ciências, Centros de Ciências, Mostras ou Exposições Científicas. Programas de educação ambiental, de higiene e saúde ou de educação sexual realizados junto à comunidade. Programas de formação continuada de professores executados por instituições educacionais não-escolares (Centros de Ciências, por exemplo). Programas de atividades extracurriculares para alunos, efetuados em espaços não-formais de ensino (Museus de Ciências, por exemplo). |

Fonte: Adaptado de Megid Neto (1999).

Quadro 8 – Descritores referente aos elementos Históricos e Filosóficos do Ensino de Ciências.

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Filosofia da ciência</b>           | Aspectos relativos à filosofia ou epistemologia da ciência, tais como: concepção de ciência, de cientista, de método(s) científico(s); formulação e desenvolvimento de teorias científicas, paradigmas e modelos científicos. Implicações educacionais desses aspectos quando à formulação de currículos, à formação de professores, ao desenvolvimento de programas de ensino-aprendizagem, entre outros.   |
| <b>História da ciência</b>            | Estudos de revisão bibliográfica em fontes primárias e secundárias que resgatem acontecimentos, fatos, debates, conflitos e circunstâncias da produção científica em determinada época do passado remoto, e as articulações entre eles. Necessariamente, esses estudos devem explicitar alguma relação com o ensino na área de Ciências, como fundamentação de currículos, programas de formação de professores, concepções "espontâneas" dos estudantes e outras implicações para o processo ensino-aprendizagem. |
| <b>História do Ensino de Ciências</b> | Pesquisas de caráter histórico sobre mudanças ocorridas de forma global no ensino de Ciências, ou sobre modificações com respeito a aspectos mais particulares (materiais didáticos, currículos, legislação, formação de professor, etc.), abrangendo determinada época do passado próximo ou remoto.  |

Fonte: Adaptado de Megid Neto (1999).

- **Objetos de pesquisa** – Para cada foco temático descritor 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 contextos onde as investigações foram desenvolvidas, podendo ser agrupadas na Educação Básica e na Educação Superior, na qual foi dividida em Graduação e Pós-graduação. Os níveis de ensino

presente nos trabalhos oriundos de nações estrangeiras também foram agrupados nessas três categorias, tendo como base seus correspondentes. No Quadro 9 é exibido a relação dos diferentes níveis de ensino presente nos países do exterior com a organização da educação brasileira.

- **Local de origem** – Essa variável diz respeito aos lugares onde os exames foram conduzidos, sendo separado em dois cenários: o primeiro nacional, na qual foram identificados a(s) região(ões) brasileira(s), e o contexto internacional, em que foram diferenciados os países e seus continentes globais.

Quadro 9 – Organização da educação no Brasil e em outros países do exterior.

|                          | <b>Organização da educação no Brasil</b> | <b>Organização da educação nos países da EUA, Austrália, Canadá e ilhas do Caribe</b>   | <b>Organização da educação nos países da Europa</b> | <b>Organização de curso de saúde em alguns países estrangeiros</b> |
|--------------------------|--|---|---|--|
| <b>Educação Básica</b>   | Fundamental I e II<br>Ensino Médio       | <i>Elementary</i> ou <i>Primary School</i> ;<br><i>Middle School</i> ou <i>Junior High</i> ;<br><i>High School</i> ou <i>Senior High School</i> ; | 1º, 2º e 3º Ciclo do Ensino Básico.                 | -  |
| <b>Educação Superior</b> | Graduação                                | <i>Undergraduate</i>  | <i>Undergraduate</i>                                | Curso integrado ( <i>Undergraduate</i> + <i>Master</i> ou Ph.D.)   |
|                          | Pós-graduação                            | <i>Graduate</i> ou <i>postgraduate</i>  | <i>Graduate</i> ou <i>postgraduate</i>              |  |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

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

### 3.4.3 Parte III: Análise dos dados e construção dos resultados

Tendo em vista a trilha caminhada, a análise dos dados foi dividida em dois principais segmentos: no primeiro, foi realizada a caracterização dos eixos temáticos indicadores encontrados nos artigos publicados, e no segundo, a identificação das principais tendências e lacunas dessa produção.

Para a exploração dos dados foram utilizadas duas abordagens de tratamento dos dados, a análise estatística descritiva (AED) e análise estatística implicativa (ASI).



Apesar da diferença entre si, essas duas ferramentas foram empregadas para fornecer informações mais confiáveis e precisas para a construção dos resultados.

A análise descritiva 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. Essas informações são muitas vezes descritas e exibidas na forma de gráficos ou tabelas, usando medidas de síntese como porcentagens, índices ou médias (REIS, A. A; REIS, I. A, 2002).

Por sua vez, a ASI se constitui como um quadro teórico com aplicabilidade a pesquisas qualitativas. Segundo Cavalcante, Andrade e Régnier (2016) a ASI configura-se como um campo teórico baseado na ideia de implicação estatística, trabalhando no conceito de quase implicação. Ainda segundo os autores, a ASI “[...] como quadro teórico para análise de dados multidimensionais permite visualizar, organizar, construir modelos e explicar os fenômenos que estão associados a esses dados.” (p. 449).

Devido a grande quantidade de cálculos presentes na teoria matemática que fundamenta a ASI, para a sua aplicação nas pesquisas foi essencial o desenvolvimento de um *software* que se aplica a base teórica. Esses elementos se complementam numa relação de simbiose. Gras (2015, p.9) relata sobre essa relação.

Sem o CHIC, a A.S.I. seria meramente um objeto matemático cultural especulativo, desprovido de aplicações, porque os cálculos seriam intratáveis; sem a A.S.I., a ferramenta informática de processamento de cálculos e de gráficos, CHIC, não poderia dar sentido aos resultados numéricos e às representações que produz, ele os deixaria empobrecidos e inacessíveis para o controle e à crítica.

Gras e Régnier (2015) explicam que o *software* CHIC (Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva) foi desenvolvido inicialmente por Régis Gras em 1985, foi aperfeiçoado em seguida por Saddo Ag Almouloud (1992) e Harrison Ratsimba-Rajohn (1992) em suas teses. Sendo, por fim, atualizado por Raphaël Couturier (2008) em detrimento às demandas de pesquisadores, dos desenvolvimentos teóricos e das expectativas dos utilizadores.

A partir da ASI/CHIC é possível estudar as relações assimétricas envolvendo um sujeito e outras variáveis, delimitando, dessa maneira, a causalidade (RÉGNIER; ANDRADE, 2020a). Um exemplo básico para explicar uma relação de causalidade entre

duas categorias seria: “o estudante que consegue responder uma questão sobre multiplicação, também consegue resolver uma pergunta sobre soma”, ou seja, a variável “a” implica na variável “b” (GRAS, 2020). Essa abordagem analítica ainda se prolonga em uma estrutura, única em seu gênero, denomina de metarregras ou regras de regras, onde é possível sinalizar que se tal regra é observada então, em geral, essa outra regra é também (GRAS; RÉGNIER, 2015).

O *software* CHIC permite realizar duas análises envolvendo a ASI, a primeira analisa as relações simétricas e assimétricas entre variáveis, denominada de Grafo Implicativo. Nesta ferramenta analítica são formados gráficos visuais que representam as relações simétricas e assimétricas formadas, sendo a qualidade das relações indicadas por um índice de quase implicação entre 0 e 1, na qual o valor mais próximo de 1 sinaliza uma melhor qualidade e uma relação de causalidade mais forte (RÉGNIER; ANDRADE, 2020b).

Por sua vez, a segunda análise oferecida pelo *software* é nomeada de Árvore Coesitiva, em que são examinadas as relações entre mais de uma regra, formando as classes (metarregras), dispostas hierarquicamente segundo um índice de coesão que sinaliza a qualidade das relações intra e interclasses. Esse índice de coesão também é indicado por um valor entre 0 e 1, tendo a melhor qualidade o número próximo a 1 (RÉGNIER; ANDRADE, 2020b).

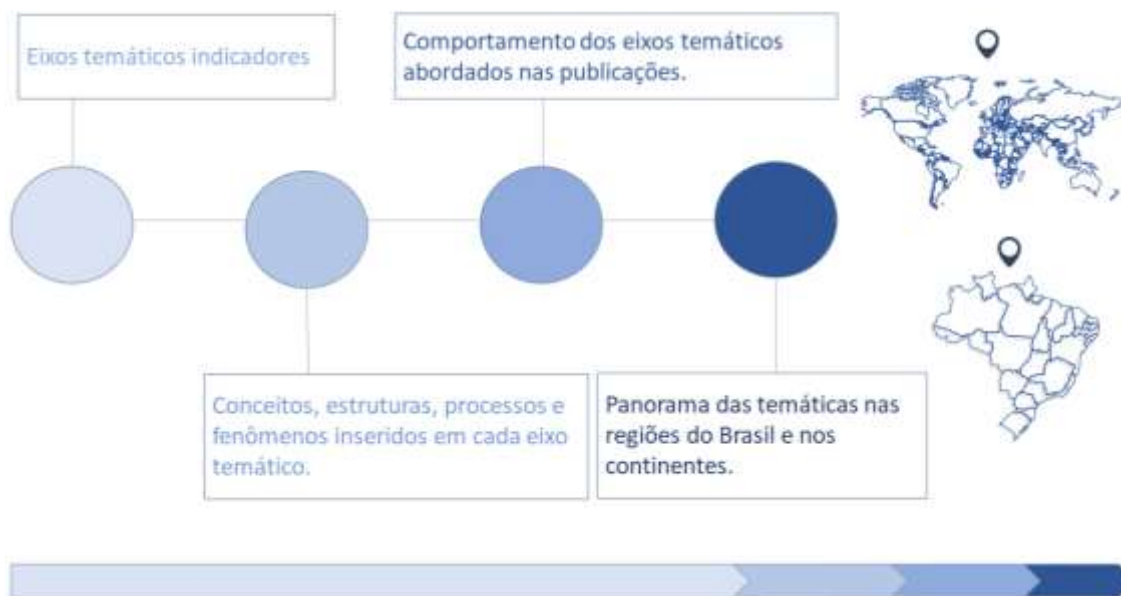
A seguir são descritos com mais detalhes cada um dos segmentos da averiguação, apontando as categorias estudadas e as análises realizadas.

#### 3.4.3.1 Caracterização das temáticas referentes a Bioquímica discutidas nos artigos divulgados nos periódicos nacionais e estrangeiros.

Para a caracterização dos temas discutidos nos artigos foram utilizados os eixos temáticos indicadores, sendo identificado os conceitos, estruturas e fenômenos explorados em cada uma dessas categorias. Em seguida, foi analisado o modo como os eixos foram trabalhados em cada documento através dos descritores para o aprofundamento temático. Posteriormente, foi construído um panorama das temáticas bioquímicas pesquisadas tanto no Brasil através dos estudos conduzidos nacionalmente, como no globo, pelos artigos de origem nacional e estrangeira. Por último, também foi

identificado as relações de quase implicação envolvendo os eixos temáticos e as variáveis referentes aos periódicos, aprofundamento temático e locais de origem dos trabalhos. Na Figura 6 é ilustrado os processos realizados neste seguimento da análise.

Figura 6 – Processos metodológicos para a caracterização das temáticas abordadas nos artigos averiguados.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Para a descrição dos eixos temáticos, das categorias de aprofundamento e a distribuição dos temas pelas regiões do Brasil e pelos continentes foi utilizado a análise estatística descritiva. A origem dos trabalhos foi determinada pelo vínculo dos autores a instituições nacionais e pelos países estrangeiros, sendo agrupados nas regiões do Brasil e nos continentes do globo. Artigos com mais de um autor puderam ser inseridos em mais de uma região ou continente de acordo com o vínculo dos pesquisadores.

Ainda em relação aos continentes, optou-se por utilizar a classificação baseada tanto nos aspectos físicos como os aspectos políticos, conforme apontada por Simielli (2009), agrupando as porções de terra do planeta em seis continentes: América, Europa, Ásia, África, Oceania e Antártida. Deixando a Europa e a Ásia separados, além de subdividir os países americanos em três regiões continentais: América do Norte, América Central e Caribe, e América do Sul.

Por sua vez, para a análise das possíveis relações envolvendo essas variáveis foi empregado o *software* CHIC, averiguando a existência e a qualidade dessas regras e metarregras através do Grafo Implicativo e da Árvore Coesitiva. Em ambas as análises

do *software* CHIC envolvendo a ASI, 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 10 são exibidos as variáveis e os códigos empregados na análise implicativa usando o *software* CHIC.

Quadro 10 – Variáveis e códigos referentes as categorias jornais científicos, origem da publicação, eixo indicador e aprofundamento temático.

| <b>Categorias</b>       | <b>Descrição das variáveis</b>                      | <b>Código</b> |
|-------------------------|---|---------------|
| Periódicos              | Ciência & Educação                                  | C&E           |
|                         | <i>Enseñanza de las Ciencias</i>                    | EC            |
|                         | Química Nova na Escola                              | QNEsc         |
|                         | <i>Educación Química</i>                            | EQ            |
|                         | Revista de Ensino de Biologia                       | REnBio        |
|                         | <i>Journal of Biological Education</i>              | JBE           |
|                         | Revista de Ensino de Bioquímica                     | REB           |
|                         | <i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i> | BMBE          |
| Origem da publicação*   | Região Norte  | RegNort       |
|                         | Região Nordeste                                     | RegNdest      |
|                         | Região Centro-Oeste                                 | RegCOest      |
|                         | Região Sudeste                                      | RegSdest      |
|                         | Região Sul  | RegSul        |
|                         | América do Norte                                    | AmNort        |
|                         | América do Sul (+Brasil)                            | AmSul         |
|                         | Europa  | Europ         |
|                         | Ásia  | Asia          |
|                         | África  | Afric         |
|                         | Oceania   | Ocean         |
| Eixos indicadores       | Eixo temático I                                     | EixoI         |
|                         | Eixo temático II                                    | EixoII        |
|                         | Eixo temático III                                   | EixoIII       |
|                         | Eixo temático IV                                    | EixoIV        |
|                         | Eixo temático V                                     | EixoV         |
|                         | Eixo temático VI                                    | EixoVI        |
| Aprofundamento temático | Foco principal                                      | FocPrc        |
|                         | Foco secundário                                     | FocSec        |
|                         | Foco contextual                                     | FocCt         |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Notas:\*Tendo em vista a ausência de estudos advindos da região da América Central e Caribe e do continente Antártico não foram criadas variáveis para o uso no *software* CHIC.

Na Figura 7 é apresentado os parâmetros para configuração do *software* CHIC v. 7.0. Para as análises foram marcados as opções “Nós significativos” e “Cálculo longo”. Os nós significativos "correspondem a uma classificação mais compatível aos valores e à qualidade dos valores de implicação e de coesão", já a opção "cálculo longo" permite os que os cálculos intermediários apareçam, essa função é "sobretudo didática e verificada, mas não é indispensável" (COUTURIER; BODIN; GRAS, 2003, p.3).

Figura 7 – Parâmetros de configuração do software CHIC v. 7.0.



Fonte: Retirado da tela principal do *software* CHIC v. 7.0.

A opção “cálculo dos intervalos” não foi marcada, tendo em vista que para as análises realizadas foram utilizadas apenas variáveis binárias (0 e 1), não foram utilizados variáveis-intervalos. Gras (2020) explica que a ideia principalmente dessas variáveis é dividir a extensão dos valores tomados por cada variável em subintervalos maximizando sua variação interclasse.

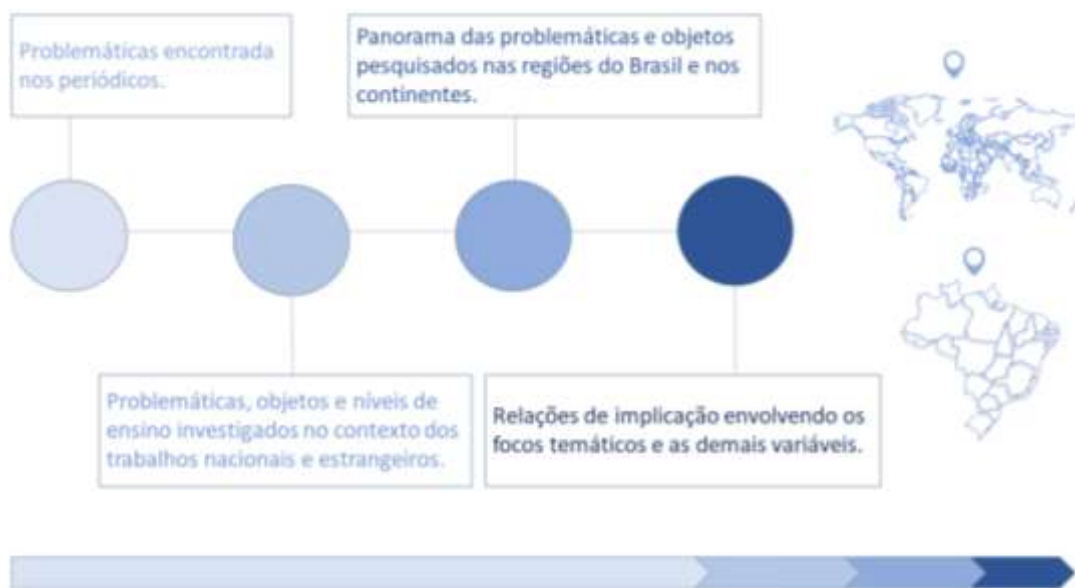
Por último, para o cálculo das implicações foram utilizadas as opções “Implicação segundo a teoria clássica” e a “Lei de Poisson”. Gras e Almouloud (2002) esclarecem que a lei de Poisson é indicada para estudos com uma amostra populacional, grande com algumas centenas de sujeitos.

### 3.4.3.2 Identificação das tendências encontradas na produção referente ao ensino de Bioquímica.

O segundo seguimento da análise se preocupou em traçar as principais tendências encontradas na produção dedicada ao ensino dos conceitos, processos e fenômenos associados a Bioquímica, deixando de lado os textos que discutiram as temáticas voltados a Biotecnologia e dos conteúdos procedimentais em laboratório. Para isso, foi realizado um recorte dos dados, focando nos estudos que investigaram o ensino de pelo menos um dos temas presentes nos eixos temáticos indicadores I, II, III e V.

O tratamento dos dados se deu na seguinte ordem: as problemáticas encontradas nos periódicos; as principais problemáticas, objetos e níveis de ensino investigados no contexto dos trabalhos nacionais e estrangeiros; panorama das problemáticas e objetos pesquisados nas regiões do Brasil e nos continentes; e por último as relações de implicação envolvendo os focos temáticos e as demais variáveis. Na Figura 8 é representado os processos analíticos realizados no segundo seguimento da análise.

Figura 8 – Processos metodológicos para a identificação das tendências encontradas na produção dedicada ao ensino de Bioquímica.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Para a identificação das problemáticas, objetos e níveis de ensino investigados, bem como para a construção das paisagens onde ocorrem essas pesquisas foi utilizado a análise estatística descritiva. A identificação do local onde os trabalhos foram desenvolvidos seguiu a mesma orientação descrita na seção anterior, na qual a origem foi determinada a partir dos vínculos institucionais dos autores, podendo um artigo ser agrupado em mais de uma região ou continente.

A divisão dos continentes também seguiu a mesma classificação já apontada anteriormente: América, Europa, Ásia, África, Oceania e Antártida. Subdividindo os países americanos em três regiões continentais: América do Norte, América Central e Caribe, e América do Sul.

Por sua vez, para o estudo das relações de implicação envolvendo as problemáticas e as variáveis referentes aos periódicos, eixos temáticos, aprofundamento

temático, níveis de ensino e locais de origem foi utilizado o *software* CHIC para o tratamento dos dados a partir do grafo implicativo. No Quadro 11 é apresentado as variáveis para os focos temáticos e níveis de ensino usadas no *software* CHIC. Além desses descritores, a análise também envolveu as variáveis já descritas no Quadro 9.

Quadro 11 – Variáveis e códigos referentes as categorias focos temáticos e níveis de ensino.

| <b>Categorias</b> | <b>Descrição das variáveis</b>                              | <b>Código</b> |
|-------------------|---|---------------|
| Focos temáticos   | Currículo e programa  | F_Cur         |
|                   | Conteúdo-método   | F_Cont        |
|                   | Recurso didático  | F_Rec         |
|                   | Características do professor                                | F_Prof        |
|                   | Características do aluno                                    | F_Alun        |
|                   | Formação de conceitos                                       | F_ForC        |
|                   | Formação de professores                                     | F_ForP        |
|                   | Políticas públicas  | F_Pol         |
|                   | Organização da instituição escolar                          | F_OEsc        |
|                   | Organização da instituição e programa de ensino não-escolar | F_ONEsc       |
|                   | Filosofia da ciência  | F_Fil         |
|                   | História da ciência   | F_Hist        |
|                   | História do ensino de ciências*                             | -             |
|                   | Outro foco  | F_Out         |
| Níveis de ensino  | Educação Básica   | EdBas         |
|                   | Graduação   | EdGrad        |
|                   | Pós-Graduação   | EdPosG        |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

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

O tratamento grafo implicativo usando o *software* CHIC foi realizado em duas fases. Na primeira se buscou as implicações envolvendo os focos temáticos com as variáveis referentes as categorias: periódico, eixo temático indicador, aprofundamento temático, níveis de ensino e local de origem. Para essa análise foram investigadas as relações com índices de quase implicação maiores ou iguais a 70,0, proporcionando uma visão mais panorâmica dos elos e mantando o grau de confiabilidade estatística.

Já a segunda fase se manteve preocupada em traçar, numa perspectiva sistemática, as relações envolvendo as variáveis: periódico, eixo temático indicador, aprofundamento temático, focos temáticos e níveis de ensino, agrupando as relações de acordo com as regiões do Brasil e continentes. Tendo em vista o grande número de relações, optou-se por analisar as relações de implicação maiores ou iguais a 90,0, viabilizando o estudo.

Em relação as configurações do *software* CHIC, foi utilizado os mesmos parâmetros já descritos anteriormente, sendo marcado as opções: “Nós significativos”; “Cálculo longo”; “Implicação segundo a teoria clássica”; e “Lei de Poisson”.

Concluindo a descrição do percurso metodológico, a seguir é exposto os principais resultados construídos durante as análises e confrontados com a literatura até então consultada.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na seção anterior foram expostos os caminhos e veredas percorridos durante a condução desta pesquisa. Aqui, serão apresentados os resultados das análises realizadas de acordo com os objetivos investigados. No entanto, de modo a introduzir os resultados aqui discutidos, será inicialmente descrito, de forma quantitativa, o *corpus* de pesquisa construído.

Para construção do *corpus* de pesquisa, foram definidas categorias para enquadrar os artigos divulgados nos periódicos como pertencentes ou não ao ensino de Bioquímica. Ao todo foram analisados 7.972 trabalhos, publicados durante os anos de 2010 a 2019, por oito jornais científicos, sendo quatro revistas estrangeiras (EC, EQ, JBE e BMBE) e quatro brasileiras (RCE, QNEsc, REnBio e REB) mais o documento referente aos anais do VII ENEBio. No entanto, apenas 731 pesquisas foram selecionadas para a construção do *corpus* investigado. Na Tabela 3 é exibido a distribuição de textos por periódico.

Tabela 3 – Quantidade de artigos enquadrados em temas explorados pela Bioquímica e publicados pelas revistas examinadas durante o período de 2010 a 2019.

| Periódicos   | Volumes   | Edições    | Artigos      | Artigos Ensino de Bioquímica |          |
|--|-----------|------------|--------------|------------------------------|----------|
|  | N         | N          | N            | N                            | %        |
| Ciência & Educação (C&E)                                   | 10        | 39         | 585          | 6                            | 1,02     |
| <i>Enseñanza de las Ciencias</i> (EC)                      | 10        | 30         | 353          | 4                            | 1,13     |
|  | 3*        | -          | 2.262        | 45                           | 1,99     |
| Química Nova na Escola (QNEsc)                             | 10        | 40         | 430          | 31                           | 7,20     |
| <i>Educación Química</i> (EQ)                              | 10        | 45         | 365          | 13                           | 3,56     |
| Revista de Ensino de Biologia (REnBio)                     | 6**       | 8          | 68           | 0                            | 0        |
|  | 5***      | 4          | 2.920        | 90                           | 3,08     |
| <i>Journal of Biological Education</i> (JBE)               | 10        | 40         | 316          | 62                           | 19,62    |
| Revista de Ensino de Bioquímica (REB)                      | 10        | 24         | 111          | 84                           | 75,67    |
| <i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i> (BMBE) | 10        | 60         | 562          | 396                          | 70,46    |
| <b>Total</b>   | <b>84</b> | <b>290</b> | <b>7.972</b> | <b>731</b>                   | <b>-</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Notas: \*Volumes dedicados aos trabalhos apresentados no VIII, IX e X *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.

\*\*Volumes compostos por publicações advindos de submissões do tipo fluxo contínuo (v. 12, v. 11 e v. 10) ou por artigos indicados pelo Conselho Editorial da Revista e/ou pela Diretoria Nacional da SBEnBio (v. 8, v. 6 e v. 4).

\*\*\*Volumes compostos por publicações advindos dos Encontros Nacionais de Ensino de Biologia (ENEBio) (v. 9, v. 7, v. 5 e v. 3 + Anais do VII ENEBio).

A partir dos dados demonstrados na Tabela 3, percebe-se que o percentual de estudos que puderam ser enquadrados no campo científico dedicado ao ensino da Bioquímica decresceu com a ampliação do escopo dos periódicos. As revistas C&E e a

EC, empenhados em difundir investigações sobre a educação em ciências e matemática, apresentaram valores próximos em torno de 1%, resultado que se justifica pelos jornais científicos abrangerem uma maior quantidade de campos científicos e, provavelmente por decisão editorial, buscarem publicar volumes com representantes de cada uma das linhas exploradas.

Em seguida, tem-se que a QNEsc e a EQ mesmo juntas exibiram uma produção relacionada à Bioquímica inferior que a revista JBE. Esses dois periódicos publicaram 44 estudos em dez anos, o equivalente a 5,53% das publicações. Quando confrontado com a JBE, tem-se que durante o mesmo recorte temporal, o jornal divulgou 62 pesquisas, correspondendo a 19,6% de seus textos publicados. Sendo assim, tendo como base as amostras verificadas, é possível sinalizar que as análises voltadas ao ensino de Bioquímica são mais disseminadas em periódicos que divulgam o ensino de Biologia.

Apesar da REnBio também ser uma revista dedicada a divulgar trabalhos com foco no ensino de Biologia, as temáticas associadas ao ensino de Bioquímica não puderam ser encontradas nos volumes publicados na modalidade fluxo contínuo e nem nos volumes compostos por artigos indicados pelo Conselho Editorial da Revista e/ou pela Diretoria Nacional da SEnBio. Uma das possíveis explicações para tal situação é a incompatibilidade dos temas discutidos nesses volumes com as propostas submetidas ao periódico, e/ou a falta de investigações consideradas pelo conselho e pela diretoria como relevantes.

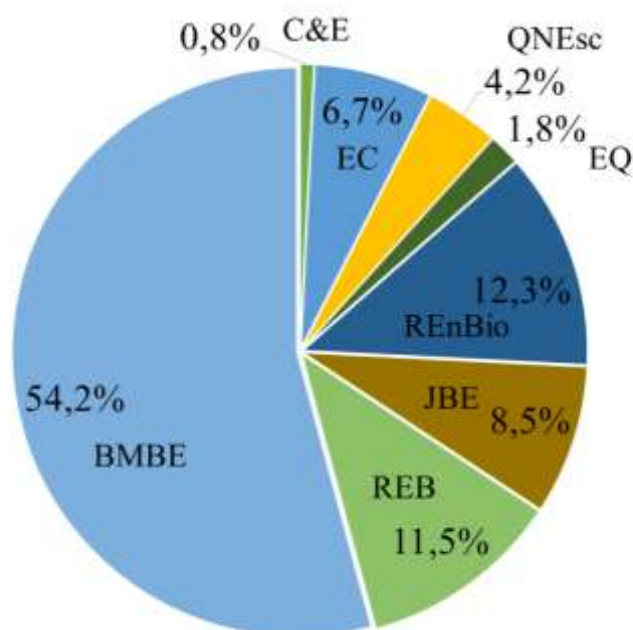
Deste modo, todas as pesquisas advindas da REnBio, que discutiram temas relacionados a Bioquímica, são oriundas dos volumes dedicados a divulgar os estudos que foram apresentados durante os encontros nacionais promovidos pela SEnBio. Tal resultado reforça a importância dos eventos científicos na divulgação e consolidação de campos científicos com menor visibilidade ou que ainda estejam se consolidando.

Comparando a REnBio com a EC, ambas com volumes formados por textos provenientes de submissões na modalidade fluxo contínuo e de pesquisas apresentadas em eventos relacionados com as revistas, observa-se que apesar da EC ter um escopo mais abrangente, ao contrário da REnBio, apresentou trabalhos dedicados ao ensino de Bioquímica nas duas modalidades.

Ao chegar a um escopo mais específico, voltado a divulgar artigos que examinaram temáticas relativas à Bioquímica e à Biologia Molecular (e de outras áreas correlacionadas), observa-se um aumento considerável (e esperado) em comparação com os escopos mais abrangentes. Entre os dois periódicos analisados, a REB configurou-se como o jornal científico que mais apresentou averiguações enquadradas no ensino de Bioquímica, por universo de publicações, quando comparado com a BMBE.

No Gráfico 3 é exibida a distribuição dos estudos divulgados pelos periódicos explorados, que puderam ser agrupados como pertencentes ao campo científico dedicado ao ensino de Bioquímica. A revista que mais contribuiu para a formação do *corpus* analisado foi a revista BMBE, com um pouco mais de 54% dos textos investigados, seguida pela REnBio, REB, JBE, EC, QNEsc, EQ e C&E.

Gráfico 3 – Distribuição dos artigos nos periódicos estudados.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Vale ressaltar que apesar da REnBio ter sido o segundo jornal que mais contribuiu com artigos, suas publicações foram oriundas de trabalhos apresentados em eventos da SBEnBio, diferentemente da revista REB, que aplica a modalidade de fluxo contínuo. Idêntica situação se aplica à produção da EC, na qual de 91,8% das pesquisas tem origem nos eventos do *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.

Confrontando as investigações publicadas em periódicos nacionais com os textos advindos de revistas estrangeiras, a partir da soma do número de artigos, verifica-se que

os jornais estrangeiros divulgaram mais trabalhos dedicados ao ensino de Bioquímica do que as revistas nacionais. Juntos a EC, EQ, JBE e a BMBE publicaram o equivalente a 71,2% dos estudos que compõem o *corpus* de pesquisa examinado, enquanto C&E, QNEsc, REnBio e REB divulgaram o restante do material (28,9% das investigações).

Após ter descrito o *corpus* de pesquisa numa perspectiva quantitativa, o conteúdo dessas produções é exibido e discutido numa visão qualitativa, tendo como base os resultados obtidos através das análises mistas realizadas. Buscou-se então, dividir esta apresentação em três subseções: no primeiro momento as temáticas relacionadas ao ensino de Bioquímica são caracterizadas; no segundo momento são identificadas as principais tendências encontradas na produção dedicada ao ensino dos conteúdos conceituais em Bioquímica; e no terceiro momento são analisados os principais resultados obtidos a partir da Teoria dos Campos de Pierre Bourdieu.

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS TEMÁTICAS REFERENTES AO ENSINO DE BIOQUÍMICA PRESENTES EM PUBLICAÇÕES NACIONAIS E ESTRANGEIRAS.

Nesta subseção, discute-se sobre as temáticas investigadas nas produções do campo científico voltado ao ensino de Bioquímica encontradas nos periódicos analisados. Aqui, buscou-se responder quais temáticas poderiam enquadrar uma pesquisa publicada em uma revista como pertencente ou não ao campo científico averiguado. Para isso, como apresentado na seção anterior (metodologia da pesquisa), foram definidas categorias *a priori* a partir do foco de estudo da Bioquímica e categorias *a posteriori* que surgiram da exploração inicial dos periódicos examinados.

Inicialmente, esperava-se que apenas as categorias definidas *a priori* fossem suficientes para englobar todas as pesquisas produzidas pela comunidade de pesquisadores que exploram o ensino de Bioquímica. No entanto, ao realizar a análise documental dos artigos divulgados pelos periódicos, principalmente os que apresentam o escopo voltado a publicar averiguações relacionadas ao ensino de Bioquímica, percebeu-se a necessidade de criar outras categorias de indicadores (eixos temáticos) que pudessem agrupar os trabalhos produzidos.

Assim, a construção do *corpus* de pesquisa também se tornou a identificação das temáticas investigadas pelos vários grupos de pesquisadores, que se dedicam a pesquisar

o ensino dos conteúdos bioquímicos, espalhados pelo Brasil e pelo mundo, independentemente se tais autores a reconhecem ou não como pertencentes a esse campo científico.

Para caracterizar essas temáticas se utilizou a análise documental e a ASI. Aqui, são discutidos os dados referentes aos eixos temáticos indicadores, as categorias de aprofundamento temático e aos locais de origem das produções.

#### **4.1.1 Eixos temáticos indicadores e conceitos bioquímicos investigados**

Tendo como base os objetos investigados pela Bioquímica e pela exploração inicial realizada nos trabalhos que compõem o *corpus* investigado, foram definidos os seguintes eixos temáticos indicadores:

- **Eixo I – Estrutura, propriedade 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 compõe 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 - Biotecnologia:** publicações que investigam os diferentes temas que abordam a Biotecnologia em um contexto de sala de aula, discutindo sobre as aplicações e avanços das técnicas de manipulação dos agentes biológicos para benefício do homem, benefícios e malefícios que o avanço da engenharia genética apresenta para a humanidade.
- **Eixo V – 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.
- **Eixo VI – Conteúdos procedimentais em Laboratório:** publicações que têm como foco o ensino de técnicas experimentais, o uso de equipamentos e habilidades em laboratório, mas que dialogam com o campo de estudo da Bioquímica e da Biotecnologia.

Apesar de existir uma grande lacuna de pesquisas que se utilizam de categorias para enquadrar artigos como pertencentes ou não ao ensino de Bioquímica, o estudo realizado por Pereira, Gonçalves e Hornink (2020) indicaram algumas temáticas presentes em trabalhos que se assemelham aos eixos temáticos aqui utilizados. A pesquisa, investigou os resumos apresentados na seção Educação Bioquímica nas reuniões anuais da SBBq entre os anos de 1993 a 2019. Na Tabela 4 é feita uma comparação entre as temáticas encontradas nos resumos da SBBq com os eixos temáticos indicadores construídos para esta dissertação.

Tabela 4 – Comparação entre as temáticas exibidas nos resumos apresentados nos encontros da SBBq entre os anos de 1993 a 2019 (PEREIRA; GONÇALVES; HORNINK, 2020) e os eixos temáticos indicadores utilizados na dissertação.

| <b>Temáticas presentes nos resumos da SBBq entre os anos de 1993 a 2019</b> | <b>Eixos temáticos indicadores</b>                         |
|---|--|
| Proteína<br>Enzima<br>Biologia Molecular                                    | Eixo I - Estrutura, propriedade e função das biomoléculas. |
| Metabolismo   | Eixo II - Metabolismo das biomoléculas                     |
| Genética  | Eixo III – Biologia da informação                          |
| Ensino de Bioquímica  | Eixo V – Métodos e técnicas de ensino                      |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do trabalho de Pereira, Gonçalves e Hornink (2020).

A partir do material analisado, os pesquisadores identificaram temáticas, que de forma recorrente, apareciam nos resumos. Entre esses temas observados, destacam-se: “Metabolismo”; “Proteína”; “Genética”; “Enzima” e “Biologia Molecular”. Segundo os autores, esses temas correspondem aos conteúdos que os estudantes possuem uma maior dificuldade de aprender, devido à natureza complexa e interdisciplinar dos conhecimentos (PEREIRA; GONÇALVES; HORNINK, 2020).

As temáticas “Biologia Molecular”, “Proteínas” e “Enzimas” podem ser associadas ao Eixo I – que incluem trabalhos voltados ao ensino das estruturas, propriedades e funções de biomoléculas como as proteínas, enzimas, carboidratos e lipídeos, bem como outras moléculas, presentes nos organismos vivos.

Já a temática Metabolismo corresponde ao Eixo II – Metabolismo das biomoléculas, que inclui investigações sobre o ensino do metabolismo das principais biomoléculas (carboidrato, proteína e lipídeos), bem como de outros processos metabólicos presentes nas células.

Por sua vez, a temática Genética também está contemplada nos eixos definidos *a priori*, proporcional ao Eixo III – Biologia da informação, que inclui artigos dedicados ao ensino das biomoléculas envolvidas no processo de armazenamento e transmissão das informações biológicas entre os seres vivos.

Em relação aos eixos definidos *a posteriori*, o único indicador presente no exame de Pereira, Gonçalves e Hornink (2020) foi o eixo V – técnicas e métodos de ensino, correspondendo a temática “Ensino de Bioquímica” encontrada pelos autores, e assim como escrito em seu texto, ambas as temáticas agruparam pesquisas voltadas a investigar o ensino da Bioquímica numa perspectiva geral, sem focar em determinado conceito.

Apesar dos temas abordados nos eixos IV e VI não estarem presentes na investigação de Pereira, Gonçalves e Hornink (2020), outras temáticas se fizeram presentes como a Biologia Celular. Como a seção Educação Bioquímica das reuniões da SBBq divulga publicações que analisam o ensino dos conteúdos ligados a Bioquímica, Biologia Molecular, e outras disciplinas como a Biologia Celular, Biofísica e Fisiologia, temáticas não ligadas a Bioquímica podem estar presentes nos resumos.

A pesquisa guiada por Pereira, Gonçalves e Hornink (2020) contribui para o fortalecimento das categorias construídas para esta dissertação. Assim, é possível sinalizar que os eixos temáticos definidos podem auxiliar na caracterização das temáticas investigadas pelo campo científico voltado ao ensino de Bioquímica.

Na Tabela 5 é exibida a quantidade de artigos enquadrados em cada um dos eixos temáticos.

Tabela 5 – Distribuição dos artigos por eixo temático indicador.

| Periódicos   | Eixo I<br>N | Eixo II<br>N | Eixo III<br>N | Eixo IV<br>N | Eixo V<br>N | Eixo VI<br>N |
|--------------|-------------|--------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| C&E          | 2           | 2            | 1             | 2            | 0           | 0            |
| EC           | 20          | 15           | 14            | 8            | 0           | 2            |
| QNEsc        | 20          | 4            | 1             | 3            | 0           | 5            |
| EQ           | 7           | 1            | 4             | 1            | 0           | 2            |
| REnBio       | 19          | 27           | 42            | 10           | 4           | 0            |
| JBE          | 13          | 18           | 26            | 17           | 3           | 4            |
| REB          | 31          | 33           | 20            | 2            | 10          | 5            |
| BMBE         | 102         | 38           | 49            | 33           | 50          | 148          |
| <b>Total</b> | <b>214</b>  | <b>138</b>   | <b>157</b>    | <b>76</b>    | <b>67</b>   | <b>166</b>   |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde apresentar mais de um eixo temático.

Os eixos I, II, III e IV estiveram presentes em todas as revistas, diferentemente dos eixos V e VI que não puderam ser encontrados em alguns dos periódicos. A temática técnicas e métodos de ensino esteve presente na REnBio, JBE, REB e BMBE, enquanto os conteúdos procedimentais em laboratório foram abordados na EC, QNEsc, EQ, JBE, REB e BMBE.

O eixo I foi o mais presente entre os jornais científicos EC, QNEsc e EQ, encontrado em 29,3% dos artigos que compõem o *corpus* pesquisado. Na Tabela 6 são exibidas as biomoléculas mais discutidas nessas investigações. Os principais conceitos alvo nessa temática foram as macromoléculas: proteínas, enzimas, lipídeos e carboidratos. Assim, tendo em vista o escopo desses periódicos, sinaliza-se que os conteúdos voltados ao ensino de estrutura, propriedades e funções das biomoléculas foi a temática mais presente entre as revistas dedicadas a disseminar estudos relacionados ao ensino de Química.

Tabela 6 – Conteúdos conceituais bioquímicos investigados pelo Eixo I – Estrutura, propriedades e funções das biomoléculas.

| Conceitos    | N   | %    |
|--------------|-----|------|
| Proteína     | 120 | 56,1 |
| Enzima       | 71  | 33,2 |
| Lipídeos     | 56  | 26,2 |
| Carboidratos | 51  | 23,8 |
| Vitamina     | 35  | 16,3 |
| Minerais     | 19  | 8,9  |
| Hormônio     | 3   | 1,4  |
| Água         | 2   | 0,9  |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde apresentar mais de um conceito investigado.

Em seguida, eixo VI foi o segundo mais sondado entre a comunidade de pesquisadores, estando em 22,7% dos textos, baseado em trabalhos que analisaram o ensino de conteúdos procedimentais em laboratório envolvendo as biomoléculas estudadas pela Bioquímica (proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos). Como demonstrado na Tabela 7, os conteúdos procedimentais mais abordados foram o ensino de técnicas de manipulação do material genético e das demais biomoléculas.



Tabela 7 – Conteúdos procedimentais investigados pelo Eixo VI – Conteúdos procedimentais em laboratório.

| <b>Conteúdos procedimentais e habilidades</b> | <b>N</b> | <b>%</b> |
|---|----------|----------|
| Técnicas de manipulação genica                | 92       | 55,4     |
| Técnicas de manipulação das biomoléculas      | 70       | 42,2     |
| Habilidades em laboratório                    | 6        | 3,6      |
| Equipamentos em laboratório                   | 3        | 1,8      |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde apresentar mais de um conceito investigado.

Apesar de ser uma temática dedicada ao ensino de conteúdos procedimentais em laboratório, o eixo VI foi o tema mais presente nas publicações oriundos da BMBE, estando em 148 dos 396 estudos (37,4%). Este elevado número de pesquisas divulgadas na BMBE, bem como a presença desse eixo em seis dos oitos periódicos analisados, sinaliza a importância dada pelos pesquisadores em averiguar os conteúdos procedimentais associados à Bioquímica, refletindo a importância do caráter experimental nessa ciência.

O terceiro eixo mais examinado foi a Biologia da Informação, categorizado em 21,5% dos textos. Na Tabela 8 são apresentados os principais conceitos explorados pela categoria. A partir das informações, tem-se que os conceitos mais analisados pelas publicações desse eixo foram a estrutura do DNA e os processos envolvendo a transcrição do RNA, tradução do RNA e a síntese de proteínas.

Tabela 8 – Conteúdos conceituais investigados pelo Eixo III – Biologia da Informação.

| <b>Conceitos</b>                       | <b>N</b> | <b>%</b> |
|--|----------|----------|
| Estrutura do DNA                       | 75       | 47,8     |
| Tradução do RNA e Síntese de proteínas | 56       | 35,7     |
| Transcrição/síntese do RNA             | 39       | 24,8     |
| Estrutura do RNA                       | 24       | 15,3     |
| Mutações                               | 19       | 12,1     |
| Duplicação do DNA                      | 16       | 10,2     |
| Gene                                   | 12       | 7,6      |
| Polimorfismo genético                  | 4        | 2,5      |
| Metabolismo de nucleotídeos            | 3        | 1,9      |
| Cromossomo                             | 8        | 5,1      |
| Nucleotídeos                           | 1        | 0,6      |
| Recombinação genética                  | 1        | 0,6      |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde apresentar mais de um conceito investigado.

Apesar desses conceitos serem comumente sondados e discutidos em trabalhos relacionados ao ensino de Genética, os fenômenos biológicos envolvendo o armazenamento e transmissão das informações biológicas entre os seres vivos são

essenciais para o entendimento de muitos dos conceitos e processos ensinados na Bioquímica.

Neste ponto, vale ressaltar que não existem estruturas e processos bioquímicos ou genéticos. As categorizações referentes às disciplinas não se aplicam a esses fenômenos biológicos. A Bioquímica e a Genética compartilham o estudo de algumas moléculas, estruturas e processos metabólicos, porém cada uma com sua ótica característica. Essa busca de dividir os fenômenos naturais em disciplinas surgiu durante dos séculos XVI e XVII, o processo de disciplinarização do saber permitiu uma especialização do conhecimento, levando ao desenvolvimento cada vez mais dos métodos, leis, esquemas e tecnologias (WALLERSTEIN, 1996; CAPRA, 2006), porém ao mesmo tempo levou à perda da visão de conjunto e à falta de compreensão da complexidade dos sistemas (MARIOTTI, 2000).

Sendo assim, apesar de muitas vezes está associada a Genética, os conceitos, processos e fenômenos que explicam o armazenamento, transmissão e expressão das informações biológicas contidas no DNA, também podem ser incluídas no conjunto de temáticas investigadas pelo campo científico dedicado ao ensino de Bioquímica, como demonstrado nas Tabelas 5 e 8.

No que se refere ao eixo II, essa foi a quarta temática mais investigada, estando presente em quase 19% dos 731 artigos que compõem o material de pesquisa analisado. Na Tabela 9 são expostos os conceitos alvos das publicações; entre eles, destacam-se o metabolismo dos carboidratos e lipídeos, bem como o processo de fotossíntese.

Tabela 9 – Conteúdos conceituais investigados pelo Eixo II – Metabolismo das biomoléculas.

| <b>Conceitos</b>   | <b>N</b> | <b>%</b> |
|--|----------|----------|
| Carboidratos   | 48       | 34,8     |
| Fotossíntese   | 36       | 26,1     |
| Lipídeos   | 35       | 25,4     |
| Respiração celular                                       | 28       | 20,3     |
| Proteína   | 27       | 19,6     |
| Fermentação  | 22       | 15,9     |
| Ciclo da ácido cítrico (Ciclo de Krebs)                  | 19       | 13,8     |
| Cadeia transportadora de Elétrons/Fosforilação oxidativa | 14       | 10,1     |
| Enzima   | 6        | 4,3      |
| Bioenergética  | 4        | 2,9      |
| Hormônio   | 3        | 2,2      |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde apresentar mais de um conceito investigado.

Outro conceito recorrente nessas produções foi a respiração celular, um sinônimo para designar um conjunto de reações do metabolismo aeróbico envolvendo a via glicolítica, o ciclo do ácido cítrico e a cadeia transportadora de elétrons, em que acontece o processo de fosforilação oxidativa (NELSON; COX, 2014). Segundo Gomes (2014), entre os conteúdos mais recorrentes da Bioquímica no Ensino Médio, estão a transformação e o armazenamento de energia nas células, correspondendo aos processos de respiração aeróbica, fermentação (respiração anaeróbica) e fotossíntese.

A quinta temática mais frequente foi o eixo IV, com os estudos que examinaram o ensino de temas relacionados a biotecnologia. Segundo Bruno, Horn e Landgraf (2014), a Biotecnologia é um conjunto de atividades baseadas em conhecimentos multidisciplinares que utilizam agentes biológicos, como organismos, células e moléculas para o desenvolvimento de produtos úteis em benefício do homem ou para a resolução de problemas. A Bioquímica está entre esses conhecimentos.

Apesar da Biotecnologia abranger disciplinas de diferentes áreas do conhecimento, é uma temática bastante relacionada com as moléculas e processos estudados pela Bioquímica. São exemplos de processos biotecnológicos, a fermentação na produção da cerveja e do vinho, o uso de microrganismos e produtos microbianos para obtenção do queijo, além do desenvolvimento de medicamentos, utilizando a técnica do DNA recombinante.

Esse eixo foi identificado em 10,4% das pesquisas averiguadas, sendo o único dos três eixos definidos *a posteriori* enquadrado em textos disseminados por todos os periódicos estudados. Na Tabela 10 são expostos os principais temas discutidos nesses textos, na qual se sobressaíram os assuntos voltados a aplicação de agentes biológicos para benefício da população humana e das técnicas envolvidas na manipulação genética.

Tabela 10 – Temas conceituais investigados pelo Eixo IV – Biotecnologia.

| <b>Temas conceituais</b>                                 | <b>N</b> | <b>%</b> |
|--|----------|----------|
| Aplicações de agentes biológicos para benefício do homem | 41       | 53,9     |
| Técnicas de manipulação genética                         | 31       | 40,8     |
| Biotecnologia  | 9        | 11,8     |
| Estudo do genoma humano                                  | 8        | 10,5     |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde apresentar mais de um conceito investigado.

Em seguida, as questões relacionadas ao estudo do genoma humano também se fizeram presentes em torno de 10% dos trabalhos. Além desses temas, cerca de 12% dos artigos que sondaram a temática Biotecnologia, buscaram analisar como esses assuntos são abordados em sala de aula, nos currículos de disciplinas, em cursos e na literatura científica que se propõe a investigar sobre a temática.

Já o indicador menos recorrente nas publicações que compõem o *corpus* de pesquisa foi o eixo V – técnicas e métodos de ensino, presente em 9,2% do material analisado, composto por averiguações que tiveram como foco discutir o ensino da Bioquímica, sem especificar um determinado conceito ou fenômeno.

#### 4.1.2 Aprofundamento dos eixos temáticos indicadores

Após discutidas as temáticas encontradas nos periódicos, analisa-se a partir de três categorias, como os temas presentes nos eixos indicadores foram abordados e desenvolvidos ao longo da investigação em cada um dos estudos. Encontra-se na Tabela 11 a distribuição dos textos enquadrados em cada um dos descritores: foco principal, secundário e contexto.

Tabela 11 – Quantidade de artigos por categoria de aprofundamento temático.

| Indicadores       | Foco principal |              | Foco secundário |            | Foco contexto |              |
|-------------------|----------------|--------------|-----------------|------------|---------------|--------------|
|                   | N              | %            | N               | %          | N             | %            |
| Eixo Temático I   | 183            | 27,8         | 26              | 38,2       | 5             | 55,5         |
| Eixo Temático II  | 122            | 18,5         | 15              | 22         | 1             | 11,1         |
| Eixo Temático III | 134            | 20,3         | 24              | 35,3       | 3             | 33,3         |
| Eixo Temático IV  | 72             | 10,9         | 4               | 5,9        | 3             | 33,3         |
| Eixo Temático V   | 59             | 8,9          | 7               | 10,3       | 0             | 0            |
| Eixo Temático VI  | 161            | 24,4         | 5               | 7,3        | 0             | 0            |
| <b>Total</b>      | <b>659</b>     | <b>110,8</b> | <b>68</b>       | <b>119</b> | <b>9</b>      | <b>133,2</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde apresentar mais de um foco temático.

O descritor Foco principal remete a estudos que tenham colocado ao menos um dos eixos temáticas como centro das discussões da pesquisa. Esse classificar foi o mais presente trabalhos analisados, estando em 659 dos 731 artigos, aproximadamente 90,1% dos textos que compõem o *corpus* analisado. Entre as temáticas mais enquadradas no foco principal esteve o eixo temático I, estando em 27,8% das produções, seguido dos eixos VI, III, II, IV e V.

Em seguida, foi a vez do Foco Secundário, nessa categoria esteve presente os textos que averiguavam o ensino de uma das temáticas presentes nos eixos, ao lado de outras temáticas ligadas a campos científicos próximos, como a Fisiologia, Citologia e Biofísica, e que, portanto, não são o foco principal da análise. Essa categoria foi encontrada em 9,3% dos estudos, recebendo novamente o eixo I o destaque nesse tipo de aprofundamento visualizado, seguido dos eixos II, IV, V e VI.

Por sua vez, o Foco Contexto esteve presente em apenas 9 dos 371 estudos, ou seja em 1,2% dos documentos analisados. Essa categoria foi destinada aos textos que utilizaram os conceitos associados a Bioquímica ou a Biotecnologia com intuito de contextualizar o ensino de determinado conteúdo. Entre as temáticas visualizadas, esteve novamente o eixo I, vindo logo após os eixos III e IV.

Os resultados objetivos nessa análise apontam que a grande maioria dos estudos dedicados ao ensino de Bioquímica, cerca de 90%, colocam suas temáticas no centro de suas discussões. Já um pouco mais de 9% investigam o ensino desses conceitos, processos e fenômenos ao de outros temas não visualizados na Bioquímica, mas inseridos na Biologia ou na Química, disciplinas comuns nos demais currículos voltados a Educação Básica. Em relação aos trabalhos que compõem os 1,2% enquadrados no Foco Contexto, tem-se a Bioquímica e a Biotecnologia sendo utilizadas como suporte na contextualização em métodos e técnicas para o ensino de outros conceitos, refletindo a importância dessas temáticas no entendimento da sociedade na qual os estudantes estão inseridos.

#### **4.1.3 Panorama da produção científica dedicada ao ensino de Bioquímica no Brasil e nos continentes.**

A seguir, são analisados os locais onde foram desenvolvidas as pesquisas que deram origem aos artigos publicados. Os resultados foram construídos buscando traçar uma paisagem da produção científica nacional e estrangeira, apontando os locais no Brasil e no globo que mais publicaram estudos.

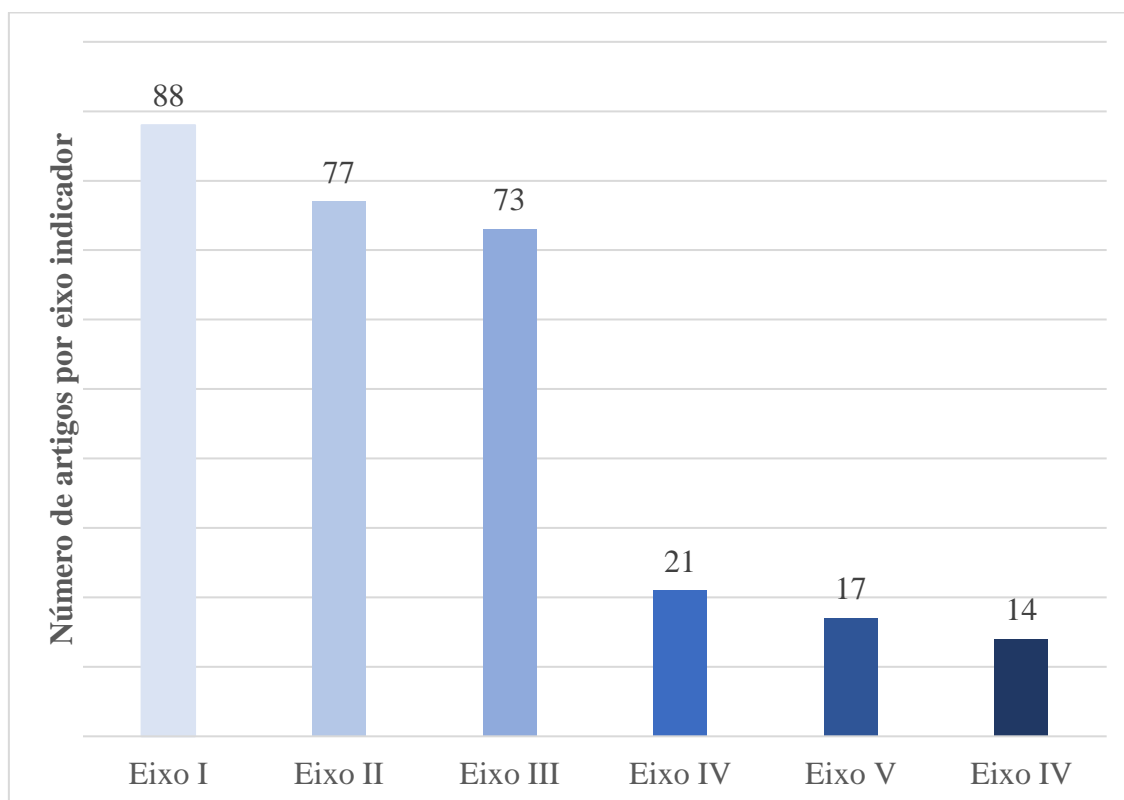
4.1.3.1 Paisagem da produção científica do Brasil referente ao ensino de Bioquímica construído a partir das publicações nacionais divulgadas pelos periódicos.

Ao todo, a revisão integrativa da literatura realizada nesta dissertação, selecionou 251 trabalhos, enquadrados no campo científico do ensino de Bioquímica, produzidos por

pesquisadores vinculados a instituições do país. Juntos, os periódicos brasileiros, publicaram 209 estudos, o equivalente a 83,2% das publicações oriundos do Brasil, enquanto que as revistas estrangeiras (EC e BMBE) divulgaram 42 pesquisas, correspondendo a 16,7% da produção nacional.

No Gráfico 4 é ilustrado a distribuição dos artigos nacionais nos eixos temáticos indicadores.

Gráfico 4 – Distribuição dos artigos nacionais nos eixos temáticos indicadores.



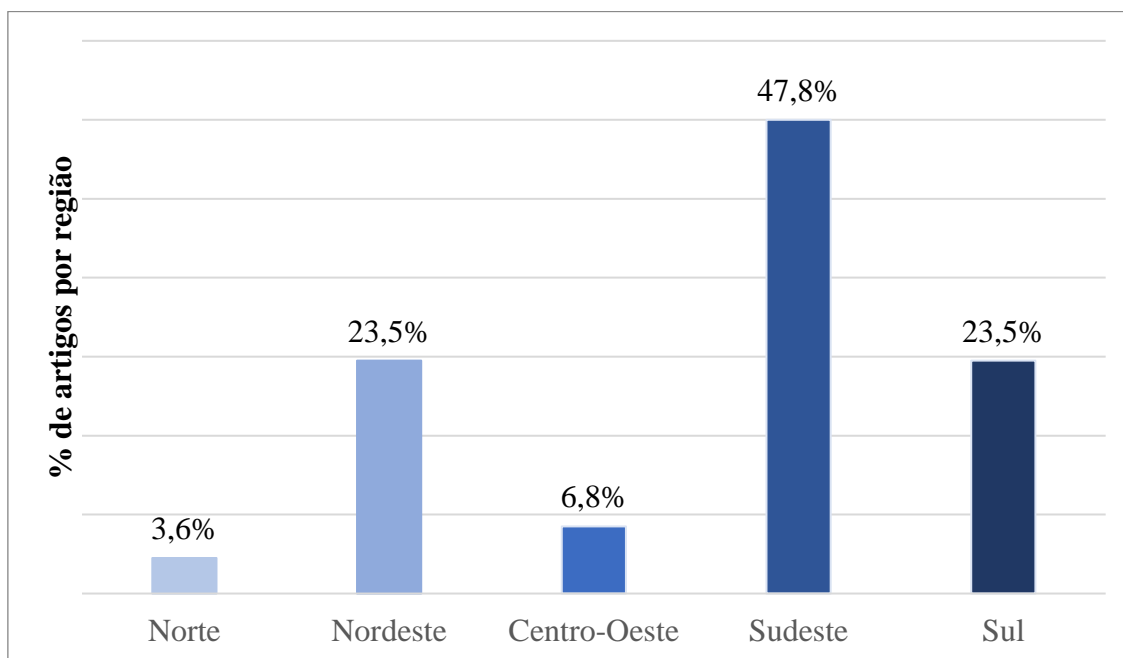
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde discutir mais de um eixo temático indicador.

A partir das informações contidas no Gráfico 4 é possível perceber que os principais temas contidos na produção nacional estão ligados ao ensino dos conteúdos conceituais associado a Bioquímica, representados nos eixos I, II e III. Já as temáticas inseridas nos demais eixos não receberam tanto destaque, sendo o eixo IV – Conteúdos procedimentais em laboratório o menos investigado.

No Gráfico 5 é ilustrado a quantidade de artigos nacionais publicados oriundo de cada região brasileira.

Gráfico 5 – Quantidade de publicações advinda de cada região do Brasil.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde ser desenvolvido por pesquisadores oriundos de mais de uma região.

A região brasileira que mais apresentou trabalhos foi o Sudeste com 120 artigos, correspondendo a 47,8% das pesquisas do país. Em seguida, estiveram o Sul e o Nordeste, exibindo a mesma quantidade de publicações, ambos responsáveis por 23,5% do material explorado. Os estados do Centro-Oeste apareceram na quarta posição, com 17 publicações, o equivalente a 6,8%. Na última colocação esteve o Norte do Brasil, com apenas 9 estudos divulgados durante o período analisado, compondo 3,6% da produção nacional.

A análise bibliométrica realizada por Nascimento, Oliveira e Bianconi (2019), na qual investigou os artigos publicados pela revista REB entre 2001 e 2017, identificou o Sudeste como a região brasileira com maior porcentagem de trabalhos, 54,7%. A região Sul ficou na segunda colocação, com 22,2% dos textos. Já a terceira posição ficou com o Nordeste, responsável por 7,7% da produção. Por sua vez, o Norte apareceu como a quarta região com maior quantidade de estudos, com 3,4%, ficando à frente dos estados do Centro-Oeste que desenvolveram apenas 0,9% dos textos publicados.

Por outro lado, a revisão sistemática desenvolvida por Pereira, Gonçalves e Hornink (2020), investigando os resumos apresentados nas reuniões anuais da SBBq, no período de 1993 a 2019, indicou o Sudeste como o maior detentor de publicações, 54,7%,

seguido pelas regiões Sul e Nordeste, com quantidades próximas, 14,8% e 14,3%. Em seguida, tem-se o Centro-Oeste e o Norte ocupando a quarta e quinta posição, com 5,2% e 0,7% respectivamente.

De acordo com resultados ilustrados no Gráfico 4, percebe-se que cerca de 48% da produção científica nacional analisada referente ao ensino de Bioquímica é oriundo dos estados do Sudeste. A segunda posição é ocupada pela região Sul, porém o Nordeste vem ampliando a sua produção, ficando cada vez mais próximo do Sul, em quantidade de artigos, como identificado nesta dissertação e no trabalho de Pereira, Gonçalves e Hornink (2020). Por sua vez, as regiões Centro-Oeste e Norte estiveram oscilando na quarta e quinta posição.

Uma possível explicação para esse panorama da produção brasileira seja a quantidade de PPG por região, tendo em vista que no país, as principais instituições que realizam pesquisas e, conseqüentemente, publicam estudos estão vinculadas a cursos de mestrado e doutorado. Segundo os dados presente no GEOCAPES<sup>14</sup>, referente a distribuição de PPG no Brasil por estado no ano de 2019, as regiões Sudeste e Sul são as que mais concentram programas, juntas, reúnem cerca de 65% do número de PPGs. Ainda conforme esses dados, o Nordeste é a terceira região com mais programas, seguida pelo Centro-Oeste e Norte (CAPES, 2021a).

A distribuição discutida acima é semelhante aos números de PPG por região do Brasil em 2019, focando nas áreas de avaliação da CAPES dedicadas a Educação, Ensino, Química e Biologia II (em que estão os programas voltados à Bioquímica). O Sudeste predomina em todas as áreas, seguida das regiões Sul e Nordeste, com exceção da área de Química na qual as posições se invertem, ficando o Nordeste a frente do Sul. Já as regiões Centro-Oeste e Norte aparecem em quarto e quinto lugar nas áreas de Educação e Química, na quinta e quarta posição na área de Biologia II e com quantidades iguais na área de Ensino (CAPES, 2021b).

Vale ressaltar, que essa comparação entre a quantidade de artigos referentes ao ensino de Bioquímica publicados e a quantidade de PPG por áreas de avaliação da CAPES, é relevante, tendo em vista à natureza do surgimento dos primeiros

---

<sup>14</sup> GEOCAPES - Sistema de Informações Georreferenciadas da CAPES, informações referentes ao ano de 2019.



pesquisadores dedicados a pesquisar o ensino de determinado conteúdo. É comum encontrarmos ao longo da história e ainda hoje, cientistas que atuaram e que ainda atuam tanto nas áreas de origem quanto na área de Ensino (RAMOS; SILVA, 2014).

Dando continuidade a essa discussão, é apresentado na Tabela 12, a distribuição dos artigos oriundos de instituições brasileiras por estado federativo. De acordo com os dados exibidos, São Paulo foi o estado do Sudeste que mais desenvolveu estudos publicados, em seguida o Rio de Janeiro, responsável por cerca de 35,8% das pesquisas. Minas Gerais desenvolveu cerca de 20,8% dos artigos advindos da região, enquanto que o Espírito Santo apresentou um único trabalho disseminado, o equivalente a 0,8%.

Tabela 12 – Distribuição de artigos de acordo com os estados e regiões do Brasil.

| Regiões do Brasil | Estados             | N  | %    |
|-------------------|---------------------|----|------|
| Sudeste           | São Paulo           | 56 | 46,7 |
|                   | Rio de Janeiro      | 43 | 35,8 |
|                   | Minas Gerais        | 25 | 20,8 |
|                   | Espírito Santo      | 1  | 0,8  |
| Nordeste          | Pernambuco          | 17 | 28,8 |
|                   | Bahia               | 15 | 25,4 |
|                   | Ceará               | 8  | 13,6 |
|                   | Rio Grande do Norte | 7  | 11,9 |
|                   | Paraíba             | 5  | 8,5  |
|                   | Piauí               | 4  | 6,8  |
|                   | Sergipe             | 4  | 6,8  |
|                   | Alagoas             | 3  | 5,1  |
|                   | Maranhão            | 1  | 1,7  |
| Sul               | Rio Grande do Sul   | 27 | 45,8 |
|                   | Santa Catarina      | 16 | 27,2 |
|                   | Paraná              | 13 | 22,1 |
| Centro-Oeste      | Brasília            | 10 | 58,8 |
|                   | Goiás               | 7  | 41,2 |
|                   | Mato Grosso do Sul  | 1  | 5,9  |
| Norte             | Pará                | 7  | 77,8 |
|                   | Amazonas            | 2  | 22,2 |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde ser desenvolvido por pesquisadores oriundos de mais de um estado brasileiro.

Todos os estados da região Nordeste exibiram publicações. Pernambuco e Bahia foram os que mais mostraram trabalhos, com 28,8% e 25,4% respectivamente. Ceará e Rio Grande do Norte estiveram na terceira e quarta posição com 11,9% e 13,6%. Os estados da Paraíba, Piauí e Sergipe exibiram porcentagens entre 8,5% a 6,8%. Alagoas foi responsável por 5,1% dos estudos e o Maranhão com apenas um trabalho disseminado em periódico, correspondendo a 1,7%.

Assim como nas regiões, todos os estados do Sul também exibiram textos com temáticas voltadas ao ensino de Bioquímica. O Rio Grande do Sul desenvolveu em torno de 45,8% das averiguações que foram produzidas na região, seguida do estado de Santa Catarina com 27,2%, e Paraná com 22,1%.

Por sua vez, nem todos os estados que compõem as regiões Centro-Oeste e Norte apresentaram investigações. O Distrito Federal (Brasília) foi o que mais exibiu trabalhos, sendo responsável por 58,8% dos artigos oriundos dessa região. Já o estado de Goiás ficou com 41,2% das publicações e o Mato Grosso do Sul com apenas um artigo, correspondendo a 5,9%.

No que se concerne ao Norte do Brasil, apenas o Pará e o Amazonas desenvolveram textos disseminadas nos periódicos explorados, tendo o Pará cerca de 77,8% e o Amazonas 22,2% dos artigos. Os demais estados da região Acre, Amapá, Tocantins, Rondônia e Roraima não exibiram trabalhos que pudessem ser enquadrados em algum dos temas associados ao ensino de Bioquímica.

A baixa produção do Norte do país pode estar associada a pouca quantidade de PPG nesta região. De acordo com os dados do GEOCAPES, em 2019, o Norte apresentou apenas 6% do número total de PPG do Brasil. Sendo possível verificar que em toda região, existe apenas 2 programas enquadrados na área de Biologia II e 4 na área de Química, tendo o Pará o maior número de programas. Já as áreas de Ensino e Educação estão presentes em maiores quantidades, sendo 19 programas voltados ao Ensino e 14 a Educação. O estado do Pará novamente se destaca com o maior número de programas nas duas áreas, 8 e 5 PPG respectivamente, seguido do estado do Amazonas com 4 programas enquadrados no Ensino e 1 na Educação (CAPES, 2021b). Assim, levanto em conta o número de PPG por estado, compreende-se o motivo do Pará e do Amazonas terem sido os únicos da região a apresentarem publicações voltadas às temáticas que giram em torno da Bioquímica.

Olhando para os estados brasileiros que mais desenvolveram e publicaram pesquisas referentes ao ensino de Bioquímica, tem-se em ordem decrescente: São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Pernambuco, Santa Catarina, Bahia, Paraná, Brasília e Ceará. Essa lista se assemelha a apresentada pelo trabalho de Silveira e Rocha (2016), que em uma investigação sobre as estratégias didáticas para o ensino de

Bioquímica no Ensino Superior<sup>15</sup>, identifica, em ordem decrescente: São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Brasília, Espírito Santo, Paraíba, Rio Grande do Norte, Goiás e Santa Catarina como os locais com maiores números de artigos.

Esses resultados exibidos acima, encontrados na Tabela 12 e na pesquisa de Silveira e Rocha (2016), reafirmam a elevada contribuição dos estados do Sudeste e Sul, e sinalizam o desenvolvimento científico na região Nordeste. Vale ressaltar, que desde a sua consolidação na década de 1970, a CAPES vem promovendo ações para regulamentação, qualificação e aumento da Pós-Graduação em todo o Brasil.

No meio dessas ações, destaca-se os Planos Nacionais de Pós-Graduação (PNPG) que, entre outras atividades, buscaram ampliar o Programa Institucional de Capacitação Docente (PICD); a admissão de novos docentes oriundos da Pós-Graduação; a concessão de bolsas para estudantes em tempo integral, juntamente com outros órgãos como o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq); e a diminuição das assimetrias regionais, principalmente no V PNPG durante os anos de 2005 a 2010 (CABRAL *et al.*, 2020).

4.1.3.2 Paisagem da produção científica do globo referente ao ensino de Bioquímica construído a partir das publicações nacionais e estrangeiras divulgadas pelos periódicos.

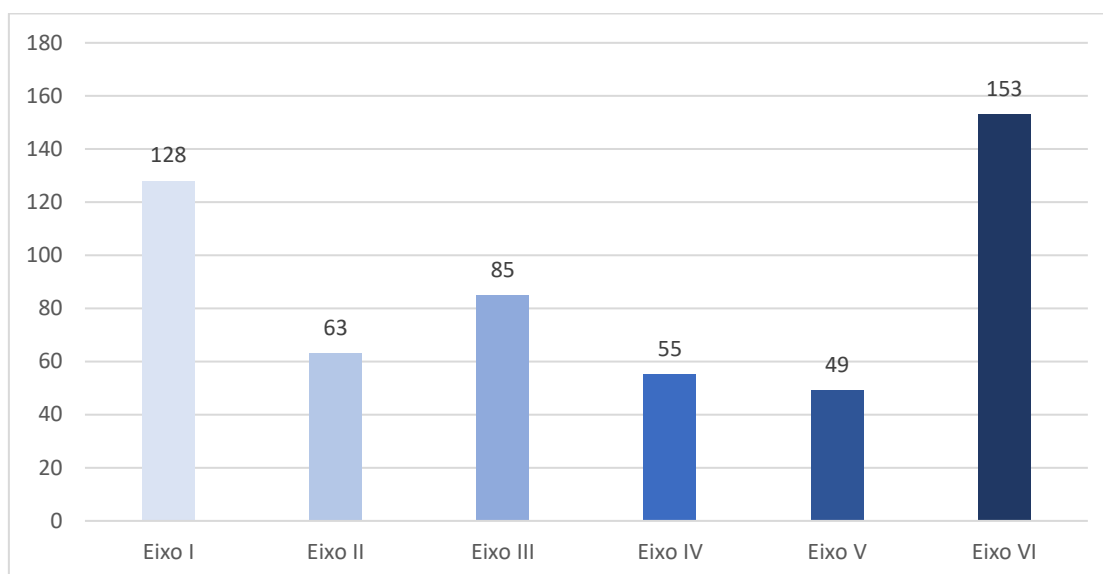
Em relação aos trabalhos de origem estrangeira, a revisão integrativa da literatura realizada selecionou 484 publicações, sendo completamente todos divulgados pelos periódicos estrangeiros (EC, EQ, JBE e BMBE), com exceção de um estudo conduzido no Brasil e em Portugal publicado na REB. Apesar dos periódicos C&E, QNEsc e RENBio possuírem ações para promover a sua internacionalização, em relação ao ensino de Bioquímica, nenhuma pesquisa oriunda do exterior foi divulgada, diferentemente dos periódicos estrangeiros, que divulgaram trabalhos produzidos por instituições do Brasil.

No Gráfico 6 é exposto a distribuição desses artigos nos seis eixos temáticos.

---

<sup>15</sup>Silveira e Rocha (2016) realizam uma revisão sistemática nas bases LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde); MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line*); Scielo (*Scientific Electronic Library Online*); e Google Acadêmico, incluindo periódicos brasileiros não indexados.

Gráfico 6 – Distribuição dos artigos estrangeiros nos eixos temáticos indicadores.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde discutir mais de um eixo temático.

Visualiza-se que diferentemente da produção brasileira, os trabalhos de origem estrangeira não se restringiram tanto aos três eixos focados aos conteúdos conceituais estudados nas disciplinas de Bioquímica (eixos I, II e III), sendo a temática mais investigada a inserida no eixo VI – conteúdos procedimentais em laboratório. Como descrito na Tabela 5, a revista estrangeira *BMBE* foi a principal responsável por divulgar publicações discutindo esse tema, sinalizando a forte relação dessa temática com a comunidade de Bioquímicos vinculados a *International Union of Biochemistry and Molecular Biology* – IUBMB.

Posteriormente, o eixo I foi a segunda temática mais presente nos trabalhos, sendo seguida dos eixos III e II, que apesar de não serem o principal destaque da produção estrangeira, continuam se fazendo presentes em uma quantidade elevada de pesquisas. Por último, assim como nos estudos nacionais, as temáticas ligadas aos eixos IV e V também foram averiguadas pelos trabalhos advindos de fora do Brasil, novamente não assumindo um papel de destaque nas publicações.

Em relação a distribuição desses trabalhos nos continentes do globo, é apresentado a seguir a quantidade de publicações nos continentes da América, Europa, Ásia, Oceania e África, a Antártida não exibiu trabalhos divulgados nas revistas analisadas. A Tabela 13 contém a distribuição dos artigos oriundos dos continentes da América, Europa, Ásia, Oceania e África. Nesta tabela, optou-se por dividir a distribuição dos artigos do

continente Americano apenas nas regiões da América do Norte e do Sul, tendo em vista que a América Central e Caribe não exibiu publicações.

Tabela 13 – Distribuição das publicações divulgada pelos periódicos nos continentes da América, Europa, Ásia, Oceania e África.

|              | América do Norte | América do Sul | Europa     | Ásia      | Oceania   | África   |
|--------------|------------------|----------------|------------|-----------|-----------|----------|
| C&E          | 0                | 6              | 0          | 0         | 0         | 0        |
| EC           | 3                | 34             | 14         | 0         | 0         | 0        |
| QNEsc        | 0                | 31             | 0          | 0         | 0         | 0        |
| EQ           | 7                | 3              | 3          | 0         | 0         | 0        |
| REnBio       | 0                | 90             | 0          | 0         | 0         | 0        |
| JBE          | 11               | 3              | 33         | 12        | 3         | 2        |
| REB          | 0                | 82             | 1          | 1         | 1         | 1        |
| BMBE         | 222              | 36             | 63         | 60        | 20        | 5        |
| <b>Total</b> | <b>243</b>       | <b>285</b>     | <b>114</b> | <b>73</b> | <b>24</b> | <b>8</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados a cima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde ser desenvolvido por pesquisadores oriundos de mais de um continente.

A revista EC disseminou pesquisas advindas principalmente da América do Sul e da Europa, publicando poucos artigos de origem Norte-americana. Tendo em vista que grande parte dos trabalhos divulgados por esse jornal veio de apresentações realizadas no *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, evento sediado em países europeus, esperava-se que a maior quantidade das investigações apresentadas fosse oriunda da Europa, no entanto as averiguações sul-americanas representaram 69,4% dos textos referentes ao ensino de Bioquímica.

Por sua vez, entre os países da América do Sul que desenvolveram estudos no periódico EC, o Brasil fica em destaque, como o país que mais contribuiu com pesquisas, totalizando 20 estudos, equivalente a 40,8% das publicações, seguido da Argentina e da Colômbia. A partir desses dados, é possível sinalizar uma certa importância dada pelos pesquisadores brasileiros aos eventos internacionais promovidos pela revista.

Apesar do jornal científico EQ ter editorado mais trabalhos advindos da América do Norte, também compreendeu pesquisas elaboradas na porção sul-americana e europeia. No que tange aos artigos norte-americanos, todos foram conduzidos por instituições do México. Já a produção da América do Sul foi desenvolvida pelo Brasil, Chile e Peru. Em relação aos textos europeus, os pesquisadores responsáveis pelos estudos estiveram vinculados aos países da Espanha e da Holanda.

Por outro lado, o continente Europeu foi o que mais publicou na revista JBE, principalmente os países da Espanha, Inglaterra e Alemanha. Em seguida, foram a Ásia e a América do Norte, sendo os EUA e a Turquia os detentores do maior número de textos. Os países da América do Sul, Oceania e África foram os locais que menos apresentaram artigos disseminados pelo periódico.

A BMBE publicou uma grande quantidade de averiguações de origem norte-americana, foram 222 trabalhos divulgados, o equivalente a 56% dos artigos propagados pelo jornal, que exploraram algumas das temáticas da Bioquímica. Os EUA foi o país que mais publicou artigos, responsável por 206 estudos, o que representa 52% das publicações da revista. Em seguida, a Europa e a Ásia foram os continentes com maiores quantidades de investigações, girando em torno de 15%, sendo a China, Espanha e Índia os maiores detentores de textos. Já a América do Sul desenvolveu cerca de 9,1% das disseminações, onde o Brasil é o país que mais conduziu e publicou pesquisas, acompanhado da Argentina. Por sua vez, todos os trabalhos oriundos da Oceania vieram da Austrália, enquanto que na África foram de origem nigeriana.

De acordo com os dados da Tabela 13, a região da América do Sul foi o local que mais elaborou estudos difundidos pelos periódicos sondados, seguida da América do Norte, e dos continentes da Europa, Ásia, Oceania e África. No entanto, essa distribuição se deu pelo formato da pesquisa desenvolvida nesta dissertação, na qual foram explorados quatro jornais nacionais, que exibiram quase que exclusivamente artigos brasileiros.

Na tentativa de enxergar um panorama da produção científica dedicado ao ensino de Bioquímica sem a influência dos periódicos brasileiros, é apresentado a seguir a quantidade de artigos publicados por continente e pelos países oriundos apenas das revistas estrangeiras. A Tabela 14 apresenta a quantidade de artigos publicados na EC, EQ, JBE e BMBE de acordo com os países dos continentes Americano e Europeu.

Tabela 14 – Distribuição dos artigos publicados pela EC, EQ, JBE e BMBE nos países dos continentes Americano e Europeu.

| Continentes |          | Países           | N   | %    |
|-------------|----------|------------------|-----|------|
| América     | Norte    | EUA              | 220 | 90,5 |
|             |          | Canadá           | 14  | 5,8  |
|             |          | México           | 12  | 4,9  |
|             | Sul      | Brasil           | 42  | 53,8 |
|             |          | Argentina        | 19  | 24,3 |
|             |          | Chile            | 4   | 5,1  |
|             |          | Colômbia         | 4   | 5,1  |
|             |          | Venezuela        | 4   | 5,1  |
|             |          | Uruguai          | 3   | 3,8  |
|             | Peru     | 1                | 1,3 |      |
| Europa      |          | Espanha          | 43  | 38,0 |
|             |          | Inglaterra       | 12  | 10,6 |
|             |          | Holanda          | 11  | 9,7  |
|             |          | Alemanha         | 8   | 7,1  |
|             |          | Portugal         | 7   | 6,2  |
|             |          | Suécia           | 6   | 5,3  |
|             |          | França           | 5   | 4,4  |
|             |          | País de Gales    | 5   | 4,4  |
|             |          | Itália           | 4   | 3,5  |
|             |          | Eslovênia        | 3   | 2,6  |
|             |          | Escócia          | 2   | 1,8  |
|             |          | Geórgia          | 2   | 1,8  |
|             |          | Grécia           | 2   | 1,8  |
|             |          | Suíça            | 2   | 1,8  |
|             |          | Bélgica          | 1   | 0,9  |
|             |          | Dinamarca        | 1   | 0,9  |
|             |          | Finlândia        | 1   | 0,9  |
|             |          | Irlanda do Norte | 1   | 0,9  |
|             |          | Noruega          | 1   | 0,9  |
|             |          | Sérvia           | 1   | 0,9  |
|             | Tchéquia | 1                | 0,9 |      |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde ser desenvolvido por pesquisadores oriundos de mais de um país e continente.

Ao todo 529 trabalhos foram transmitidos pela EC, EQ, JBE e BMBE. O continente Americano foi o que mais publicou, possuindo cerca de 61% dos estudos divulgados. Os países norte-americanos foram o que mais publicaram, possuindo cerca de 45,9% dos estudos, enquanto os países sul-americanos com 14,7%.

A Europa foi o segundo continente, com 21,4% dos textos, seguida da Ásia com 13,6% dos artigos. Pelos últimos, estiveram a Oceania com 4,3% das pesquisas e a África com apenas 1,3% dos estudos divulgados trabalhos.

Entre os países que compõem a região da América do Norte, os EUA foi a nação que mais disseminou pesquisas, detentor de 90,5% de todos os trabalhos, sendo a outra parcela oriunda do Canadá e do México. No que se refere a região da América do Sul, o

Brasil foi o país que mais publicou, sendo responsável por mais da metade da produção advinda do continente, transmitida pelos periódicos estrangeiros. Na segunda posição está a Argentina, com 24,3%, seguida do Chile, da Colômbia e Venezuela com 5,1%, Uruguai com 3,8% e do Peru com 1,3%.

O Brasil apresentou uma quantidade de estudos duas vezes maior que a Argentina, configurando-se como o país sul-americano que mais investigou o ensino de temáticas bioquímicas na amostra analisada. É possível, a partir dessas informações, sinalizar a importância dada pelos pesquisadores brasileiros às temáticas que envolvem o ensino da Bioquímica.

Na Europa, a Espanha foi a nação que mais produziu pesquisas referente as temáticas averiguadas, possuindo 38% de todos os textos difundidos pelo continente europeu. A Inglaterra e a Holanda ficaram abaixo, ambas com percentuais próximos a 10%, em seguida, têm-se os demais países europeus com percentuais menores que 10%.

Na Tabela 15 é apresentado a quantidade de artigos publicados na EC, EQ, JBE e BMBE de acordo com os países dos continentes da Ásia, Oceania e África.

Tabela 15 – Distribuição dos artigos publicados pela EC, EQ, JBE e BMBE nos países dos continentes da Ásia, Oceania e África.

| Continentes | Países                 | N         | %    |
|-------------|------------------------|-----------|------|
| Ásia        | China                  | 28        | 37,8 |
|             | Turquia                | 12        | 16,7 |
|             | Índia                  | 11        | 15,3 |
|             | Malásia                | 5         | 6,9  |
|             | Indonésia              | 3         | 4,2  |
|             | Israel                 | 3         | 4,2  |
|             | Emirados Árabes Unidos | 3         | 4,2  |
|             | Chipre                 | 2         | 2,8  |
|             | Irã                    | 2         | 2,8  |
|             | Japão                  | 2         | 2,8  |
|             | Arábia Saudita         | 1         | 1,4  |
|             | Singapura              | 1         | 1,4  |
|             | Tailândia              | 1         | 1,4  |
|             | Oceania                | Austrália | 23   |
| África      | Nigéria                | 3         | 42,8 |
|             | Tunísia                | 2         | 28,6 |
|             | África do Sul          | 2         | 28,6 |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um artigo pôde ser desenvolvido por pesquisadores oriundos de mais de um país e continente.

Entre os países asiáticos, a China foi a que mais produziu artigos, transmitindo cerca de 37,5% das pesquisas. A Turquia e a Índia vieram em seguida com 16,7% e 15,3%



respectivamente. Já a Malásia foi o quarto país com mais disseminações, com 6,9% dos textos, seguido dos demais países asiáticos também com quantidades inferiores a 5%.

Na Oceania, a Austrália foi responsável por todas as investigações desenvolvidas. Por sua vez, no continente africano, apenas três países exibiram produções referentes ao ensino de Bioquímica, tendo a Nigéria 3 trabalhos, seguida da Tunísia e da África do Sul com 2 artigos.

Por fim, olhando para os dez países que mais publicaram artigos nos periódicos estrangeiros analisados EC, EQ, JBE e BMBE, no recorte de 2010 a 2019, tem-se em ordem decrescente os EUA, Espanha, Brasil, China, Austrália, Argentina, Canadá, México, Inglaterra e Turquia. O Brasil aparece na terceira posição, com uma publicação a menos do que a Espanha. Apesar da soberania dos países Norte-americanos, especialmente os EUA, e da Europa, o Brasil se destaca como o terceiro país que mais guiou pesquisas relacionadas ao ensino de Bioquímica no contexto mundial e o primeiro na América do Sul.

#### **4.1.4 Relação de quase implicação entre as variáveis referentes as categorias: periódica, eixo temático indicador, foco de aprofundamento e local de origem do artigo.**

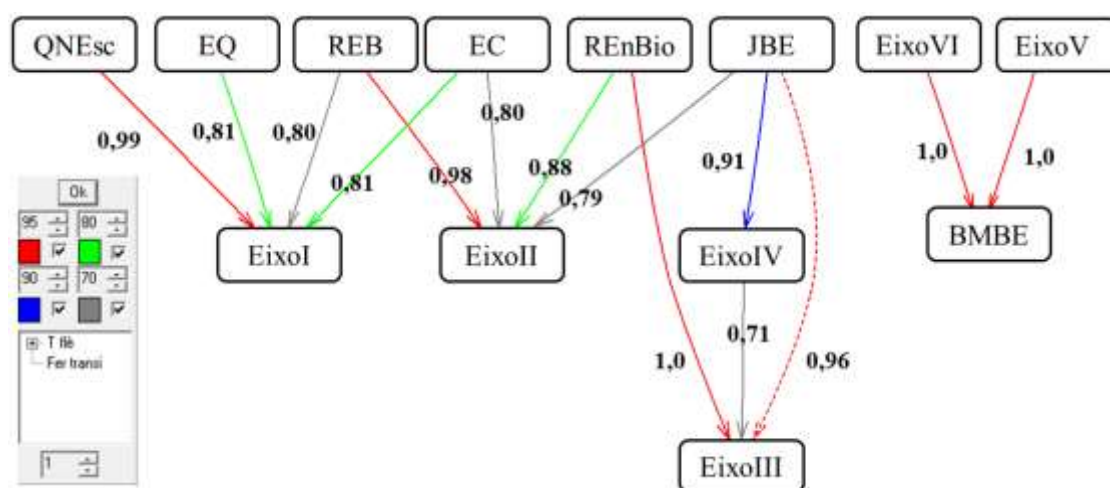
Dando continuidade a caracterização das temáticas bioquímicas, analisou-se a seguir as relações envolvendo as categorias: periódicos, eixos temáticos, focos de aprofundamento e os locais de origem (regiões do Brasil e continentes). Para realizar tal análise, utilizou-se o *software* CHIC para realização da Análise Estatística Implicativa para obtenção do grafo implicativo e da árvore coesitiva.

Quanto ao tratamento para obtenção do grafo implicativo, Régnier e Andrade (2020a) explicaram ser possível calcular o índice de implicação, que sinaliza para o pesquisador a possibilidade de estabelecer determinada regra em sua investigação e a qualidade dessa regra, de modo que as contrarregras não a comprometem. A partir dessa análise, é possível aferir que um determinado sujeito A apresenta uma relação de quase implicação com a variável B.

A Figura 9 representa o primeiro conjunto de relações envolvendo os periódicos e os eixos temáticos. Os artigos divulgados nos jornais QNEsc e EQ exibiram um índice

de quase implicação de 0,99 e 0,81, respectivamente, para o Eixo I, indicando uma certa inclinação dos estudos transmitidos por essas duas revistas em sondar o ensino das estruturas, propriedades e funções das biomoléculas. De acordo com o grafo, as pesquisas propagadas tanto pela REB quanto pela EC tenderam a examinar os eixos I e II, no entanto, a REB expôs uma predisposição maior ao eixo II (0,98), enquanto que a EC revelou índices próximos para ambos os eixos (0,81 para o eixo I e 0,80 para o eixo II).

Figura 9 – Grafo implicativo envolvendo as variáveis eixo e periódico



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Já a REnBio apresentou um valor de 1,0 para o eixo III e de 0,88 para o eixo II, sinalizando a propensão desses textos em averiguar o terceiro e a segunda temática, porém dando uma maior atenção aos conceitos relacionados a Biológica da informação. Vale ressaltar que o índice de 1,0 não significa que todos os estudos da REnBio vão explorar um determinado eixo, mas sim que existe uma forte relação entre as duas variáveis, indicando uma possível orientação.

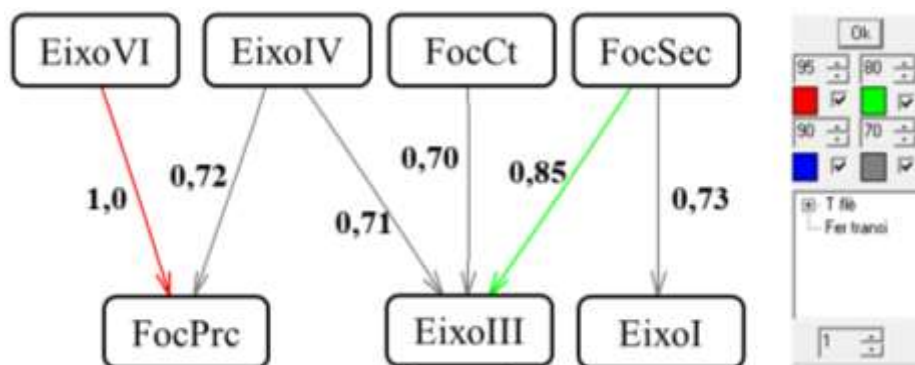
Por sua vez, a JBE exibiu um índice de quase implicação de 0,96 para o eixo III, de 0,91 para o eixo IV e de 0,79 para o eixo II. De acordo com os dados, o jornal possui uma maior tendência em sondar os conteúdos voltados à Biologia da Informação e à Biotecnologia, ao mesmo tempo, que também mostra uma certa preocupação com os conceitos envolvidos no metabolismo das biomoléculas.

Em seguida, tem-se os periódicos C&E e BMBE, ambos não manifestando nenhuma relação acima de 0,7 para nenhuma das temáticas, indicando que as revistas não apresentaram ao longo do período analisado, uma possível predisposição a um

determinado eixo. Porém, os trabalhos publicados que investigaram os eixos V e VI tenderam a ser da BMBE, resultado coerente com a análise descritiva, visto que os artigos que mais exploraram esses eixos foram difundidos pelo periódico.

Na Figura 10 é ilustrado o segundo conjunto de relações cercado os eixos temáticos e as categorias de aprofundamento. O eixo VI demonstrou um índice de quase implicação de 1,0 para a variável foco principal (FocPrc), sinalizando que os estudos que examinaram o ensino desta temática tiveram uma forte tendência em trazê-la como a discussão central da pesquisa.

Figura 10 – Grafo implicativo envolvendo as variáveis eixo e aprofundamento temático.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Posteriormente, tem-se que o eixo IV, assim como a temática VI, exibiu um índice de quase implicação  $\geq 0,70$  para o foco principal, manifestando uma inclinação dos artigos que averiguaram o ensino da Biotecnologia em discuti-la como o foco central do texto. Além dessa relação, as variáveis eixo IV, foco contexto (FocCt) e foco secundário (FocSec) também apresentaram conexões com a temática Biologia da informação.

As publicações agrupadas no foco contexto trouxeram algumas das temáticas da Bioquímica ou da Biotecnologia para contextualizar propostas de ensino, já as investigações inseridas no foco secundário, examinaram temas do ensino da bioquímica ou da biotecnologia ao lado de assuntos advindos de outros campos científicos como a Biologia Celular, Biofísica e Fisiologia.

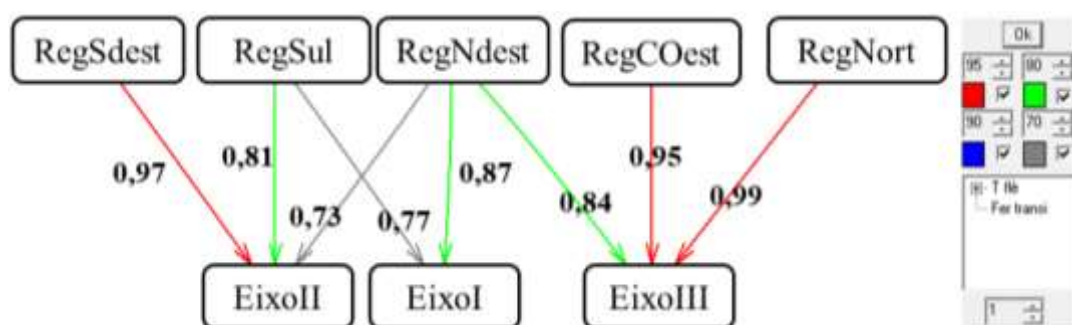
Deste modo, esses resultados sugerem que os trabalhos que pesquisaram os conteúdos biotecnológicos, ao mesmo tempo que se dispõem a discuti-los de forma principal, também tendem a serem abordados com conceitos relacionados à temática da Biologia da informação. Por sua vez, em relação ao eixo III, os assuntos inseridos nessa

categoria, surgem em artigos que utilizaram algumas das temáticas da Bioquímica ou da Biotecnologia na contextualização desses fenômenos, ou ainda tiveram seu ensino explorado ao lado de temas advindos de áreas correlacionadas.

Em seguida, concluindo a análise do segundo conjunto de relações, tem-se o foco secundário inclinado a pesquisar os tópicos inseridos no eixo I. Esse resultado indica a atenção dada pelos pesquisados aos temas associados a Bioquímica, que também podem aparecer ao lado de outros assuntos próximos e que dialogam entre si.

Na Figura 11 é ilustrado as relações envolvendo as regiões do Brasil e os eixos temáticos. Conforme a figura C, é possível visualizar diferentes dinâmicas nas pesquisas nacionais, em que as regiões brasileiras revelaram predisposições a determinados temas estudados pela Bioquímica ou pela Biotecnologia.

Figura 11 – Grafo implicativo envolvendo as variáveis eixo temático e regiões do Brasil.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

De acordo com os índices de quase implicação, os trabalhos oriundos de averiguações desenvolvidas em instituições da região Norte, tenderam (com uma intensidade de quase implicação de 0,99) a explorar o ensino dos conteúdos do eixo III. Essa mesma relação também é vista no Centro-Oeste e no Nordeste do país. Além do terceiro eixo, os estados nordestinos mostraram índices de quase implicação com os eixos I e II. Assim, tem-se que as instituições advindas do Nordeste atenderam os três eixos com conteúdo conceituais (eixos I, II e III), exibindo pesquisas que tenderam a analisar os conteúdos dedicados às estruturas, propriedades, funções e ao metabolismo das biomoléculas, e, com um índice de quase implicação menor, sondar o ensino dos fenômenos relacionados a transmissão das informações biológicas.

Já as análises conduzidas na região Sul estiveram inclinadas tanto para o eixo II quanto para o eixo I, tendo esta variável um índice de intensidade de implicação de 0,81

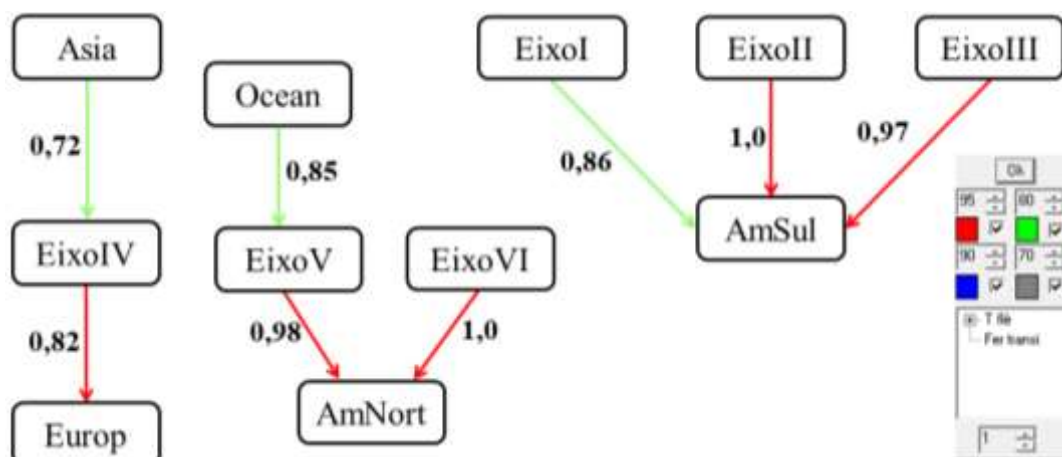
para a segunda temática e 0,73 para a primeira. Deste modo, a partir do resultado, sinaliza-se que os artigos advindos de instituições do Sul do país tenderam a pesquisar o eixo II, ao mesmo tempo que também discutiram os conceitos inseridos no eixo I.

Por outro lado, o Sudeste do Brasil, exibiu um índice de 0,97 para o segundo indicador temático, sinalizando uma certa propensão em desenvolver publicações que se dedicaram a averiguar o ensino dos processos metabólicos que envolvem as biomoléculas.

Neste panorama, tem-se as regiões Norte e Centro-Oeste dedicadas a sondar a temática Biologia da Informação, enquanto o Sudeste se concentra em sondar os conteúdos da temática Metabolismo. No que tange os estados do Nordeste do Brasil, esses demonstraram ser um espaço multitemático, onde as instituições nordestinas atuaram em investigações sobre o ensino das temáticas do eixo I e do eixo III, ao mesmo tempo que também averiguaram a temática II, estando esse último com uma intensidade de quase implicação menor. Por último, região Sul também esteve direcionada em explorar mais de um tema, além de tender suas publicações ao eixo II como a região Sul, também inclinou sua produção científica à temática Estruturas, Propriedades e Funções das Biomoléculas.

Em relação a produção nos continentes, tem-se na Figura 12 uma representação das relações envolvendo os eixos temáticos e as variáveis referentes aos continentes. Conforme a Figura 12, a partir do grafo implicativo gerado pela ASI, também foi possível visualizar diferentes dinâmicas em alguns dos continentes, esses resultados refletem as diversas tendências exibidas pelos trabalhos, conduzidos pelas comunidades de pesquisadores espalhados pelo planeta e que se dedicam a explorar o ensino de Bioquímica.

Figura 12 – Grafo implicativo envolvendo as variáveis eixo temático e continentes.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

A Ásia e a Oceania foram os únicos continentes que apresentaram um índice de implicação  $\geq 0,70$  para os eixos temáticos analisados. As pesquisas desenvolvidas pelo continente asiático tenderam a investigar o ensino das temáticas biotecnológicas. Já na Austrália, único país da Oceania que apresentou pesquisas, tendeu a desenvolver artigos voltados ao eixo V – técnicas e métodos de ensino, agrupando estudos que investigaram o ensino de bioquímica, sem especificar um determinado conceito.

Vale ressaltar que esse resultado não significa que os países da Ásia e Oceania não publiquem pesquisas referentes aos demais eixos, e sim que tais nações apresentaram uma inclinação estatística implicativa maior, de publicar artigos que analisam a Biotecnologia, seus métodos e técnicas de ensino, quando comparado aos demais temas.

Embora a Ásia tenda a realizar pesquisa sobre o Eixo IV (0,72), esse Eixo é mais valorizado pela Europa (0,82). Situação semelhante também ocorreu na Oceania, que apesar de exibir um índice intensidade de implicação de 0,85 para o eixo V, a relação de quase implicação envolvendo essa variável a região da América do Norte foi maior (0,98), indicado que os estudos norte-americanos exibiram uma forte inclinação a temática.

Por sua vez, as publicações que sondaram o ensino dos conteúdos procedimentais em laboratório (eixo V) demonstraram uma forte tendência (intensidade de implicação igual a 1) a serem devolvidas pelas nações norte-americanas, sinalizando que o continente também publicou pesquisas que discutiram esses assuntos.

Em seguida, têm-se os eixos temáticos I, II e III expondo uma maior disposição ao continente sul-americano. Segundo o gráfico gerado pela ASI, os trabalhos que discutiram o ensino desses conteúdos tenderam a ser da América do Sul.

Neste cenário, visualiza-se que os eixos I, II e III estiveram inclinados a América do Sul, enquanto que as nações da Ásia e Europa estiveram relacionadas com a temática Biotecnologia (eixo IV). Para completar o panorama, tem-se as publicações advindas da Oceania orientados a explorar os métodos e técnicas de ensino (eixo V), sendo desenvolvidas por instituições norte-americanas, juntamente com a produção que examinou o eixo VI.

Assim, tendo como base os resultados descritos acima, foi possível estabelecer algumas relações envolvendo cada eixo temático com as demais variáveis investigadas com a ASI.

Os periódicos QNEsc, EQ, REB e EC demonstraram uma tendência ao eixo I, estando esta temática relacionada com o foco secundário e exibindo uma disposição ao ensino dos conteúdos inseridos a categoria eixo I – estruturas, propriedades e funções das biomoléculas. No Brasil, o Nordeste e o Sul foram as regiões com os maiores índices de intensidade de quase implicação para a temática I, enquanto que no contexto mundial, foram os estudos conduzidos pelos países da América do Sul.

No que tange as revistas REB, EC, REnBio e JBE, estas estiveram predispostas a averiguar a segunda temática, não apresentando nenhuma relação com algum dos três focos de aprofundamento. Com relação aos locais onde essas pesquisas foram desenvolvidas, tem-se o Sudeste, Sul e Nordeste orientados a explorar o eixo II. Por outro lado, no cenário internacional, observa-se que os textos que analisaram o tema metabolismo das biomoléculas tenderam a ser elaborados pelos países da América do Sul.

Já em relação ao eixo III, tem-se a REnBio e a JBE guiando suas sondagens aos conteúdos voltados a Biologia da informação (eixo III). Ao mesmo tempo, que os textos enquadrados nos focos secundário e terciário estiveram propensos a investigar a terceira temática. No que tange a origem desses artigos, tem-se o Norte e o Centro-Oeste do Brasil demonstrando uma maior orientação a esses conteúdos, seguido dos estados da região Nordeste. Em contrapartida, no contexto mundial, assim como nos eixos anteriores, os

trabalhos com foco na temática III também tenderam a ser guiados por instituições sul-americanas.

A JBE foi a única revista que exibiu uma tendência em examinar as temáticas relacionadas aos eixos IV e III, estando as publicações que discutiram as questões biotecnológicas também averiguando os fenômenos associados a biologia da informação, situação possível devido alguns desses estudos trazerem esses temas como plano de fundo para contextualização. No Brasil, nenhuma região apresentou índices de quase implicação  $\geq 0,70$  para o eixo IV, diferentemente da conjuntura global, em que os continentes europeus e asiáticos mostraram valorizar a temática inserida no eixo IV.

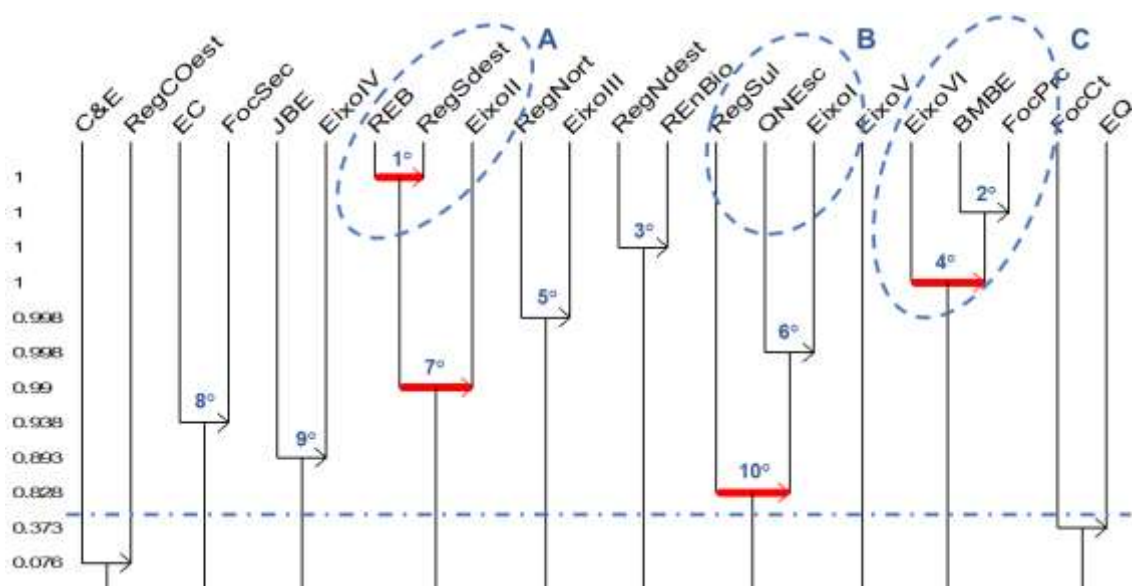
Por sua vez, apenas as publicações da revista BMBE apresentaram tendências voltadas aos eixos V e VI. A ASI não revelou nenhum índice de quase implicação entre o eixo VI e as variáveis presentes na categoria aprofundamento temático, no entanto conforme indicado na Tabela 11, cerca de 97% dos estudos que discutiram esse eixo o colocaram como Foco Principal, ou seja, no centro das discussões.

Para concluir a caracterização das temáticas discutidas, foi utilizado o tratamento árvore coesitiva. Nessa ferramenta do *software* CHIC é examinado as relações de quase implicação envolvendo as classes elementares, formadas por duas variáveis, através do cálculo da coesão entre classes, em que é obtido uma representação gráfica denominada de árvore hierárquica orientada ou, simplesmente, árvore coesitiva. Régnier e Andrade (2020a) explicam que nesse tratamento são representadas metarregras, que são regras de regras. Segundo Gras e Régnier (2015, p. 28) nas metarregras tem-se que: "se tal regra é observada então, em geral, tal outra regra é também".

Na Figura 13 é ilustrado o tratamento da árvore coesitiva para as variáveis referente aos periódicos, eixos indicadores, categorias de aprofundamento temático e as regiões do Brasil. Ao todo, o tratamento indicou 10 níveis de coesão maiores ou iguais a 0,80. A árvore indicou três metarregras, sinalizadas na ilustração pelas letras A, B e C.



Figura 13 – Árvore coesitiva das variáveis periódico, eixo, aprofundamento temático e regiões do Brasil.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

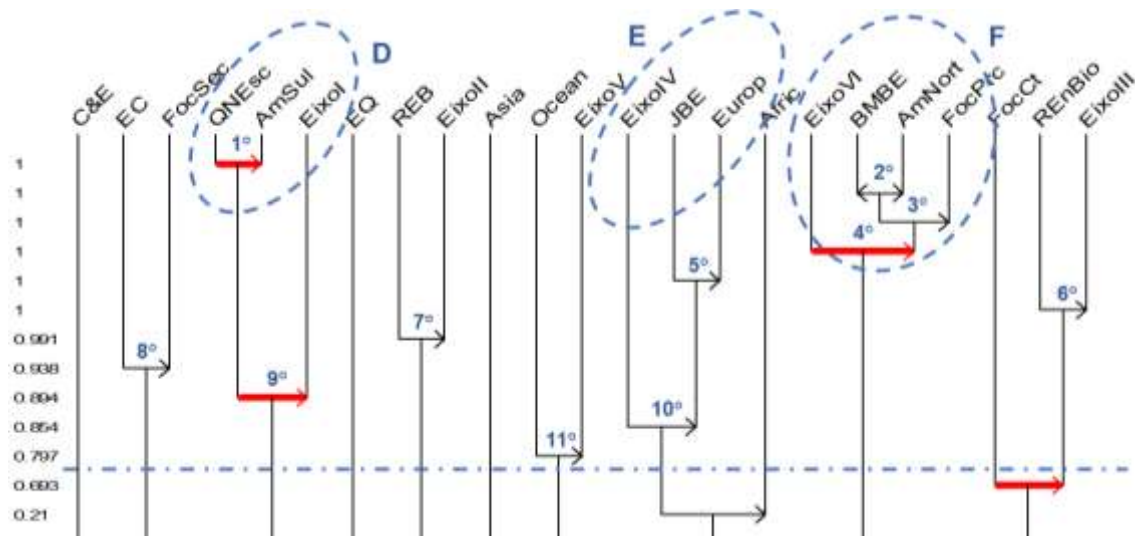
Na metarregra A, tem-se que a produção da REB tendeu a ser conduzida por instituições do Sudeste do país, ao mesmo tempo que averiguaram a temática metabolismo das biomoléculas (eixo II).

Na metarregra B, observa-se que os exames produzidos na região Sul demonstraram uma orientação ao periódico QNEsc, que por sua vez esteve inclinada a temática estruturas, propriedades e funções das biomoléculas (eixo I).

Na metarregra C, tem-se os trabalhos voltadas ao ensino dos conteúdos procedimentais em laboratório (eixo VI) tenderam a regra, na qual, o jornal BMBE discute os eixos temáticos no centro de suas investigações, sendo o foco principal da investigação.

Em seguida, tem-se na Figura 14 o tratamento para as categorias relacionadas aos jornais científicos, eixos indicadores, aprofundamento temático e continentes. A análise indicou 11 níveis de coesão com intensidades de implicação maiores ou iguais a 0,70, sendo visualizadas mais três metarregras sinalizadas na ilustração pelas letras D, E e F.

Figura 14 – Árvore coesitiva das variáveis periódico, aprofundamento temático e continentes.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Na metarregra D, tem-se que os artigos divulgados pela QNEsc estiveram propensos a ser produzidos em instituições sul-americanas e essas a explorar a temática I. Por outro lado, na segunda metarregra, verifica-se que os temas associados a Biotecnologia tiveram a JBE como meio de publicação e foram desenvolvidas por nações europeias.

Seguindo, tem-se na última relação marcada (Classe F), de acordo com a metarregra, uma implicação simétrica envolvendo as variáveis BMBE e AmNort, indicando que os estudos propagados nessa revista exibiram uma predisposição de ser oriunda de países norte-americanos, ao mesmo tempo, que as pesquisas da América do Norte também estiveram inclinadas a BMBE.

Em relação ao modo como os temas foram sondados, esses textos mostraram-se propensos ao foco principal, trabalhando os conteúdos da Bioquímica ou da Biotecnologia como centro de suas discussões.

Por fim, ainda de acordo com a metarregra, tem-se que trabalhos que buscaram investigar o ensino dos conteúdos procedimentais no laboratório tenderam a revista BMBE, na qual estiveram dispostas às instituições norte-americanas e trazerem as temáticas como foco principal das análises.

Tendo finalizado a caracterização das principais temáticas discutidas na produção dedicada a Educação Bioquímica, publicada no Brasil e ao redor do mundo, em periódicos com escopos voltados a divulgar pesquisas referentes ao ensino de Ciências, Biologia, Química, Bioquímica e outros campos científicos correlacionados; buscou-se a seguir um aprofundamento das análises sondando, em cada um dos textos, as questões examinadas durante as averiguações para o ensino dos conteúdos conceituais relativo aos assuntos associadas a Bioquímica.

#### 4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS TENDÊNCIAS ENCONTRADAS NA PRODUÇÃO NACIONAL E ESTRANGEIRA DEDICADA AO ENSINO DOS CONCEITOS, PROCESSOS E FENÔMENOS DA BIOQUÍMICA DURANTE OS ANOS DE 2010 A 2019.

Guiados pelos objetivos desta pesquisa, foi proposto um recorte abrangendo 70,86% da produção científica coletada, sendo composta por 518 publicações, enquadradas em ao menos um dos eixos temáticos que discutem o ensino dos conteúdos conceituais: I - Estruturas, propriedades e funções das biomoléculas; II - Metabolismo das biomoléculas; III - Biologia da informação; e V - Métodos e técnicas de ensino.

Para adentrar ainda mais com as investigações, foi realizado uma análise documental a partir dos descritores para o foco temático, elaborados por Megid Neto (1998), tendo em vista que este é o principal indicador para um estudo de tendências, permitindo ao pesquisador refletir sobre as problemáticas averiguados pelas comunidades científicas ao longo do tempo (MEGID NETO, 1999; TEIXEIRA, 2008).

Além da identificação dos problemas contidos nos artigos, também foi analisado os objetos de estudo, em cada um dos indicadores temáticos, e o nível de ensino em que as pesquisas foram realizadas, permitindo uma discussão entre esses elementos e o vínculo existente entre eles.

O caminho trilhado na apresentação desses resultados percorre cinco momentos. O primeiro exhibe uma visão global dos focos temáticos pesquisados nos 518 trabalhos que compõem o recorte amostral proposto. No segundo momento, é exposto a quantidade de textos enquadrados nos descritores temáticos, publicados em cada um dos periódicos explorados nesta pesquisa.

Em seguida, no terceiro e quarto momento, as problemáticas encontradas nos textos foram analisadas a partir da origem de suas publicações, divididas no contexto

nacional e estrangeiro. Em cada um dos cenários, os resultados referentes a análise dos focos temáticos são apresentados e discutidos seguindo a ordem: a) visão geral das problemáticas e objetos investigados nos trabalhos nacionais e estrangeiros; b) os níveis de ensino palco dessas pesquisas; e c) dispersão dessas problemáticas na paisagem das regiões do Brasil e nos continentes.

No quinto e último momento é apresentado as relações de quase implicação envolvendo as problemáticas e as variáveis referentes aos periódicos, eixos temáticos, aprofundamento temático, nível de ensino e locais de origem da pesquisa. Nessa discussão também é realizado uma análise das relações entre as variáveis nunca perspectiva mais sistêmica, identificando as principais tendências encontradas nos trabalhos desenvolvidos nacionalmente e nos continentes.

Na Tabela 16 é apresentado a quantidade de artigos em cada um dos descritores para o foco temático.

Tabela 16 – Quantidade de artigos por foco temático.

| Conjuntos   | Focos temáticos  | N          | %             |
|---|--|------------|---------------|
|   | Indicadores  |            |               |
| Elementos mais internos do processo ensino-aprendizagem escolar | Currículos e programas                                     | 62         | 12,0          |
|   | Conteúdo-método  | 180        | 34,7          |
|   | Recursos didáticos   | 159        | 30,7          |
|   | Características do professor                               | 14         | 2,7           |
|   | Características do aluno                                   | 44         | 8,5           |
|   | Formação de conceitos                                      | 5          | 1,0           |
|   | Formação de professores                                    | 17         | 3,3           |
| Elementos da organização do macro/micro sistema educacional     | Políticas públicas   | 1          | 0,2           |
|   | Organização da instituição escolar                         | 1          | 0,2           |
|   | Organização da instituição/ Programa de ensino não-escolar | 4          | 0,8           |
| Elementos históricos e filosóficos da Educação em Ciências      | Filosofia da ciência                                       | 2          | 0,4           |
|   | História da ciência  | 21         | 4,0           |
|   | História do Ensino de Ciências                             | 0          | 0             |
| Outros  |  | 8          | 1,5           |
| <b>Total</b>  |  | <b>518</b> | <b>100,00</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises excludentes, onde cada artigo foi enquadrado em apenas um foco temático.

Megid Neto (1999) divide os focos temáticos em três conjuntos, partindo dos componentes mais intrínsecos do processo de ensino-aprendizagem, aos mais extrínsecos do processo educativo, sendo eles os: a) Elementos mais internos do processo ensino-aprendizagem escolar; b) Elementos da organização do macro/micro sistema educacional; e c) Elementos históricos e filosóficos da Educação em Ciências.

No primeiro conjunto que inclui as unidades mais internas do processo de ensino-aprendizagem, o foco temático Conteúdo-método foi a problemática mais investigada, presente em 34,7% das publicações analisadas. Em seguida, foram os focos: Recurso didático, presente em 30,7%; Currículo e Programa, alvo em 12% dos artigos; e Característica do aluno, enquadrado em 8,5%. Estando presentes numa porcentagem menor nesse primeiro conjunto, verifica-se ainda os indicadores Formação de Professores (3,3%), Características do Professor (2,7%) e Formação de Conceitos (1%).

No segundo conjunto, associado aos elementos da organização do sistema escolar, está presente em maior quantidade o foco Organização da instituição e/ou programa de ensino não escolar, alvo de 0,8% dos artigos; seguido dos focos Organização da instituição escolar e Políticas Públicas, ambos investigados por 0,2% das publicações.

No último conjunto, que incorpora os elementos históricos e filosóficos da Educação em Ciências, a problemática História da Ciência encontra-se presente em 4% dos artigos analisados; seguido do indicador Filosofia da Ciência, alvo em 0,4% das publicações. Já a problemática voltado a História do Ensino de Ciências não esteve presente em nenhum dos artigos analisados.

Além desses focos temáticos, outros problemas não se encaixaram em nenhum dos descritores elaborados por Megid Neto (1999). Ao todo, essas problemáticas estiveram presentes em oito dos 518 artigos analisados, representando 1,5% das publicações. Esses trabalhos investigaram dois objetos de estudos: produções científicas a partir da pesquisa bibliográfica do tipo estado da arte, presente em sete artigos; e metodologias e métodos de pesquisa para o ensino de ciências, exposto em um trabalho.

De modo geral, os indicadores que mais se destacaram nos artigos enquadrados nos eixos temáticos I, II, III e IV foram as problemáticas Conteúdo-método e Recursos Didáticos, que juntas estiveram presentes em mais de 65% dos artigos analisados. Em seguida, os focos Currículos e Programas e Características do Aluno, também estiveram presentes em uma quantidade considerável de publicações, 12% e 8,5% respectivamente.

Já os demais focos temáticos: História da Ciência; Formação de Professores; Características do Professor e Formação de Conceitos foram problemáticas pouco investigadas pelas comunidades de pesquisadores, exibindo entre 4% a 1% das

publicações analisadas. Já os problemas voltados a Organização da instituição escolar e não escolar; Filosofia da Ciência; Políticas Públicas e História do Ensino de Ciências, revelaram-se como lacunas que devem ser alvo de novas investigações para melhorar o entendimento dessas questões no ensino de Bioquímica.

Exibido a classificação dos 518 artigos enquadrados nos descritores para o foco temático, segue-se apresentando esses resultados advindos da análise documental, distribuindo a quantidade de trabalhos presentes em cada um dos indicadores temáticos nos oito periódicos alvos desta pesquisa: C&E; EC; QNEsc; EQ; REnBio; JBE; REB e BMBE.

A partir dos resultados presentes na Tabela 16, visualiza-se na produção dedicada ao ensino de Bioquímica os principais descritores investigados estão associados aos elementos mais internos do processo de ensino-aprendizagem escolar, como classificado por Megid-Neto (1999). Os principais focos temáticos investigados foram o Conteúdo-método (34,7%) e Recursos didáticos (30,7%) compondo um quadro de problemáticas e objetos de pesquisas explorados nos estudos enquadrados na Área de Ensino estabelecida pela CAPES.

De acordo com o último documento da área publicado – CAPES (2019a), a Área de Ensino é essencialmente de pesquisa translacional, transitando entre a ciência básica e a aplicação do conhecimento produzido. Essa busca de construir pontes envolvendo os conhecimentos acadêmicos gerados na pesquisa em educação e em ensino, com intuito de aplicá-los em produtos e processos educativos voltados às demandas da sociedade e, de acordo, com as necessidades regionais e nacionais.

As pesquisas (expressas em dissertações, teses, artigos, livros e trabalhos em eventos) e produções (expressas em processos, materiais, tecnologias educacionais e sociais, propostas educativas e políticas públicas) da área de Ensino tem como o foco o ensino de determinado conteúdo, buscando a interlocução com as áreas geradoras desses conhecimentos a serem ensinados (CAPES, 2017, 2019a). O documento da área de 2016 aponta que uma das características específicas mais importantes da área 46 é o seu foco na interação entre os conteúdos disciplinares e o conhecimento pedagógico – denominado de conhecimento pedagógico do conteúdo ou, simplesmente, pedagogias do conteúdo (CAPES, 2017).

Percebe-se que apesar da existência do termo Educação Bioquímica, as produções examinadas exibiram um foco maior em questões voltado ao Ensino da Bioquímica. Baldino (1991) reflexe sobre a diferença de Educação Matemática e Ensino da Matemática que ajudam a entender melhor a diferença de Educação Bioquímica e Ensino de Bioquímica. Segundo o autor, o termo Educação faz lembrar de pedagogia, aprendizagem, motivação, desejo, cujo o cenário de estudo é o sujeito dentro do contexto social. Já quando se fala em Ensino se lembra de didática, instrução, transmissão, apresentação e técnica (BALDINO, 1991).

A Educação Matemática busca responder reflexões sobre em que medida a matemática pode ajudar o homem e a sociedade em seus desejos e questões. Por sua vez, o Ensino da Matemática está relacionado com o como ensinar determinado conteúdo ou como desenvolver uma determinada habilidade, estando está inserida na Educação Matemática (BALDINO, 1991).

Compreende-se, portanto, que as problemáticas investigadas no recorte analisado estão relacionadas ao Ensino de Bioquímica, focando principalmente no uso de metodologias e recursos para o ensino dos conteúdos presentes nas temáticas Bioquímicas. Porém, não significa que o campo científico não caminhe futuramente para uma Educação Bioquímica, tendo em vista também a presença de outras temáticas que fogem um pouco do “como ensinar determinado conteúdo”, como por exemplo os indicadores Currículos e programas (12%), Características do aluno (8,5%), Formação de professores (3,3) e Características do professor (2,7%), que apesar não serem o centro das investigações, estão presente em alguns artigos.

#### **4.2.1 Principais problemáticas abordadas nos periódicos.**

Como já apresentado, de modo geral, nos 518 artigos que compõem o recorte proposto, os focos temáticos mais investigados foram os indicadores Conteúdo-método e Recursos Didáticos, seguidos das categorias Currículo e Programas e Características do Aluno, ambos apresentado uma porcentagem próxima aos 10%. Esses quatro descritores, juntos, reúnem 85,9% dos trabalhos estudados. Porém, essa sequência na distribuição não se manteve em todos as revistas, não existindo um padrão entre os periódicos.

Nas Tabelas 17 e 18 são apresentados a quantidade de artigos publicados em cada periódico analisado.

Tabela 17 – Distribuição dos focos temáticos nos periódicos C&amp;E, EC, QNEsc e EQ.

| Foco temático   | C&E      |               | EC        |             | QNEsc     |             | EQ        |             |
|---|----------|---------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
|   | N        | %             | N         | %           | N         | %           | N         | %           |
| Currículos e programas  | 0        | 0             | 2         | 4,4         | 0         | 0           | 1         | 9,1         |
| Conteúdo-método   | 2        | 50,0          | 14        | 31,1        | 9         | 39,1        | 5         | 45,4        |
| Recursos didáticos  | 1        | 25,0          | 7         | 15,5        | 3         | 13,0        | 0         | 0           |
| Características do professor                                  | 0        | 0             | 9         | 20,0        | 0         | 0           | 0         | 0           |
| Características do aluno                                      | 1        | 25,0          | 7         | 15,5        | 2         | 8,7         | 0         | 0           |
| Formação de conceitos   | 0        | 0             | 2         | 4,4         | 0         | 0           | 0         | 0           |
| Formação de professores                                       | 0        | 0             | 1         | 2,2         | 3         | 13,0        | 0         | 0           |
| Políticas públicas  | 0        | 0             | 1         | 2,2         | 0         | 0           | 0         | 0           |
| Organização da instituição escolar                            | 0        | 0             | 0         | 0           | 0         | 0           | 0         | 0           |
| Organização da instituição/<br>Programa de ensino não-escolar | 0        | 0             | 0         | 0           | 1         | 4,3         | 0         | 0           |
| Filosofia da ciência  | 0        | 0             | 0         | 0           | 0         | 0           | 0         | 0           |
| História da ciência   | 0        | 0             | 0         | 0           | 5         | 21,7        | 5         | 45,4        |
| História do Ensino de Ciências                                | 0        | 0             | 0         | 0           | 0         | 0           | 0         | 0           |
| Outros  | 0        | 0             | 2         | 4,4         | 0         | 0           | 0         | 0           |
| <b>Total</b>  | <b>4</b> | <b>100,00</b> | <b>45</b> | <b>99,7</b> | <b>23</b> | <b>99,8</b> | <b>11</b> | <b>99,9</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises excludentes, onde cada artigo foi enquadrado em apenas um foco temático.

Tabela 18 – Distribuição dos focos temáticos nos periódicos REnBio, JBE, REB e BMBE.

| Foco temático   | REnBio    |             | JBE       |               | REB       |             | BMBE       |               |
|---|-----------|-------------|-----------|---------------|-----------|-------------|------------|---------------|
|   | N         | %           | N         | %             | N         | %           | N          | %             |
| Currículos e programas  | 1         | 1,1         | 3         | 6,2           | 10        | 12,6        | 45         | 20,4          |
| Conteúdo-método   | 26        | 29,9        | 25        | 52,1          | 25        | 31,6        | 74         | 33,5          |
| Recursos didáticos  | 32        | 36,8        | 6         | 12,5          | 32        | 40,5        | 78         | 35,3          |
| Características do professor                                  | 2         | 2,3         | 1         | 2,1           | 1         | 1,3         | 1          | 0,4           |
| Características do aluno                                      | 12        | 13,8        | 9         | 18,7          | 4         | 5,1         | 9          | 4,1           |
| Formação de conceitos   | 2         | 2,3         | 0         | 0             | 1         | 1,3         | 0          | 0             |
| Formação de professores                                       | 7         | 8,0         | 0         | 0             | 2         | 2,5         | 4          | 1,8           |
| Políticas públicas  | 0         | 0           | 0         | 0             | 0         | 0           | 0          | 0             |
| Organização da instituição escolar                            | 0         | 0           | 1         | 2,1           | 0         | 0           | 0          | 0             |
| Organização da instituição/<br>Programa de ensino não-escolar | 1         | 1,1         | 0         | 0             | 2         | 2,5         | 0          | 0             |
| Filosofia da ciência  | 2         | 2,3         | 0         | 0             | 0         | 0           | 0          | 0             |
| História da ciência   | 0         | 0           | 2         | 4,2           | 0         | 0           | 9          | 4,1           |
| História do Ensino de Ciências                                | 0         | 0           | 0         | 0             | 0         | 0           | 0          | 0             |
| Outros  | 2         | 2,3         | 1         | 2,1           | 2         | 2,5         | 1          | 0,4           |
| <b>Total</b>  | <b>87</b> | <b>99,9</b> | <b>48</b> | <b>100,00</b> | <b>79</b> | <b>99,9</b> | <b>221</b> | <b>100,00</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises excludentes, onde cada artigo foi enquadrado em apenas um foco temático.

O indicador Conteúdo-método manteve a sua posição nas publicações oriundas dos periódicos C&E, EC, QNEsc, JBE e EQ, mas foi a segunda problemática mais investigada nas revistas REnBio, REB e BMBE. Já o descritor Recursos Didáticos predominou nessas três últimas revistas, contudo, não se destacou nos demais jornais científicos. Logo, percebe-se que nestas revistas C&E, EC, QNEsc e EQ se destacam as



pesquisas dedicadas as metodologias para o ensino dos conteúdos bioquímicos, enquanto o uso de recursos didáticos se diferencia nos artigos da REnBio, REB e BMBE.

O foco temático Currículos e programas, apesar de ocupar a terceira posição no ranque geral, não esteve presente em nenhum dos trabalhos disseminados pelas revistas C&E e QNEsc. Esse descritor foi a terceira problemática mais investigada na REB e na BMBE, mas não recebeu destaque nos demais periódicos - EC, EQ, REnBio e JBE.

A categoria Características do aluno foi a quarta problemática mais analisada, ela esteve presente em quase todas as revistas exploradas, menos na EQ, recebendo maior ênfase nos periódicos JBE e EC, em que ocupou a segunda e terceira posição, respectivamente.

Os descritores História da Ciência; Formação de Professores; Características do Professor e Formação de Conceitos, estiveram presente entre 4 a 1% das publicações, compondo 11,1% dos artigos do recorte analisado. Esses focos temáticos foram enquadrados em artigos disseminados principalmente no periódico REnBio, seguido das revistas EC, REB; BMBE, QNEsc e JBE. Os jornais científicos EQ e C&E foram os periódicos que menos exibiram os focos temáticos propostos por Megid Neto (1999), possivelmente pela pequena quantidade de trabalhos publicados relacionados ao ensino de Bioquímica.

A seguir, apresenta-se os resultados da distribuição dos focos temáticos no contexto nacional, identificando também, os objetos de pesquisa e os níveis de ensino mais investigados por esses indicadores.

#### **4.2.2 Principais problemáticas, objetos e níveis de ensino investigados no contexto dos trabalhos nacionais.**

Aqui, buscou-se analisar os focos temáticos alvo de pesquisas nacionais, identificando os objetos pesquisados em cada problemática e o nível de ensino explorado nesses trabalhos, por fim, também foi traçando a paisagem da dispersão focos temáticos e objetos averiguados nas regiões do Brasil.

Ao todo, 251 artigos brasileiros que abordaram as temáticas associados a Bioquímica foram coletados. No recorte proposto, o número de trabalhos que discutem o

ensino dos conceitos englobados nos eixos temáticos I, II, III e V corresponde a 227 publicações, sendo 224 de origem exclusivamente brasileira, 2 envolvendo pesquisadores do Brasil e da Europa, e um artigo fruto da parceria do Brasil e da Oceania.

Na Tabela 19 é apresentado a distribuição dos focos temáticos alvo das pesquisas nacionais.

Tabela 19 – Distribuição dos focos temáticos no contexto nacional.

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

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

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

No contexto das pesquisas nacionais, o indicador Recursos Didáticos foi o mais investigado, seguido da problemática Conteúdo-método. Juntos, esses descritores representaram mais de 65% dos trabalhos nacionais. Essa porcentagem é muito similar a exibida na Tabela 16, em que esses focos temáticos apresentaram um percentual de distribuição semelhante nos 518 artigos analisados. No entanto, no contexto brasileiro, ocorre uma inversão entre os indicadores, recebendo uma maior ênfase os artigos que estudaram os materiais educacionais.

Souza (2007) descreve os recursos didáticos como sendo: todo e qualquer material utilizado, por professores e alunos, com intuito de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Entre os artigos explorados no recorte e que examinaram este indicador, tem-se como objeto mais investigado o Jogo didático, alvo em 36,8% das publicações. Em seguida, com metade do percentual, tem-se o Modelo físico, presente em 18,4%. Já o Livro escolar e os *Softwares* de visualização, simulação e animação 3D, encontram-se na mesma quantidade de trabalhos 11,8%.

Os demais materiais didáticos, objeto das pesquisas, estiveram presentes em menos de 10% dos trabalhos, representando um total de 21% dos estudos examinados, foram eles: Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e Tecnologia da informação e comunicação (TIC); Videoaula; *Softwares* e aplicativos para acesso de conteúdo; Análise e uso de imagem; Filme; Multímetro Digital Comercial e Mapa conceitual.

Teixeira e Santos (2010) afirmam que, levando em conta a importância dos recursos didáticos nas atividades do cotidiano escolar, é essencial a dedicação das comunidades científicas em pesquisar os aspectos relacionados ao desenvolvimento e ao uso de recursos didáticos, durante as aulas das disciplinas ligadas as Ciências da Natureza.

Já os artigos enquadrados no foco temático conteúdo-método sondaram, principalmente, o uso de metodologias para o ensino dos conceitos, temas e fenômenos estudados pelos bioquímicos. Entre as principais metodologias alvo nos textos estão o uso da experimentação, discutidas em 41,7% das publicações, reforçando o caráter experimental da Bioquímica; e as sequências de atividades, investigadas por 21,1% dos trabalhos, sendo divididas em duas correntes teóricas: os autores que fundamentam as sequências didáticas e as sequências de ensino-aprendizagem.

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 de sala de aula.

A terceira categoria que mais recebeu atenção nas publicações oriundas do Brasil, foram os trabalhos enquadrados no descritor Características do aluno, classificado em 9,2% do material analisado. Segundo Teixeira (2008) esse descritor agrega pesquisas que, ao decorrer do tempo, vêm fornecendo materiais valiosos para docentes que atuam em todos os níveis de escolarização. Entre os objetos explorados pelos artigos estão o levantamento de conhecimentos prévios, ou alternativos, de alunos sobre conceitos, temas ou fenômenos estudados pela Bioquímica, presentes em 76,2% das investigações. Além desses estudos, a identificação das dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos discentes, decorrente da natureza dos conceitos, também foram verificadas, estando em 19,1%.

Os conhecimentos ou concepções prévias, espontâneas ou até mesmo alternativas, basicamente, são conhecimentos construídos pelos alunos a partir da sua experiência com o mundo e de seu convívio social (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Esses entendimentos são levados pelos discentes até a sala de aula, tornando-se ferramentas valiosas para o professor. De acordo com Silva e Soares (2013), as concepções prévias podem ser utilizadas como ponto de partida para uma construção concreta e significativa da aprendizagem, levando a uma mudança conceitual nos aprendentes.

Em seguida, o indicador Currículos e programas ocupou a quarta posição no ranque de problemáticas mais estudadas no país, presente em 7,9% dos textos. Os trabalhos enquadrados nessa categoria discutiram, principalmente, o uso de metodologias alternativas para o ensino de conceitos em disciplinas, semestres e cursos, explorados em 44,4% das publicações. Logo após, o objeto de pesquisa mais investigado foi a avaliação de propostas curriculares, vista em 38,9% dos artigos. Em menor quantidade, estiveram os estudos sobre a avaliação do aluno (11,1%) e a análise de programas e projetos educacionais (5,5%).

Já a quinta colocação foi preenchida pelos estudos que examinaram a formação de professores, exibindo 5,3% da produção nacional. Nesse descritor, a modalidade de formação continuada foi a mais examinada, estando em 66,6% do material analisado. Por sua vez, a formação inicial de docentes foi alvo de 33,3% dos trabalhos. Os demais indicadores: Características do professor; História da ciência; Formação de conceitos; Organização da instituição/Programa de ensino não-escolar; e Filosofia da ciência apresentaram percentuais entre 2,6 a 0,9%, compondo 8,4% do recorte investigado.

Na categoria Características do professor os objetos de pesquisas mais explorados foram os saberes docentes, voltado principalmente, aos conhecimentos pedagógicos do conteúdo. Além desses conhecimentos, as concepções alternativas carregados pelo professor também foram identificados, por último, a prática docente de alguns profissionais também foram alvo de análises.

Todos os estudos enquadrados no indicador História da Ciência, realizaram uma revisão de literatura, reunindo diversos autores e trabalhos com o objetivo de descrever melhor um conceito, tema ou fenômeno englobado em um dos eixos temáticos aqui

aprofundados. Assim como no foco temático anterior, os artigos classificados no descritor Formação de conceitos, também apresentaram apenas uma linha de investigação, a evolução conceitual em estudantes, explorando a construção de conceitos estudados pela Bioquímica.

Os artigos agrupados no conjunto Organização da instituição/ Programa de ensino não-escolar, examinaram principalmente o ensino de conceitos, temas ou fenômenos explorados pela Bioquímica em espaços de ensino não-formais, bem como a educação ambiental envolvendo algumas das temáticas presentes nos eixos indicadores.

No que diz respeito ao último foco temático presente nos trabalhos de origem nacional, Filosofia da ciência, tem-se o levantamento de concepções filosóficas da ciência na fala de pós-graduandos em Bioquímica; e a identificação de argumentos epistemológicos de licenciados no estudo do RNA.

Tendo concluído a apresentação dos descritores estudados nos trabalhos nacionais - no recorte dos eixos temáticos I, II, III e IV - tem-se que as problemáticas envolvendo questões como políticas públicas, organização do ensino escolar e história do Ensino de Ciências, permaneceram ausentes nas publicações brasileiras no período de 2010-2019.

Por sua vez, entre os artigos não enquadrados em nenhum dos focos temáticos elaborados por Megid Neto (1999), tem-se os estudos denominados de estado da arte, em que foram averiguadas algumas características de certas produções científicas, nesse caso, artigos que discutiram algumas das temáticas associadas ao ensino de Bioquímica. Além desses trabalhos, também estiveram presentes artigos que exploraram metodologias e métodos para a condução de pesquisas no campo do ensino de ciências.

Até então, não foi possível encontrar na literatura lida investigações que tenham analisado publicações dedicadas ao ensino de Bioquímica, utilizando os descritores elaborados por Megid Neto (1999). No entanto, nessa mesma literatura, existem outros estudos que abordaram os indicadores para o foco temático em exames realizados em textos que discutem o ensino de Biologia e Química, como os trabalhos de Teixeira e Megid Neto (2017) e Francisco, Alexandre e Queiroz (2015).

Ambos os artigos buscaram averiguar dissertações e teses que se enquadrassem nas respectivas temáticas (ensino de Biologia ou Química), identificando as

problemáticas exploradas pelas pesquisas acadêmicas durante um recorte temporal. No estudo realizado por Teixeira e Megid Neto (2017) estão descritos os problemas alvos em trabalhos acadêmicos de 1972 a 2011, enquanto que na pesquisa conduzida por Francisco, Alexandre e Queiroz (2015) o recorte é entre 2000 a 2008.

Em relação aos indicadores mais explorados pelos textos dedicados às temáticas da Biologia, tem-se as categorias Conteúdo-método e Recursos didáticos com maiores percentuais, 19,6 e 16,2%. Posteriormente, tem-se os classificadores Características do professor (11,9%); Formação de professores (11%); Características do aluno (10,7%); e Currículos e programas (9,7%).

Já a análise guiada por Francisco, Alexandre e Queiroz (2015) revela uma atenção maior dos pesquisados que se debruçam sobre a didática da Química aos indicadores Conteúdo-método, destacando-se em 27,3% dos trabalhos, seguido dos conjuntos Características do professor e Formação de professores com 14,9 e 14,3%, respectivamente. Logo em seguida, estiveram os grupos Recursos didáticos (11,7%); Características do aluno (11%); Currículo e programa (11%); e Formação de conceitos (10,4%).

Voltando a discussão sobre os termos Ensino ou Educação Bioquímica, tem-se que a produção nacional prevalece investigando as temáticas ligadas fortemente ao Ensino de Bioquímica (Recursos didáticos - 33,5; Conteúdo-método - 31,7), porém outras temáticas voltadas a elementos mais amplos do processo de ensino e aprendizagem também estiveram presentes como os descritores Características do aluno (9,2); Currículos e programas (7,9); Formação de professores (5,3); e Características do professor (2,6), sinalizando uma tímida descentralização das temáticas ligadas apenas ao “como ensinar um determinado conteúdo”.

#### 4.2.2.1 Diferentes níveis de ensino cenário das pesquisas nacionais.

Tendo em vista os 227 artigos nacionais enquadrados nos eixos temáticos I, II, III e IV, tem-se que 115 trabalhos exploraram a educação básica em suas investigações. Já na educação superior, dívida em graduação e pós-graduação, há 107 pesquisas voltadas aos cursos de graduação e 4 estudos voltados aos programas de pós-graduação. Por sua

vez, algumas publicações, 14 ao total, não indicaram nenhum dos níveis de ensino examinados, ou não puderam ser enquadrados em nenhum deles.

Desse modo, sinaliza-se que as pesquisas oriundas do país, durante o recorte temporal e temático vasculhado, dedicaram-se a analisar problemáticas inseridas na Educação Básica e na Educação Superior, no que tange a graduação, ambos apresentando percentuais próximos, sendo 50,7 e 47,1%, respectivamente. No que diz respeito a pós-graduação, os estudos apontam apenas 1,8% da produção científica nacional indicando uma baixa aplicação de estudos neste nível educacional.

Na Tabela 20 é apresentada a distribuição dos focos temáticos explorados no contexto nacional na Educação Básica e na Educação Superior.

Tabela 20 – Distribuição dos focos temáticos do contexto nacional na Educação Básica e na Educação Superior.

| Foco temático   | Educação básica |             | Educação Superior |             |               |            |
|---|-----------------|-------------|-------------------|-------------|---------------|------------|
|   | N               | %           | 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 professor                                  | 3               | 2,6         | 2                 | 1,9         | 1             | 25         |
| Características do aluno                                      | 10              | 8,7         | 13                | 12,1        | 0             | 0          |
| Formação de conceitos   | 2               | 1,7         | 2                 | 1,9         | 0             | 0          |
| Formação de professores                                       | 8               | 6,9         | 6                 | 5,6         | 0             | 0          |
| Políticas públicas  | 0               | 0           | 0                 | 0           | 0             | 0          |
| Organização da instituição escolar                            | 0               | 0           | 0                 | 0           | 0             | 0          |
| Organização da instituição/<br>Programa de ensino não-escolar | 1               | 0,9         | 1                 | 0,9         | 0             | 0          |
| Filosofia da ciência  | 0               | 0           | 1                 | 0,9         | 1             | 25         |
| História da ciência   | 0               | 0           | 0                 | 0           | 0             | 0          |
| História do Ensino de Ciências                                | 0               | 0           | 0                 | 0           | 0             | 0          |
| Outros  | 2               | 1,7         | 0                 | 0           | 0             | 0          |
| <b>Total</b>  | <b>115</b>      | <b>99,9</b> | <b>107</b>        | <b>99,9</b> | <b>4</b>      | <b>100</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um foco temático pôde investigar mais de nível de ensino.

Nas publicações nacionais que tiveram como palco de seus estudos a Educação Básica, destacaram-se os indicadores Conteúdo-método e Recursos didáticos, presentes em mais de 40 artigos cada um, e posteriormente, os descritores Características do aluno e Formação de professores, enquadrados em 10 e 8 trabalhos, respectivamente. Já as categorias Características do professor; Formação de conceitos; Currículo e programa; e Organização da instituição/ Programa de ensino não-escolar, foram encontrados em menos de 5 produções.

No que diz respeito a Educação Superior, especificamente na graduação, observa-se que os focos temáticos Conteúdo-método e Recursos didáticos continuaram como destaques, seguidos da categoria Currículo e programa. Logo após, tem-se o indicador Características do aluno, possuindo também um percentual acima de 10%. Por sua vez, os estudos dedicados a formação e características do docente, formação de conceitos e organização do ensino não-formal não se destacaram, exibindo poucas publicações.

No que concerne os estudos relacionados a pós-graduação, tem-se que o descritor mais discutido foi o Recursos didáticos, seguido das categorias Característica do professor e Filosofia da ciência. Apesar desses estudos, esse nível de ensino foi pouquíssimo explorado, sendo o aumento de pesquisas voltados a esses cursos extremamente necessários, tendo em vista, que são neles em que ocorrem a formação dos futuros docentes, que vão atuar nos diversos cursos da graduação, inclusive nos de licenciatura, em que ocorrem a formação inicial dos professores da Educação Básica.

Quando se compara a distribuição dos descritores no ensino básico e na graduação, tem-se as metodologias de ensino como destaque nos estudos envolvendo o ensino fundamental e médio, já nos cursos de graduação, predomina-se as investigações sobre os recursos didáticos.

A categoria Currículo e programa foi analisada quase que exclusivamente na graduação. Observando os principais objetos pesquisados neste foco temático, sinaliza-se a falta de trabalhos nacionais que analisem o uso de metodologias alternativas durante os bimestres; ou avaliem currículos na Educação Básica, com objetivo de examinar os conteúdos vinculados a Bioquímica.

Por sua vez, o descritor Filosofia da ciência foi o único a estar presente em artigos que exploraram a Educação Superior, tanto na graduação como na pós-graduação. Finalmente, tem-se os indicadores Recursos didáticos, Características do professor e Filosofia da ciência, como as únicas categorias classificadas em todos os níveis de ensino.

A seguir, apresenta-se os resultados da distribuição dos focos temáticos no contexto estrangeiro, identificando também, os objetos de pesquisa e os níveis de ensino mais investigados por esses indicadores.



4.2.2.2 Dispersão das problemáticas e objetos de pesquisa investigados na produção nacional pelas regiões do país.

Tendo agrupado os artigos nacionais de acordo com sua origem regional, apresenta-se na Tabela 21, a distribuição dos focos temáticos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil.

Tabela 21 – Distribuição dos focos temáticos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil.

| Foco temático   | Região Norte |            | Região Nordeste |              | Região Centro-Oeste |             |
|---|--------------|------------|-----------------|--------------|---------------------|-------------|
|   | N            | %          | N               | %            | N                   | %           |
| Currículos e programas  | 1            | 12,5       | 3               | 5,4          | 1                   | 7,1         |
| Conteúdo-método   | 3            | 37,5       | 16              | 29,1         | 2                   | 14,3        |
| Recursos didáticos  | 4            | 50,0       | 17              | 30,1         | 5                   | 35,7        |
| Características do professor                                  | 0            | 0          | 2               | 3,6          | 0                   | 0           |
| Características do aluno                                      | 0            | 0          | 6               | 10,9         | 4                   | 28,6        |
| Formação de conceitos   | 0            | 0          | 2               | 3,6          | 0                   | 0           |
| Formação de professores                                       | 0            | 0          | 4               | 7,3          | 1                   | 7,1         |
| Políticas públicas  | 0            | 0          | 0               | 0            | 0                   | 0           |
| Organização da instituição escolar                            | 0            | 0          | 0               | 0            | 0                   | 0           |
| Organização da instituição/<br>Programa de ensino não-escolar | 0            | 0          | 1               | 1,8          | 1                   | 7,1         |
| Filosofia da ciência  | 0            | 0          | 1               | 1,8          | 0                   | 0           |
| História da ciência   | 0            | 0          | 1               | 1,8          | 0                   | 0           |
| História do Ensino de Ciências                                | 0            | 0          | 0               | 0            | 0                   | 0           |
| Outros  | 0            | 0          | 2               | 3,6          | 0                   | 0           |
| <b>Total</b>  | <b>8</b>     | <b>100</b> | <b>55</b>       | <b>99,00</b> | <b>14</b>           | <b>99,9</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um foco temático investigado pôde ser enquadrado em mais de uma região do Brasil.

Os artigos oriundos do Norte brasileiro trataram de estudos enquadrados em apenas três dos treze focos temáticos, caracterizando-se como a região com a menor quantidade de problemáticas investigadas. A maior ênfase dada foi nas pesquisas dedicadas a utilização de recursos didáticos, representando 50% das publicações, em que foram explorados o emprego de jogos, em 75% dos casos, e do uso de modelos, em 25%. Em seguida, foram os trabalhos voltados a relação conteúdo-método, sendo discutido em todos eles, a execução de Sequências de atividades elaboradas a partir dos teóricos sobre Sequência didáticas. Por sua vez, o indicador menos estudado foi a categoria Currículos e programas, que examinou a aplicação da gamificação, como metodologia alternativa, para o ensino de conceitos bioquímicos durante uma disciplina.

Nos estados nordestinos, os destaques foram os descritores Recursos Didáticos e Conteúdo-método, ambos apresentaram uma quantidade de estudos semelhantes, 30,1% e 29,1% respectivamente. Entre o material educacional sondado, destaca-se novamente o

Jogo, seguido do Modelo e do Livro didático. No que diz respeito aos métodos de ensino, realça-se os artigos que analisaram Sequências de atividades, compostas por Sequências didáticas e de ensino-aprendizagem, incluídas em 31,2% do material analisado, além da Experimentação e do Modelo das Múltiplas Perspectivas - Pernambuco (MoMuP-PE), com 18,7 e 12,5% respectivamente.

Dando seguimento, tem-se o conjunto Características do aluno, em 10,9% da produção pesquisada, averiguando igualmente os conhecimentos alternativos e as dificuldades de aprendizagem apresentados por estudantes de Bioquímica. Posteriormente, a visibilidade foi dada aos trabalhos voltados a formação de professores, em 7,3%, no qual a formação inicial de docentes foi o principal objeto pesquisado, seguido da modalidade continuada. Já o grupo de publicações enquadradas no Currículos e Programas buscaram avaliar propostas de currículos e projetos educacionais, bem como a utilização de metodologias de ensino ao longo de um curso semestral.

Referente aos objetos estudos menos evidenciados, tem-se o: indicador Formação de conceito, investigando a evolução conceitual em discentes; o foco temático Características do professor, explorando a prática de professores; os artigos referentes à organização do ensino não-escolar, discutindo a formação de estudantes em ligas acadêmicas de Bioquímica Clínica; a categoria História da Ciência, promovendo a revisão de literatura; e o descritor Filosofia da Ciência, examinando a epistemologia da ciência na formação de professores. Em relação as publicações que não foram classificadas nos grupos desenvolvidos por Megid Neto (1998), têm-se produções dedicadas a pesquisar métodos de investigações para o ensino de ciências; e trabalhos realizando estudos do tipo estado da arte.

O Centro-Oeste também exibiu poucas problemáticas, tornando-se a segunda região com o menor número de focos temáticos estudados, apresentando seis dos treze indicadores analisados. Nesses estados, como visto no Norte, a categoria predominante foi o Recurso Didático, estando presente em 35,7% das publicações, e explorando o emprego de AVAs ou TICs, de Modelos físicos e de *softwares* contendo informações para o estudo de conceitos e fenômenos. Diferentemente das outras regiões, o segundo conjunto mais abordado foi a Características do aluno, alvo em 28,4% dos estudos, todos levantando concepções alternativas dos estudantes, sobre determinados temas vinculados a Bioquímica.

No que concerne ao descritor Conteúdo-método, esse não se destacou entre as problemáticas investigadas, estando presente em apenas 14,3% das produções, o menor índice para esse foco temático em todo o país. Nele, foram averiguados igualmente a abordagem contextualizada, utilizando a História e a Cultura Afro-brasileira, e o uso da Experimentação. Por sua vez, o grupo voltado a examinar os currículos e programas educacionais, formação de professores, organização do ensino não-escolar, filosofia e história da ciência foram pesquisados por apenas um artigo cada um, sendo os objetos investigados: avaliação do aluno; formação continuada de docentes; e atividades extracurriculares para alunos efetuados em espaços não formais de ensino.

Seguindo com análise da produção brasileira, é indicado na Tabela 22 a distribuição dos focos temáticos nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

Tabela 22 – Distribuição dos focos temáticos nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

| Foco temático   | Região Sudeste |             | Região Sul |            |
|---|----------------|-------------|------------|------------|
|   | N              | %           | N          | %          |
| Currículos e programas  | 10             | 9,2         | 5          | 9,4        |
| Conteúdo-método   | 29             | 26,8        | 24         | 45,3       |
| Recursos didáticos  | 39             | 36,1        | 14         | 26,4       |
| Características do professor                                  | 3              | 2,8         | 1          | 1,9        |
| Características do aluno                                      | 7              | 6,5         | 5          | 9,4        |
| Formação de conceitos   | 1              | 0,9         | 1          | 1,9        |
| Formação de professores                                       | 7              | 6,5         | 2          | 3,8        |
| Políticas públicas  | 0              | 0           | 0          | 0          |
| Organização da instituição escolar                            | 0              | 0           | 0          | 0          |
| Organização da instituição/<br>Programa de ensino não-escolar | 2              | 1,8         | 0          | 0          |
| Filosofia da ciência  | 1              | 0,9         | 0          | 0          |
| História da ciência   | 4              | 3,7         | 0          | 0          |
| História do Ensino de Ciências                                | 0              | 0           | 0          | 0          |
| Outros  | 5              | 4,6         | 1          | 1,9        |
| <b>Total</b>  | <b>108</b>     | <b>99,8</b> | <b>53</b>  | <b>100</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um foco temático investigado pôde ser enquadrado em mais de uma região do Brasil.

Os estados sudestinos, assim como no Nordeste, exibiram dez das treze problemáticas analisadas, sendo as regiões do país que mais exploraram as categorias de Megid Neto (1999). O indicador mais discutido pelos trabalhos foi Recursos didáticos, incluída em 36,1% das pesquisas enquadradas. Neles, os materiais escolares mais observados foram a aplicação de Jogos educacionais, estando em 48,7%, quase metade dos estudos classificados nesse descritor, seguido dos *softwares* de visualização, simulação e animação, compondo 20,5%. Além desses objetos, ainda se destacaram os Modelos físicos, Livros, Videoaulas, e AVAs ou TICs.

Somando a quantidade de artigos que empregaram os modelos e *softwares*, tem-se que 30,8%<sup>16</sup> dessas publicações, valor mais alto de todas as regiões, buscaram analisar o uso de recursos para visualizar as estruturas e/ou processos moleculares vistos nos fenômenos estudados pela Bioquímica.

Vários autores como Sá (2007), Schoenmaker (2009), Jófili *et al.* (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 de Krebs. Percebe-se então, que os estudos oriundos do Sudeste e que investigaram o foco temático Recursos Didáticos, inclinaram cerca de 30% de suas produções, a questões dedicadas a minimizar a abstração dos conceitos bioquímicos durante o processo de ensino-aprendizagem dos discentes.

Em seguida, o conjunto mais bem examinado foi o Conteúdo-método, classificado em 26,8% dos artigos, averiguando a utilização de metodologias de ensino, entre elas, destaca-se a experimentação, encontrados em mais da metade dos trabalhos - 51,7%, e outros métodos, com percentuais menores de 10% e incluídos em mais de uma pesquisa, são eles: Sequências didáticas; abordagens de ensino a partir da contextualização; e Investigação. Além desses objetos, a Região Sudeste foi a única a explorar a indissociação entre o modo de ensino e o conteúdo, explorando as bactérias fotossintetizantes.

Na terceira posição, tem-se o grupo Currículos e programas analisando, principalmente, a utilização de metodologias para o ensino durante disciplinas e cursos, presentes em metade dos estudos, a avaliação de propostas curriculares, do aluno e de projetos educacionais. Já a quarta colocação é ocupada pelo indicador Características do Aluno, mais uma vez dando atenção ao levantamento de conhecimentos alternativos, e, em número menor, as dificuldades de aprendizagens dos estudantes e suas estruturas intelectuais, como a capacidade de leitura visual, inserida nessa categoria.

Por sua vez, o descritor Formação de professores, tendo a mesma porcentagem que o foco temático anterior, apresentou, assim como nas regiões Nordeste e Centro-

---

<sup>16</sup> Resultado advindos de análises excludentes, onde os artigos enquadrados no foco temático Recursos Didáticos investigaram apenas um material educacional, não sendo possível classificar o trabalho em mais de um objeto de pesquisa.

Oeste, uma preferência maior a formação continuada de docentes, do que a modalidade de formação inicial. No que concerne os artigos classificados nas demais categorias, compondo em menos de 5% das produções advindas dessa região, tem-se as publicações voltadas a história da ciência, aos diversos elementos do professor, ao ensino não formal, a formação de conceitos e a filosofia da ciência.

Nessas problemáticas foram realizadas revisões de literatura; examinado os saberes e práticas docentes; o ensino e a educação ambiental em instituições não escolares; as concepções filosóficas de participantes do evento anual da SBBq; e do desenvolvimento de conceitos científicos a partir da mudança conceitual. Por outro lado, os conjuntos Políticas públicas, Organização da instituição escolar e História do Ensino de Ciências não foram alvo de nenhum dos estudos oriundos desses estados. O Sudeste também foi a região que mais apresentou pesquisas que não puderam ser agrupados nos indicadores analisados, um total de 4,6%.

Em relação aos trabalhos não incluídos nos grupos elaborados por Megid Neto (1999), assim como no Nordeste, houve uma predominância em pesquisas do tipo estado da arte, investigando temas vinculados a Bioquímica.

O Sul do Brasil se mostrou como a terceira região com menos descritores analisados, ficando atrás do Sudeste e Nordeste. O foco temático mais classificado nos artigos oriundos desses estados foi a categoria Conteúdo-método, estando em 45,3% das publicações, assumindo a primeira posição no ranque de problemáticas estudadas, e se tornando a única região brasileira a apresentar essa configuração. Assim como o Sudeste, a metodologia mais explorada nessas pesquisas foi a Experimentação, inseridos em 41,7%, seguido das Sequências didáticas; do uso de Problemas; das abordagens de Aprendizagem colaborativa e significativa; e dos pressupostos da Alfabetização científica; todos em quantidades 16,7 a 8,3%.

O segundo na posição foi o conjunto Recursos Didáticos, incluídos em 26,4% das produções, tendo averiguado o emprego de Livros didáticos, inserida em 35,7%, seguido de Modelos físicos e Imagens, com 21,4% e 14,3%, respectivamente. Posteriormente, tem-se os estudos voltados aos currículos e programas, explorando a avaliação curricular de disciplinas e a utilização de metodologias de ensino ao longo de um semestre letivo. Com a mesma quantidade de pesquisas que o conjunto anterior, tem-se o indicador

Característica do aluno, ambos com 9,4% dos estudos. Nele foram identificados as concepções prévias dos estudantes.

Já no grupo Formação de professores, presente em 3,8% dos trabalhos, investigou igualmente a formação inicial e continuada de docentes. Seguido dos artigos que sondaram as características do professor, levantando seus conhecimentos alternativos sobre temáticas bioquímicas, e do foco temático Formação de conceitos, examinando a evolução conceitual em discentes, ambos enquadrados em apenas uma publicação. Por sua vez, os demais descritores voltados a organização do ensino escolar e informal, filosofia e história da ciência, e história no ensino de ciências, estiveram ausentes nas pesquisas oriundas da Região Sul.

No que diz respeito a produção não classificada em nenhuma das categorias propostas por Megid Neto (1999), todas elas promoveram um estudo do tipo estado da arte, assim como nas regiões Nordeste e Sudeste, explorando temáticas da Bioquímica na literatura científica nacional.

No Quadro 12 é apresentado uma síntese dos cinco indicadores mais averiguados por cada uma das regiões brasileiras.

Quadro 12 – Focos temáticos mais investigados em cada região do Brasil.

|              | <b>Região Norte</b>    | <b>Região Nordeste</b>  | <b>Região Centro-Oeste</b> | <b>Região Sudeste</b>   | <b>Região Sul</b>       | <b>Brasil</b>            |
|--------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>Mais</b>  | Recursos didáticos     | Recursos didáticos      | Recurso didático           | Recurso didático        | Conteúdo-método         | Conteúdo-método          |
|              | Conteúdo-método        | Conteúdo-método         | Característica do aluno    | Conteúdo-método         | Recursos didáticos      | Recursos didáticos       |
|              | Currículos e programas | Característica do aluno | Conteúdo-método            | Currículos e programas  | Currículos e programas  | Currículos e programas   |
| <b>Menos</b> | -                      | Formação de professores | -                          | Característica do aluno | Característica do aluno | Características do aluno |
|              | -                      | Currículos e programas  | -                          | Formação de professores | Formação de professores | Formação de professores  |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

O descritor Recursos didáticos foi a problemática mais investigada no contexto nacional, ela permaneceu como principal destaque em todas as regiões do país, com exceção do Sul do Brasil, em que o foco esteve nos estudos que investigaram a relação conteúdo-método através das metodologias de ensino.

Já a categoria Conteúdo-método, sendo o segundo foco temático mais examinado nas pesquisas brasileiras, continuou nessa posição nos estados que compõem o Norte,

Nordeste e Sudeste, sendo o principal descritor averiguado na região Sul e o terceiro no Centro-Oeste do país.

Em relação ao indicador dedicado a analisar as características dos alunos, apesar de ter sido a terceira categoria mais discutido entre os textos nacionais, foi o segundo foco temático mais explorado nos trabalhos advindos da região Centro-Oeste. A problemática também apareceu na terceira posição no Nordeste e na quarta colocação nos estados que formam o Sudeste e Sul do Brasil. Por outro lado, as questões que envolvem essa categoria estiveram ausentes nas produções conduzidas na região Norte.

A categoria Currículos e programas esteve na quarta posição nas publicações nacionais, porém, foi o terceiro descritor mais pesquisado no Norte, Sudeste e Sul do país, e o quinto na região Nordeste. Além disso, esse indicador não se destacou nos artigos produzidos pelos estados do Centro-Oeste do Brasil.

O quinto foco temático mais inserido nos trabalhos nacionais foi a Formação de professores, essa problemática permaneceu nessa posição nos estudos realizados nas regiões Sul e Sudeste. Já no Nordeste, o indicador se configurou como a quarta categoria mais investigada. Por sua vez, nas regiões do Norte e Centro-Oeste do país, as questões envolvendo a formação de professores não foram abordadas nas pesquisas publicadas nos periódicos analisados.

As regiões Norte e Centro-Oeste são as únicas que não apresentaram cinco destaques entre os indicadores analisados. Ao mesmo tempo, que esses também foram os locais do Brasil que menos desenvolveram estudos, resultado que explica o número reduzido de problemáticas investigadas.

Em relação aos objetos de pesquisa examinados pelos artigos, oriundos dos estados brasileiros, tem-se que as principais questões exploradas no Norte do Brasil, foram a utilização de Sequências e Jogos didáticos para o ensino de conceitos Bioquímicos. No Nordeste, as principais perguntas averiguadas também estiveram relacionadas ao uso de Jogos educacionais e a Sequências de atividades (Sequências didáticas e de ensino-aprendizagem); seguidas da aplicação de Modelos físicos, do Livro didático e da Experimentação. Além desses trabalhos, ainda foram levantadas as concepções prévias e as dificuldades de aprendizagem, enfrentadas pelos estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem; bem como produções destinadas a formação inicial de professores.

Já no Centro-Oeste, foram analisados, predominantemente, os conhecimentos alternativos de alunos, e o emprego de modelos, AVAs ou TICs. No Sudeste, tem-se os jogos didáticos e a experimentação, como os objetos mais sondados pelas publicações advindas desses estados. Posteriormente, foi a vez dos *softwares* de visualização, simulação e animação em 3D, além da utilização de metodologias alternativas durante uma disciplina ou ciclo escolar completo, bem como de modelos físicos. Para concluir os destaques dessa região, tem-se a realização de revisões de literatura e a identificação de concepções prévias, carregadas por discentes, referentes a temáticas vinculadas a Bioquímica.

Por sua vez, tem-se no Sul do país, uma ênfase nas pesquisas inclinadas a investigar o uso da experimentação no processo ensino-aprendizagem escolar, seguido do levantamento dos conhecimentos alternativos presentes no senso comum de estudantes. Além da experimentação, outros métodos de ensino e recursos didáticos também foram evidenciados, entre eles estão o livro escolar; as sequências didáticas; o uso de problemas; e de modelos físicos. Por fim, a região ainda sinalizou uma atenção maior, a avaliação de propostas curriculares de disciplinas.

Após as análises realizadas, é possível evidenciar que as questões mais exploradas nos artigos nacionais, foram o uso da experimentação e dos jogos didáticos no ensino de Bioquímica. Essa metodologia de ensino teve seu ápice no eixo Sul-Sudeste, fazendo-se presente também no Nordeste. Por sua vez, o recurso educacional foi mais averiguado no Norte, Nordeste e, sobretudo, na região Sudeste.

Posteriormente, tem-se o levantamento das concepções prévias dos alunos, sendo o único problema destacado nas quatro regiões, em ordem decrescente, Sudeste, Nordeste, Sul e Centro-Oeste. Além da utilização de experimentos e jogos, outros métodos e materiais foram examinados, como: as sequências de atividades, com ênfase nos estados nordestinos, seguido do Norte e Sul do Brasil; dos modelos didáticos, no Centro-Oeste e evidenciado no Nordeste e Sudeste; e do Livro escolar, destaque no Nordeste e, principalmente, no Sul do país.



### 4.2.3 Principais problemáticas, objetos e níveis de ensino investigados no contexto dos trabalhos estrangeiros.

Aqui, buscou-se analisar os focos temáticos, objetos de pesquisa e os níveis de ensino investigado nos trabalhos oriundos do exterior do Brasil, bem como traçar um panorama da produção científica nos continentes a partir dos estudos nacionais e estrangeiros.

Ao todo, com o levantamento realizado, foram coletados 529 trabalhos estrangeiros, a partir do recorte proposto, agrupando apenas os artigos que englobaram os eixos temáticos I, II, III e V, tem-se 249 publicações, sendo 246 desenvolvidas exclusivamente em instituições não brasileiras. Por sua vez, os demais estudos foram oriundos de cooperações envolvendo o Brasil e outras nações, sendo 2 estudos frutos da colocação Brasil-Europa e um do envolvimento Brasil-Oceania.

Na Tabela 23 é apresentado a distribuição dos focos temáticos alvo das pesquisas estrangeiras.

Tabela 23 – Distribuição dos focos temáticos no contexto estrangeiro.

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

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

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

No contexto dos artigos de origem estrangeira, tem-se como indicadores mais explorados as categorias Conteúdo-método, Recursos didáticos e Currículos e programas. O primeiro descritor esteve presente em 36,7%, seguido dos demais conjuntos, enquadrados em 28,9% e 15,3% respectivamente. Ao todo, esses estudos compõem o

equivalente a 81%<sup>17</sup> da produção disseminadas de origem estrangeira. No Brasil os principais focos temáticos averiguados foram os Recursos didáticos, Conteúdo-método e Características do aluno. Comparando os resultados de cada contexto, percebe-se uma inversão no quadro de problemáticas, enquanto que os textos nacionais exibiram uma preferência em investigar os diferentes aspectos que cercam aluno, já os demais países apresentaram uma maior adesão as pesquisas voltadas aos currículos e programas educacionais.

Entre as questões mais analisadas, estão (1) o uso de metodologias no processo de ensino-aprendizagem, focando principalmente na Experimentação, alvo em 45,4% das publicações; (2) a Investigação, inserida em 11,1%; e (3) a utilização de abordagens envolvendo casos, em 8,3%. Guiando-se pelos resultados, é possível sinalizar uma inclinação dos trabalhos estrangeiros para o uso de experimentos em sala de aula, tendência também presente nos artigos de origem Brasileira, como discutido na subseção anterior. Desse modo, percebe-se não apenas uma disposição nacional, mas sim uma propensão internacional, em examinar o ensino dos conceitos bioquímicos a partir métodos experimentais, reforçando mais uma vez a natureza experimental da Bioquímica, advinda dos químicos (SLATER, 2005).

Por sua vez, entre os materiais educacionais analisados estão os estudos dedicados ao emprego de *softwares* de visualização, simulação e animação em 3D, introduzidos em 40% das produções. Em seguida, tem-se os modelos didáticos, compondo 12,9% dos textos. Essas duas ferramentas juntas representam 52,9%<sup>18</sup>, mais da metade das pesquisas advindas do exterior pertencem a essa categoria, todas com objetivo de explorar a utilização desses recursos no processo de ensino-aprendizagem das estruturas moleculares e processos metabólicos abstratos.

Esse direcionamento também está presente nas publicações nacionais, em que os modelos físicos e o aparato tecnológico somaram 30,2%, mas apesar desse percentual, o principal recurso averiguado foram os Jogos, inseridos em 36,8% dos trabalhos. Por sua vez, o uso de recursos digitais e eletrônicos foram destaques nas investigações realizadas

---

<sup>17</sup> Resultado advindos de análises excludentes, em que os artigos foram enquadrados em apenas um foco temático.

<sup>18</sup> Resultado advindo de dados analisados de maneira excludente, em que um artigo foi enquadrado em apenas uma problemática e apresentou um único objeto de pesquisa.

na Região Sudeste do Brasil, presente em 20,5% do material classificado no indicador Recursos didáticos.

O terceiro descritor mais examinado foi o conjunto Currículos e programas, tendo como as principais questões as propostas alternativas para o ensino de uma disciplina, semestre ou curso, visto em 31,8% dos artigos do gênero. Em seguida, foi a vez das avaliações de propostas curriculares, alvo em 29,5%, e de trabalhos que discutiram o tema avaliação, tanto na perspectiva do aluno quanto dos instrumentos e ferramentas avaliativas, inseridas em 20,4%. O quarto objeto mais bem estudado foi o desenho curricular de disciplinas e cursos, no que tange, os aspectos relacionados aos objetos de aprendizagem, habilidades e conteúdo, encontrados em 11,4% das publicações. Ao todo, essas problemáticas representaram 93% dos textos dedicados a esse foco temático.

Comparando com a produção brasileira, observa-se que ambos os contextos apresentaram inclinações semelhantes, investigando as mesmas questões que circundam a categoria Currículos e programas, com exceção dos objetos voltados ao desenho curricular, temática ausente nos trabalhos oriundos do Brasil.

Dando continuidade as problemáticas exploradas no exterior, tem-se o descritor Características do aluno, enquadrado em 7,8% da produção científica, em que foram averiguados os conhecimentos prévios de estudantes e as dificuldades enfrentadas por eles, durante o processo de ensino-aprendizagem, presente nessas pesquisas nos percentuais 78,3 e 21,7%. Como dito acima, no contexto nacional, esse indicador apresentou uma maior repercussão, estando em 9,2% dos trabalhos brasileiros. Por sua vez, as questões analisadas em ambos os recortes são muito semelhantes, dando ênfase nas concepções trazidas pelos discentes ao processo escolar.

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).

O quinto grupo mais examinado foi o indicador História da ciência, classificado em 5,4% das publicações estrangeiras. Apesar do seu título sugerir questões integradas

ao campo da História, Filosofia e Sociologia da Ciência, Megid Neto (1999) detalha que essa categoria incorpora trabalhos voltados a revisões bibliográficas, seja em fontes primárias e secundárias, que resgatem fatos, acontecimentos, conflitos, debates e circunstâncias da produção científica em uma certa época passada.

Nas publicações oriundas do Brasil, esse objeto de pesquisa também foi encontrado nos textos lidos, porém tendo uma porcentagem menor, 2,2%, o que sugere uma menor preocupação em comparação com os demais países do globo.

Assim, como no contexto nacional, os focos temáticos Características do professor e Formação de conceitos não foram destaque na produção científica internacional, inseridos em menos de 5% dos artigos, com exceção da problemática Formação de professores, que recebeu mais atenção nas pesquisas brasileiras. Entre as questões averiguadas nessas problemáticas, tem-se a identificação dos saberes docentes, diagnóstico da prática de professores e da mudança conceitual em estudantes, além da formação continuada dos educadores.

Já os descritores Políticas públicas e Organização da instituição escolar, estiveram presentes apenas no contexto estrangeiro, investigando as diretrizes governamentais para o ensino de ciências, e as características de instituições de ensino da Educação básica ou Superior; enquanto que as temáticas relacionadas à Organização do Ensino formal e a filosofia da ciência, foram encontrados somente em trabalhos nacionais. Quanto à categoria História do Ensino de Ciências, ela permaneceu ausente em ambos os recortes nacional e estrangeiro.

Em relação as publicações desenvolvidas em países estrangeiros, que não puderam ser classificadas em nenhum dos indicadores elaboradas por Megid Neto (1999), tem-se apenas um único trabalho que realizou uma pesquisa do tipo estado da arte, explorando como as temáticas da Biologia, entre elas a fotossíntese e a respiração celular, são discutidas em periódicos com foco na disseminação de textos, dedicados a investigar o ensino de ciências em crianças de 5 a 13 anos.

Tendo vista esses resultados, afirma-se que o recorte nacional apresentou não somente a maior quantidade de estudos não enquadrados nos focos temáticos, mais também, o maior número de investigações do tipo estado da arte, o que pode sinalizar,

uma maior preocupação em entender a produção científica nacional associada ao ensino de Bioquímica.

#### 4.2.3.1 Diferentes níveis de ensino cenário das pesquisas estrangeiras.

Tendo em vista os 294 artigos advindos do exterior enquadrados nos eixos temáticos I, II, III e V, tem-se que 55 trabalhos trataram sobre a Educação Básica em suas investigações. Já na Educação Superior, dividida em graduação e pós-graduação, há 204 artigos voltadas aos cursos de graduação e 25 estudos voltados aos programas de pós-graduação. Por outro lado, algumas publicações, 21 ao total, não indicaram nenhum dos níveis de ensino examinados, ou não puderam ser enquadrados em nenhum deles.

Deste modo, sinaliza-se que a produção científica oriunda dos países estrangeiros, durante o recorte temporal e temático vasculhado, dedicou-se, predominantemente, a analisar problemáticas inseridas na Educação Superior, no que tange a graduação, sendo palco de 69,4% das pesquisas. No que diz respeito a pós-graduação, apenas 8,5% dos trabalhos a contemplaram, e apesar de ser quase cinco vezes o percentual das pesquisas brasileiras (1,7%), esse nível de ensino também aparece como uma lacuna que precisa ser melhor contemplado nos estudos do exterior, assim como no Brasil.

Já os trabalhos que investigaram os indicadores temáticos na Educação Básica, estiveram presentes em 18,7% dos artigos de países estrangeiros, resultado que aponta a necessidade de mais estudos nesse nível de ensino. Diferentemente do contexto nacional, que apresentou uma quantidade semelhante entre as publicações voltadas ao ensino básico e a graduação, percebe-se que fora do Brasil existe uma maior produção voltada aos cursos superiores.

Na Tabela 24 é apresentado a distribuição dos focos temáticos explorados no contexto estrangeiro na Educação Básica e na Educação Superior.

Tabela 24 – Distribuição dos focos temáticos do contexto estrangeiro na Educação Básica e na Educação Superior.

| Foco temático   | Educação básica |             | Educação Superior |              |               |            |
|---|-----------------|-------------|-------------------|--------------|---------------|------------|
|   | N               | %           | Graduação         |              | Pós-Graduação |            |
|   |                 |             | 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 professor                                  | 7               | 12,7        | 1                 | 0,5          | 0             | 0          |
| Características do aluno                                      | 9               | 16,4        | 14                | 6,9          | 0             | 0          |
| Formação de conceitos   | 1               | 1,8         | 0                 | 0            | 0             | 0          |
| Formação de professores                                       | 0               | 0           | 4                 | 2,0          | 2             | 8          |
| Políticas públicas  | 1               | 1,8         | 0                 | 0            | 0             | 0          |
| Organização da instituição escolar                            | 0               | 0           | 1                 | 0,5          | 0             | 0          |
| Organização da instituição/<br>Programa de ensino não-escolar | 0               | 0           | 0                 | 0            | 0             | 0          |
| Filosofia da ciência  | 0               | 0           | 0                 | 0            | 0             | 0          |
| História da ciência   | 1               | 1,8         | 1                 | 0,5          | 1             | 4          |
| História do Ensino de Ciências                                | 0               | 0           | 0                 | 0            | 0             | 0          |
| Outros  | 1               | 1,8         | 0                 | 0            | 0             | 0          |
| <b>Total</b>  | <b>55</b>       | <b>99,9</b> | <b>204</b>        | <b>100,1</b> | <b>25</b>     | <b>100</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um foco temático pôde investigar mais de nível de ensino.

No cenário do ensino fundamental e médio, tem-se como destaque os grupos Conteúdo-método, Recursos didáticos, Características do aluno e do professor, apontando deste modo uma ênfase nos estudos voltados aos atores do processo de ensino-aprendizagem: discente, docente e sua possível prática em sala de aula. Entre esses quatro conjuntos, apenas o foco temático dedicado ao educador não se destaca nas averiguações conduzidas na graduação.

Nesse primeiro nível do Ensino Superior, além das problemáticas relacionadas as metodologias de ensino, aos materiais educacionais, aos professores e aos estudantes, outra categoria foi realçada - o descritor Currículos e programas. O resultado acima aponta que apesar do indicador ter apresentado questões que poderiam ser exploradas tanto na Educação Básica como na graduação e pós-graduação, essas pesquisas restringiram-se a Educação Superior.

Essa primeira tendência exibida na produção estrangeira, também pode ser vista nas publicações brasileiras, em que os conjuntos Conteúdo-método, Recursos didáticos e Características do aluno estão presentes tanto no Ensino básico quanto na graduação, enquanto o grupo Currículos e programas foram abordados predominantemente na graduação.

Já nos cursos voltados à pós-graduação, tem-se o indicadores Conteúdo-método, Recursos didáticos e Currículos e programas, como classificadores mais evidentes. Além dessas pesquisas, outras problemáticas foram vistas, como trabalhos dedicados a temática Formação de professores e História da ciência. Assim como no Brasil, no exterior, a pós-graduação também se constitui como um terreno que precisa ser investigado pelos pesquisadores que se debruçam na Área de Ensino.

Por sua vez, os focos temáticos relacionados à Formação de conceitos, Políticas públicas, Organização do ensino formal e História da ciência, estiveram presentes em ao menos dois dos níveis de ensino examinados, apresentando percentuais menores que 5%.

No que concerne aos demais descritores: História do Ensino de Ciências; Filosofia da ciência; e Organização da instituição/ Programa de ensino não escolar, esses não foram enquadrados em nenhum dos trabalhos internacionais.

A seguir, tendo realizado uma análise descritiva dos dados, exibe-se as relações de implicação envolvendo as problemáticas e as demais variáveis aqui estudadas.

#### 4.2.3.2 Dispersão das problemáticas e objetos de pesquisa investigados na produção científica analisada nos continentes.

Tendo discutido as principais problemáticas investigadas no contexto nacional e estrangeiro, identificando os objetos e níveis de ensino explorados, buscou-se nesse trecho dos resultados construir a paisagem da distribuição dos focos temáticos pelos continentes, agrupando os artigos de acordo com sua origem.

Na Tabela 25 é exposto a distribuição dos focos temáticos de acordo com as origens das pesquisas nos continentes da América e Europa, estando o continente americano subdividido nas regiões da América do Norte e Sul.

Tabela 25 – Distribuição dos focos temáticos nos continentes da América e Europa.

| Foco temático   | América do Norte |             | América do Sul |             | Europa    |             |
|---|------------------|-------------|----------------|-------------|-----------|-------------|
|   | N                | %           | N              | %           | N         | %           |
| Currículos e programas  | 26               | 18,4        | 18             | 7,2         | 3         | 4,0         |
| Conteúdo-método   | 47               | 33,3        | 81             | 32,7        | 29        | 39,2        |
| Recursos didáticos  | 43               | 30,5        | 80             | 32,2        | 24        | 32,4        |
| Características do professor                                  | 2                | 1,4         | 9              | 3,6         | 3         | 4,0         |
| Características do aluno                                      | 9                | 6,4         | 25             | 10,1        | 8         | 10,8        |
| Formação de conceitos   | 0                | 0           | 5              | 2,0         | 0         | 0           |
| Formação de professores                                       | 4                | 2,8         | 12             | 4,8         | 1         | 1,3         |
| Políticas públicas  | 0                | 0           | 0              | 0           | 1         | 1,3         |
| Organização da instituição escolar                            | 0                | 0           | 0              | 0           | 0         | 0           |
| Organização da instituição/<br>Programa de ensino não-escolar | 0                | 0           | 4              | 1,6         | 0         | 0           |
| Filosofia da ciência  | 0                | 0           | 2              | 0,8         | 0         | 0           |
| História da ciência   | 9                | 6,4         | 5              | 2,0         | 5         | 6,7         |
| História do Ensino de Ciências                                | 0                | 0           | 0              | 0           | 0         | 0           |
| Outros  | 1                | 0,7         | 7              | 2,8         | 0         | 0           |
| <b>Total</b>  | <b>141</b>       | <b>99,9</b> | <b>248</b>     | <b>99,8</b> | <b>74</b> | <b>99,7</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um foco temático investigado pôde ser enquadrado em mais de um continente.

A América foi o continente que mais publicou artigos nos periódicos analisados, totalizando 387 trabalhos, representando 74,7% dos textos estudados neste recorte. Agrupando esses documentos nas regiões da América do Norte e América do Sul, tem-se os países sul-americanos com a maior quantidade de publicações, seguido nas nações norte-americanas.

Nos trabalhos elaborados pelos países que compõem a região da América do Sul, tem-se o classificador Conteúdo-método, como destaque nesse continente, possuindo 32,2% dos artigos. Nesse foco temático, as principais propostas de ensino discutidas foram a utilização da experimentação, enquadrada em 43,2% das publicações, e em seguida, com percentuais bem abaixo, estiveram as abordagens que usaram os problemas (7,4%) e os contextos (6,2%) para o ensino dos conteúdos bioquímicos.

Dando continuidade, tem-se o descritor Recurso didático, com 32,2% das disseminações vindas do continente sul-americano, focando na utilização de jogos educacionais, presente em 35% dos estudos, e em quantidades menores, os Modelos didáticos (17,5%) e os *softwares* de visualização, simulação e animação em 3D (13,7%).

Posteriormente, o terceiro conjunto mais examinado foi Características do aluno, em 10,1% do material, averiguando predominantemente, a identificação de conhecimentos alternativos sobre determinados conceitos, temas ou fenômenos



bioquímicos (72%), e bem após, o levantamento das dificuldades encontrados por estudantes no processo de ensino-aprendizagem (28%).

O indicador Currículos e programas foi a quarta temática mais presentes nos estudos de origem sul-americana, sendo todos oriundo do Brasil, e como apresentado na subseção anterior, realçaram os estudos voltados a propostas alternativas para o ensino em disciplinas, semestres ou cursos, seguido da avaliação curricular, e de outras questões menos exploradas, como a avaliação do aluno e de programas/projetos educacionais.

O quinto foco temático mais investigado na América do Sul, Formação de professores, também foi formado apenas por apenas artigos brasileiros, averiguando de forma quase proporcional a formação inicial e continuada de educadores. Por sua vez, a problemática Características do professor exibiu publicações vindos de outros países sul-americanos, na qual a produção dedicada a sondar os saberes docentes foi destaque. Logo após, acompanhando essas disseminações, estiveram as investigações dedicadas a examinar as concepções prévias, carregados pelos profissionais da educação, e dos diagnósticos referentes as práticas dos professores em sala de aula.

No que tange a categoria Formação de conceitos, todos os textos publicados nesse descritor, discutiram a evolução conceitual em estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem. Por fim, os demais descritores da América do Sul, também tiveram apenas trabalhos advindos do Brasil, expressando as mesmas questões já expostas na subseção anterior; a saber: revisão de literatura; ensino em espaços não-escolares; educação ambiental; estudo de concepções filosóficas e de argumentos epistemológicos; e pesquisas do tipo estado da arte.

Na região da América do Norte, o indicador destacado nas publicações foi o conjunto Conteúdo-método, com 33,3% da produção científica. Nesses países, os objetos mais presentes nos estudos foram as abordagens que utilizaram a experimentação (46,8%), a investigação (8,5%) e o uso de casos (8,5%). Essas três questões também foram as mais visíveis nas pesquisas realizadas pelas instituições estrangeiras, sinalizando uma inclinação semelhante entre os trabalhos desenvolvidos nesta parte do continente americano, com os artigos desenvolvidos pelos demais países do exterior do Brasil.

Em relação as pesquisas categorizadas no grupo Recursos didáticos, tem-se os *softwares* de visualização, simulação e animação em 3D (44,2%); modelos físicos (18,6%); e artigos científicos (11,6%), como os materiais educacionais mais averiguados no ensino de Bioquímica. Como no foco temático anterior, essas ferramentas também foram evidenciadas na coleção de textos advindos dos demais países estrangeiros, indicando uma afinidade com a tendência mundial.

No que tange a problemática Currículo e programa, as linhas mais exploradas foram as avaliações de currículos (34,6%); seguido das propostas alternativas para o ensino em uma disciplina, semestre ou curso (23,1%); da avaliação do aluno e dos instrumentos diagnósticos (19,2%); e das análises do desenho curricular voltados aos objetivos de aprendizagem, habilidades e conteúdos (19,2%). Diferentemente das predisposições identificadas nas demais produções estrangeiras, as publicações norte-americanas inseridas nessa categoria, não realçaram os estudos voltados ao uso de metodologias alternativas. Toda via, destacaram as pesquisas dedicadas a avaliar as propostas curriculares, apontando uma maior inquietude quanto a essa questão.

Por sua vez, a quarta e quinta posição estão ocupadas pelos descritores Características do aluno e História da ciência, ambos alvos em 6,4% dos estudos. Entre os objetos analisados no primeiro indicador, estiveram o levantamento de concepções alternativas (77,8%) e o reconhecimento de dificuldades enfrentadas pelos discentes durante o processo de ensino-aprendizagem, essas duas linhas estiveram presentes quase que no mesmo percentual das pesquisas naturais do contexto estrangeiro, na qual apresentaram os valores de 78,3 e 21,7% respectivamente. Já as investigações inseridas no indicador História da Ciência, realizaram revisões bibliográficas de temas relacionados ao ensino da Bioquímica.

Em seguida, tem-se os trabalhos dedicados a sondar a formação docente, compondo 2,8% dos artigos não brasileiros, e o grupo Características do professor, visto em 1,4% das publicações. No meio das questões investigadas por esses dois focos temáticos, distingue-se a formação continuada de educadores, alvo em todos os estudos de seu conjunto; a identificação de conhecimentos alternativos e o diagnóstico da prática pedagógica desses profissionais, ambos com o mesmo percentual de pesquisas. No que diz respeito às problemáticas voltadas a Formação dos conceitos; Políticas públicas; Organização do ensino formal e informal; Filosofia e História da ciência; e História do

Ensino de Ciências, essas não foram enquadradas em nenhuma das produções norte-americanas.

A Europa foi o segundo continente que mais apresentou publicações, 74 artigos, sendo responsável por 14,3% dos estudos que formam o *corpus* de analisado. Nesses países a temática encontrada na maioria dos documentos foram o foco conteúdo-método, em 39,2% da produção oriunda do continente. Entre os destaques desse indicador, tem-se a experimentação alvo em 46,4% dos estudos, sinalizando uma conformidade com a tendência global das publicações estrangeiras. Outras metodologias como o ensino por investigação, sequências didáticas e abordagens CTS, também foram encontradas nesse conjunto, todos com o mesmo percentual de 10,7%; de modo, que esses métodos representaram 71,3% das propostas de ensino exploradas nos países europeus.

O segundo grupo mais examinado foi o Recursos didáticos, tendo analisado principalmente o uso de *softwares* de visualização, simulação e animação em 3D (37,5%), seguido dos jogos educacionais e livros escolares, ambos com 12,5% dos textos. Tendo em vista esse resultado, aponta-se uma similaridade entre a inclinação dos trabalhos de origem europeia com a tendência geral dos artigos estrangeiros, os dois dando um enfoque nas pesquisas voltadas ao emprego de programas computacionais no ensino de Bioquímica.

O foco temático Característica do aluno foi o terceiro conjunto mais averiguado, em que todas as publicações buscaram sondar os conhecimentos alternativos trazidos pelos discentes para a sala de aula. Também explorando apenas uma questão, tem-se a problemática História da Ciência, realizando apenas revisões de literatura sobre temáticas estudadas pelos bioquímicos.

Dando continuidade, tem-se o descritor Currículo e programa, que apesar se ter sido um dos três indicadores mais analisados no contexto dos países exteriores, não recebeu muita atenção na Europa, apresentando a menor porcentagem de trabalhos entre todos os continentes. Mesmo pouco pesquisado, a categoria apresentou os mesmos objetos de estudo exibidos pelos demais países, sendo investigados as propostas alternativas de ensino, a avaliação de currículos e o estudo sobre as habilidades dos estudantes.

Entre os grupos que quase não mostraram artigos, inseridos em apenas uma publicação cada, estão os conjuntos Formação de professores, examinando a formação inicial de docentes; e Políticas públicas, averiguando as diretrizes governamentais para o ensino de ciências. Por outro lado, as questões voltadas a Formação de conceitos, Organização do ensino formal e informal, Filosofia da ciência e História do Ensino de Ciências, permaneceram como lacunas nas pesquisas de origem europeia.

Dando continuidade à paisagem das problemáticas averiguadas, é exposto na Tabela 26 a distribuição dos focos temáticos nos continentes asiático, oceânico e africano.

Tabela 26 – Distribuição dos focos temáticos nos continentes da Ásia, Oceania e África.

| Foco temático   | Ásia      |             | Oceania   |               | África   |               |
|---|-----------|-------------|-----------|---------------|----------|---------------|
|   | N         | %           | N         | %             | N        | %             |
| Currículos e programas  | 7         | 15,2        | 7         | 46,7          | 1        | 20,0          |
| Conteúdo-método   | 18        | 39,1        | 5         | 33,3          | 2        | 40,0          |
| Recursos didáticos  | 15        | 32,6        | 1         | 6,7           | 1        | 20,0          |
| Características do professor                                  | 0         | 0           | 1         | 6,7           | 0        | 0             |
| Características do aluno                                      | 3         | 6,5         | 0         | 0             | 0        | 0             |
| Formação de conceitos   | 0         | 0           | 0         | 0             | 0        | 0             |
| Formação de professores                                       | 0         | 0           | 0         | 0             | 0        | 0             |
| Políticas públicas  | 0         | 0           | 0         | 0             | 0        | 0             |
| Organização da instituição escolar                            | 0         | 0           | 1         | 6,7           | 0        | 0             |
| Organização da instituição/<br>Programa de ensino não-escolar | 0         | 0           | 0         | 0             | 0        | 0             |
| Filosofia da ciência  | 0         | 0           | 0         | 0             | 0        | 0             |
| História da ciência   | 3         | 6,5         | 0         | 0             | 1        | 20,0          |
| História do Ensino de Ciências                                | 0         | 0           | 0         | 0             | 0        | 0             |
| Outros  | 0         | 0           | 0         | 0             | 0        | 0             |
| <b>Total</b>  | <b>46</b> | <b>99,9</b> | <b>15</b> | <b>100,01</b> | <b>5</b> | <b>100,00</b> |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: Os dados acima advêm de análises não excludentes, onde um foco temático investigado pôde ser enquadrado em mais de um continente.

Na Ásia, assim como a América e a Europa, também teve o indicador Conteúdo-método como o mais visto na produção, compondo 39,1% das disseminações desse continente, seguido dos descritores Recursos didáticos, com 32,6% dos estudos. Entre as abordagens de ensino, destacaram-se a experimentação (44,4%) e as metodológicas que utilizaram casos e investigações, com 16,7 e 11,1% respectivamente. Por sua vez, entre os materiais educacionais, tem-se três ferramentas igualmente examinadas, configurando 60% dos recursos averiguados, sendo analisados a aplicação de *softwares* de visualização, simulação e animação em 3D; Modelos físicos e plataformas de ensino (AVAs).

O terceiro grupo mais sondado nas publicações foi Currículos e programas, inserido em 15,2% da produção asiática. Está problemática foi pesquisada com maior

ênfase às propostas alternativas para o ensino durante uma disciplina, semestre ou curso, compondo 57,1% das disseminações desse foco temático, caminhando conforme a tendência estrangeira; em seguida, foram exploradas as avaliações de propostas curriculares, presentes em 28,6%, e a avaliação do aluno, em 14,3%.

Por outro lado, as categorias Características do aluno e História da ciência, ambas com a mesma quantidade de estudos, analisaram apenas um objeto de pesquisa cada, levantando as concepções prévias dos discentes e promovendo uma revisão bibliográfica sobre temas vinculados ao ensino de Bioquímica.

Na Oceania, foi visualizado uma preferência ao foco temático Currículo e programa, sendo a problemática mais explorada entre os trabalhos advindos do continente, presente em 46,7% dos textos, cenário distinto do encontrado com na América, Europa e Ásia, em que os destaques foram os descritores Conteúdo-método e Recursos didáticos. Entre os objetos mais investigados pela categoria Currículo e programa estão as avaliações das propostas curriculares e processos avaliativos dos estudantes; bem como os métodos alternativos para o ensino durante uma disciplina, semestre ou curso, todos com o mesmo percentual, 28,6% dos trabalhos; seguidos de um exame da evasão de alunos durante abordagens de ensino tradicionais<sup>19</sup>.

Continuando com os focos temáticos averiguados, tem-se o conjunto Conteúdo-método, sendo o segundo foco temático mais analisado, com 33,3% dos artigos, na qual foram pesquisadas apenas duas abordagens metodológicas, a primeira explorando o uso de problemáticas, alvo em 80% da produção, e o restante do material publicado, analisando a utilização da experimentação.

As demais categorias apesar de presentes, exibiram apenas uma única pesquisa cada, em que foram sondados o uso de modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem; diagnóstico da prática docente; e reconhecimento das características de uma instituição de ensino superior.

Os artigos oriundos da África, assim como os demais continentes, também voltaram suas pesquisas à categoria Conteúdo-método, presente em 40% das publicações, em que foram examinadas as abordagens metodológicas que utilizaram a investigação, o

---

<sup>19</sup> Métodos de ensino que enfatizam o uso de palestras.

estudo de casos, e o ensino híbrido para a construção de conceitos bioquímicos. Já os descritores Currículos e Programas e História da Ciência, exploraram as seguintes questões: avaliação dos instrumentos diagnósticos e a revisão de literatura.

No Quadro 13 é apresentado uma síntese dos cinco focos temáticos mais averiguados na América do Sul, América do Norte, Europa, Ásia, Oceania e África.

Quadro 13 – Síntese dos cinco indicadores mais investigados na América do Sul, América do Norte, Europa, Ásia, Oceania e África.

|                         | Mais  Menos            |                         |                               |                                     |  |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>América do Sul</b>   | Conteúdo-método        | Recursos didáticos      | Características do aluno      | Currículos e programas              | Formação de professores                                  |
| <b>América do Norte</b> | Conteúdo-método        | Recursos didáticos      | Currículos e programas        | Características do aluno*           | História da ciência*                                     |
| <b>Europa</b>           | Conteúdo-método        | Recursos didáticos      | Característica do aluno       | História da Ciência                 | Características do professor*<br>Currículos e programas* |
| <b>Ásia</b>             | Conteúdo-método        | Recursos didáticos      | Currículos e programas        | Características do aluno*           | História da ciência*                                     |
| <b>Oceania</b>          | Currículos e programas | Conteúdo-método         | Características do professor* | Organização da instituição escolar* | -  |
| <b>África</b>           | Conteúdo-método        | Currículos e programas* | Recursos didáticos*           | História da ciência*                | -  |

Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022).

Nota: \*Focos temáticos que apresentaram percentuais iguais dentro de cada continente.

O foco temático mais explorado entre as problemáticas foram o Conteúdo-método, ocupando o primeiro lugar em todos os locais, com exceção da Oceania, na qual foi o segundo indicador mais analisado. Já a categoria Recursos didáticos, permaneceu na segunda posição, nas regiões da América do Norte e do Sul e nos continentes da Europa e Ásia. Na Oceania não foi encontrado publicações dedicadas a analisar o descritor Recursos didáticos, enquanto que na África este indicador foi o segundo mais bem averiguado, ao lado do Currículo e Programa.

No que diz respeito ao foco temático Currículo e programa, esse foi a terceira categoria mais investigada na América do Norte e na Ásia. Na região da América do Sul está problemática foi a quarta mais examinada e o segundo na África, enquanto que na Oceania foi o principal descritor analisado.

O grupo Características do aluno foi o quarto foco temático mais pesquisado pelos países, ocupando esse lugar na América do Norte e na Ásia. Por sua vez, na Europa e na

América do Sul a problemática permaneceu no terceiro lugar, enquanto que na Oceania e na África, a temática não foi alvo de nenhum dos artigos advindos desse continente.

O quinto descritor mais recorrente nos artigos foi o conjunto História da ciência. Esse indicador foi o quarto no ranque de problemáticas mais examinados na Europa e na América do Norte. A América do Norte ainda apresentou o mesmo percentual (6,4%) que o classificador Características do aluno. Na África, as publicações voltadas as revisões de literatura estiveram na segunda posição. Já na América do Sul esse foco temático não se destacou entre as cinco problemáticas mais averiguadas, e assim como a categoria Característica do aluno, também não foi enquadrado em nenhum dos estudos oriundos da Oceania.

Além desses cinco Focos Temáticos mais explorados, outros indicadores se destacaram em alguns continentes. A problemática Formação de professores foi a quinta temática mais bem analisada nos trabalhos advindos da região da América do Sul. Por sua vez, o classificador Características do professor apresentou o mesmo percentual (4%) que o grupo Currículos e programas, ambos dividindo a quinta colocação na Europa. Esse foco temático também apareceu nos trabalhos desenvolvidos na Oceania, dividindo uma posição, nesta vez a terceira, com as publicações que discutiram questões relacionadas com a organização da instituição escolar.

Em relação aos objetos de pesquisa mais analisados nos continentes mundiais, tem-se na região da América do Norte a utilização da experimentação e de *softwares* de visualização, simulação e animação em 3D. Além desses questionamentos, também foi observado a ênfase na avaliação de propostas curriculares.

Já na América do Sul, foi dado uma atenção maior as problemáticas envolvendo a relação conteúdo-método, o emprego de recursos educacionais e a análise dos aspectos que circundam os estudantes. No que tange as metodologias, a experimentação assume novamente uma posição de realce entre os demais objetos averiguados. Logo em seguida, têm-se os trabalhos preocupados com a aplicação de jogos didáticos e os artigos que exploram os conhecimentos prévios dos discentes.

Na Europa, mais uma vez, foi dado uma maior concentração às estratégias que usaram a experimentação, seguido dos *softwares* de visualização, simulação e animação

em 3D. Além desses objetos, a identificação de concepções prévias advindas dos alunos também houve um destaque nesse continente.

No que concerne aos países asiáticos, de novo, a experimentação se acentua, acompanhada das publicações que analisam as propostas alternativas para o ensino durante uma disciplina, semestre ou curso. Na Oceania, a categoria Conteúdo-método foi a mais pesquisada, sendo sondada com uma maior ênfase as abordagens de ensino que utilizaram perguntas em seus planejamentos. Por sua vez, o continente africano exibiu uma pequena quantidade de textos, em que nenhum tema investigado se sobressaiu entre os demais.

A partir do exposto, tem-se a experimentação como o método mais discutido para o ensino de Bioquímica, principalmente nas regiões a América do Norte e Sul, e nos continentes europeu e asiático, porém pouco explorado na Oceania e na África. Em seguida, têm-se o emprego de *softwares* de visualização evidenciado principalmente na América do Norte e na Europa, bem como na América do Sul e na Ásia. Já o levantamento de conhecimentos alternativos entre os estudantes, foi o principalmente alvo nos países sul-americanos e na Europa, mas também visualizados na região da América do Norte e no continente asiático, em menor número.

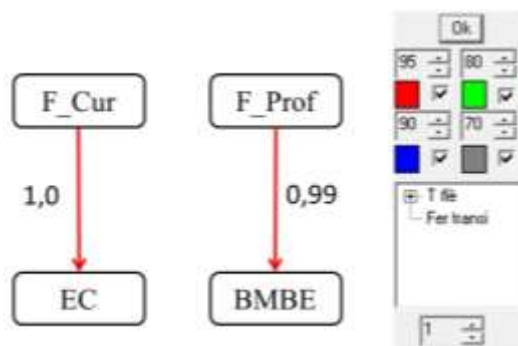
#### **4.2.4 Relações de implicação envolvendo os focos temáticos e as variáveis: periódico, eixo temático, aprofundamento, nível de ensino e local de origem da pesquisa.**

Buscou-se discutir nesta subseção as principais relações envolvendo os focos temáticos e as demais variáveis. Essas implicações foram analisadas através da ASI pelo tratamento Grafo implicativo utilizando o *software* CHIC. Para facilitar a interpretação dos grafos gerados, optou-se por apresentar as relações envolvendo as problemáticas e as demais variáveis de forma separada.

As primeiras relações apresentadas abrangem os descritores e os jornais científicos. Na Figura 15 é represento as relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação  $\geq 0,95$ .



Figura 15 – Relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação  $\geq 0,95$ .

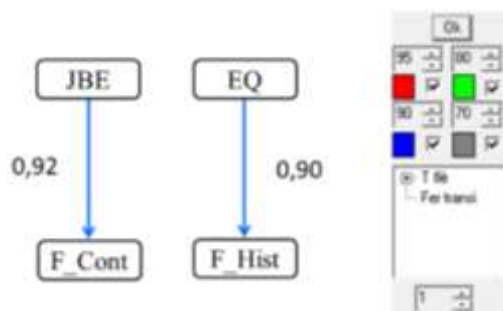


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

De acordo com o grafo implicativo ilustrado na Figura 15, é possível observar que os trabalhos dedicados a pesquisar os aspectos curriculares tendem a compor o escopo da BMBE, em que predominaram as publicações relacionadas à análise de currículos, propostas alternativas para o ensino durante uma disciplina, e avaliação dos instrumentos de verificação. No que concerne os artigos que pesquisaram o docente percebe-se implicação ao periódico EC, no qual são discutidos, principalmente, as concepções alternativas e os saberes desses profissionais sobre determinados temas.

A Figura 16 exibe as relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de implicação entre 0,90 e 0,95. Neste grafo, é apresentado as relações entre as variáveis JBE e Conteúdo-método, além da revista EQ e do escritor História da Ciência.

Figura 16 – Relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de implicação entre 0,90 e 0,95.



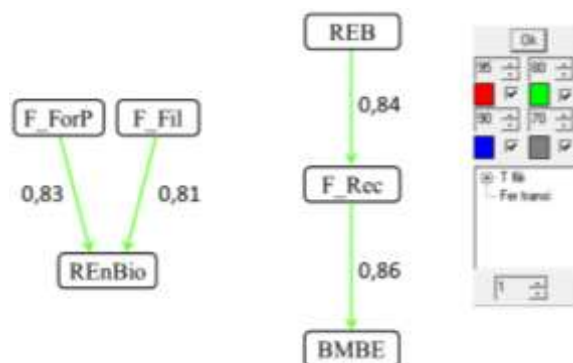
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Na primeira interação, tem-se uma forte tendência da revista JBE em publicar pesquisas que examinaram metodologias de ensino, focando suas discussões nas abordagens que utilizaram a experimentação no ensino de Bioquímica. Já o periódico EQ tende a divulgar publicações enquadradas do classificador História da Ciência, em que

todas as disseminações realizaram revisões de literatura acerca de temas inseridos nos eixos temáticos.

Em seguida, na Figura 17 é exibido as relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação entre 0,80 e 0,90.

Figura 17 – Relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação entre 0,80 e 0,90.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

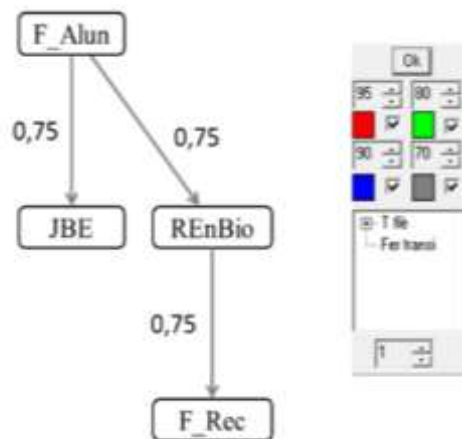
Nessa ilustração, tem-se as relações envolvendo os descritores Formação de professores e Filosofia da Ciência, ambos com disposição a REnBio. Entre os principais objetos explorados pelos grupos, estiveram os estudos sobre a formação continuada de profissionais da educação e a identificação de concepções filosóficas e epistemológicas da ciência.

Além desses, também foi possível perceber que a produção científica da REB tende a analisar o emprego de recursos didáticos para o ensino de Bioquímica, pesquisando preferencialmente, os jogos didáticos e, em menor quantidade, os *softwares* de animação e modelos físicos. Por sua vez, os trabalhos sobre materiais educacionais, tenderam a serem publicados na revista BMBE, em que são destacados a utilização de *softwares*, com intuito de visualizar as estruturas moleculares e processos metabólicos.

Comparando esses últimos dois jornais, pode-se destacar que a REB se diferencia por publicações que têm os jogos educacionais como temática, deixando a preocupação com o caráter abstrato dos conceitos bioquímicos em segundo plano; enquanto a BMBE prioriza essa temática em suas investigações, através dos aplicativos e programas computacionais examinados.

Na Figura 18 é exposto as relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80.

Figura 18 – Relações entre os focos temáticos e os periódicos com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

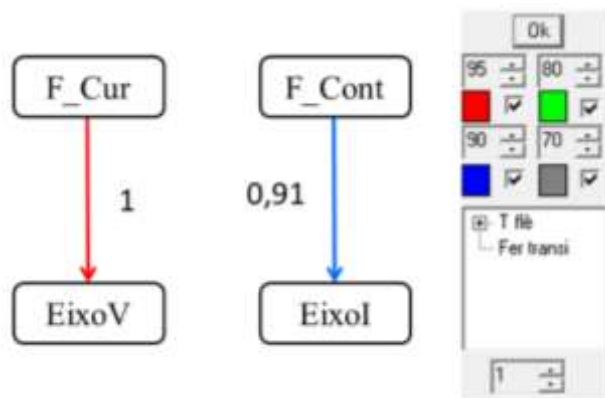
O primeiro elo envolve o indicador Características do aluno que exibiu duas implicações ambos com 0,75, de modo que os trabalhos que investigaram os discentes tenderam a ser divulgados pelas revistas JBE e REnBio na mesma intensidade. Nesses dois periódicos o levantamento de conhecimentos ou concepções prévias de estudantes foi o objeto mais sondado nas pesquisas.

Por outro lado, os artigos publicados na REnBio se predispuseram a averiguar os materiais educacionais aplicados em sala de aula. Entre as ferramentas exploradas, descaram-se os jogos, e com um percentual menor, os modelos físicos e os livros didáticos. Essa tendência também é visualizada nas publicações da REB, na qual os jogos também receberam uma maior atenção, e estiveram de acordo com a predisposição nacional.

Numa visão ampla, apesar das publicações dedicadas a examinar as temáticas Formação de professores, Filosofia da ciência e Características do aluno exibiram uma predisposição a REnBio, a revista exibe uma tendência maior aos estudos que analisam os materiais educacionais. Tendência essa também observada no periódico BMBE, discutindo recursos voltados, principalmente para ao ensino de conceitos não palpáveis (simbólicos), principal dificuldade que cerca o ensino de Bioquímica (SÁ, 2007; SCHOENMAKER, 2009; JÓFILI *et al.*, 2010; SOUTHARD *et al.*, 2016).

O segundo conjunto de relações analisadas envolveu as problemáticas e os eixos temáticos. Na Figura 19 é apresentado as relações entre os focos e os eixos temáticos com índices de intensidade de implicação acima de 0,90.

Figura 19 – Relações entre os focos e os eixos temáticos com índices de intensidade de implicação acima de 0,90.



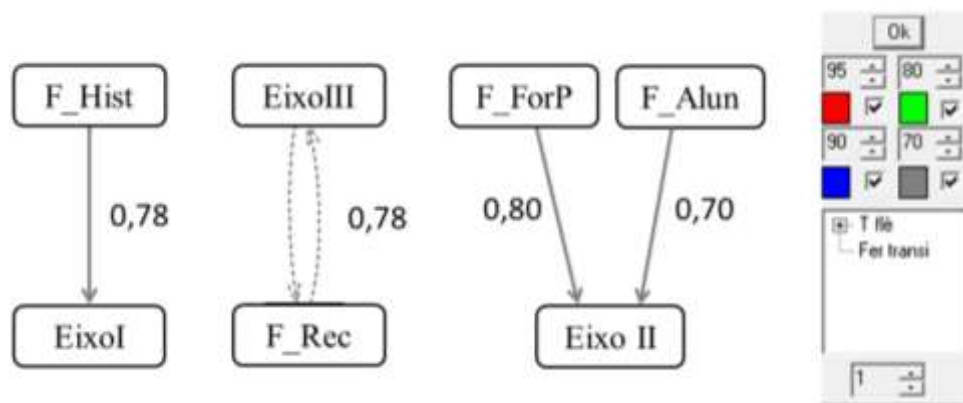
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Nela é possível visualizar uma implicação envolvendo a categoria Currículo e programa e o eixo V (técnicas e métodos de ensino), resultado já esperado, tendo em vista que os estudos enquadrados nesse descritor, buscaram pesquisar as propostas alternativas de ensino para uma disciplina, semestre ou curso, bem como de avaliações de propostas curriculares, encaixando perfeitamente com o tema discutido no eixo V que explora o ensino dos conteúdos inseridos na Bioquímica de modo geral, sem focar em um determinado conceito.

Em seguida, tem-se os textos enquadrados no indicador Conteúdo-método, que investigaram principalmente o uso da experimentação como método de ensino, implicando na temática I, na qual procurou discutir o ensino das estruturas, propriedades e funções das biomoléculas que estão associados aos seres vivos.

Na Figura 20 é exposto as relações entre os focos e os eixos temáticos com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80.

Figura 20 – Relações entre os focos e os eixos temáticos com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo *software* CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Na ilustração é possível identificar a relação envolvendo o foco temático História da Ciência e o Eixo I, apontando uma certa inclinação entre as revisões de literatura, que apresentaram propostas metodológicas ou que exploraram o conceito ou fenômeno, e o ensino dos conteúdos inseridos na temática I.

Posteriormente, tem-se uma dupla implicação entre a problemática Recursos didáticos e a categoria Eixo III, em que os trabalhos que abordaram as biomoléculas presentes no material genético, tendem a investigar o ensino desses conceitos através de materiais educacionais e vice-versa. Entre as ferramentas mais utilizadas por esses artigos, estiveram os *softwares*, jogos e modelos físicos.

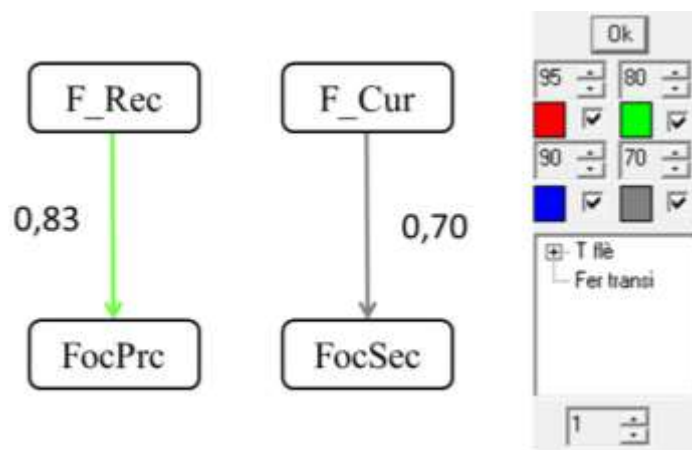
Deixando um pouco de lado os jogos, que tiveram uma presença marcante nas publicações nacionais; tem-se no contexto das publicações estrangeiras, uma predominância de publicações que examinaram o uso de programas, aplicativos e modelos materiais no ensino dos conceitos de DNA e RNA, todos buscando diminuir a abstração que cerca tais estruturas biológicas e seus processos metabólicos associados.

Finalizando as relações desse grupo, tem-se os descritores Formação de professores e características do aluno, ambos com uma predisposição em explorar a temática II, que buscou averiguar o ensino dos fenômenos biológicos relacionados ao metabolismo das biomoléculas.

No que diz respeito aos elos que cercam os indicadores e os níveis de aprofundamento temático, foram identificadas apenas duas relações, na Figura 21 é

representado as relações entre os focos temáticos e as categorias de aprofundamento temático.

Figura 21 – Relações entre os focos temáticos e as categorias de aprofundamento temático.



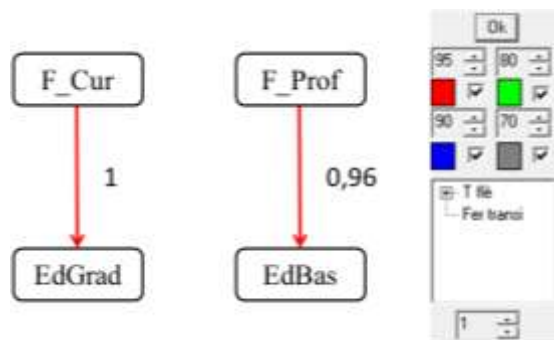
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

A primeira implicação envolveu o descritor Recursos didáticos implicando na variável Foco principal, indicando que os temas estudados pela Bioquímica tendem a ser o centro das discussões nesses estudos.

Já os textos que abordaram o foco temático Currículos e programas apresentaram uma propensão à problemática Foco secundário, revelando a inclinação desses trabalhos em investigar os objetos examinados na categoria, em que a Bioquímica está associada a temas da Biologia, como a estrutura celular, não apresentando o papel de protagonista.

Por sua vez, as implicações que ligam os descritores e os níveis de ensino, em que os exames foram realizados, puderam ser divididos em dois grupos, o primeiro com índices maiores que 0,95 e o segundo abaixo de 0,80. Na Figura 22 é visualizado as relações entre os focos temáticos e os níveis de ensino com índices de intensidade de implicação acima de 0,96.

Figura 22 – Relações entre os focos temáticos e os níveis de ensino com índices de intensidade de implicação acima de 0,96.

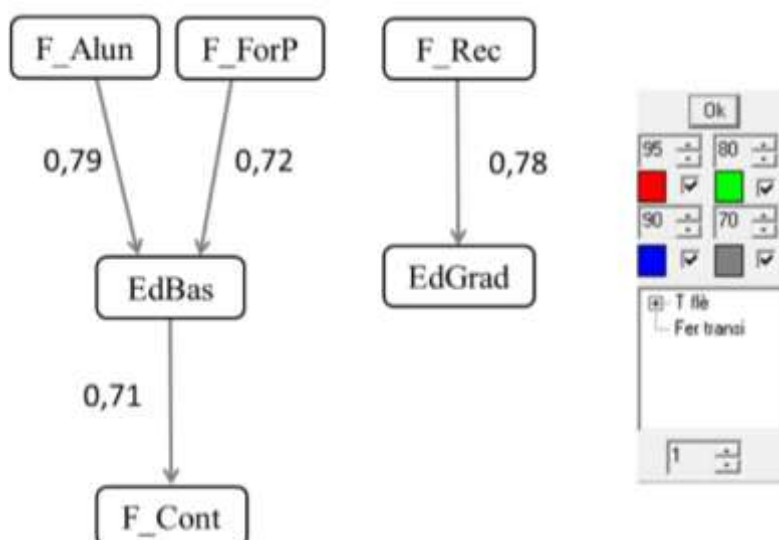


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

No primeiro conjunto, tem-se a problemática Currículos e programas tendendo à Educação Superior. Apoiando-se neste resultado, é possível inferir a tendência dessas pesquisas em focar na graduação, ao mesmo tempo, que a partir dos dados já discutidos anteriormente, também é possível apontar uma lacuna existente nesses trabalhos em relação a Educação Básica. Por outro lado, os textos que analisam o docente apresentaram uma propensão em pesquisar os profissionais que atuaram no ensino fundamental e médio, deixando de lado os professores vinculados à Educação Superior.

Na Figura 23 é ilustrado as relações entre os focos temáticos e os níveis de ensino com índices de intensidade de implicação abaixo de 0,79.

Figura 23 – Relações entre os focos temáticos e os níveis de ensino com índices de intensidade de implicação abaixo de 0,79.



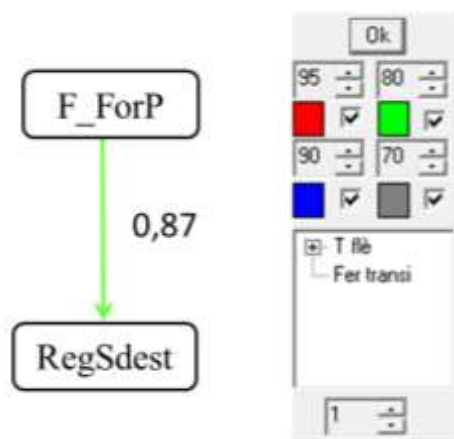
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Na Figura 23, tem-se as categorias Características do aluno e Formação de professores tendendo à aplicação no Ensino Básico, enquanto as publicações aplicadas nesse nível de ensino tendem a investigar a relação conteúdo-método, expressa predominantemente nas propostas metodológicas.

Já o descritor Recursos didáticos, no contexto global da produção examinada, mostrou uma inclinação voltada aos cursos de graduação. Tendo em vista os objetos mais averiguados nesse último indicador, as escolas da Educação Básica provavelmente ficaram de fora devido a pouca quantidade de recursos tecnológicos presentes nessas instituições, principalmente na rede pública, realidade ainda um pouco melhor nas faculdades e universidades brasileiras (GUERREIRO, BATTINI, 2014; ZIEDE *et al.*, 2016).

No que tange as regiões brasileiras em que essas investigações foram desenvolvidas, tem-se novamente a partir da ASI dois conjuntos: um no intervalo 0,80 a 0,90 e outro entre 0,70 e 0,80. Na Figura 24 é indicado as relações entre os focos temáticos e as regiões do Brasil com índices de intensidade de implicação entre 0,80 e 0,90.

Figura 24 – Relações entre os focos temáticos e as regiões do Brasil com índices de intensidade de implicação entre 0,80 e 0,90.



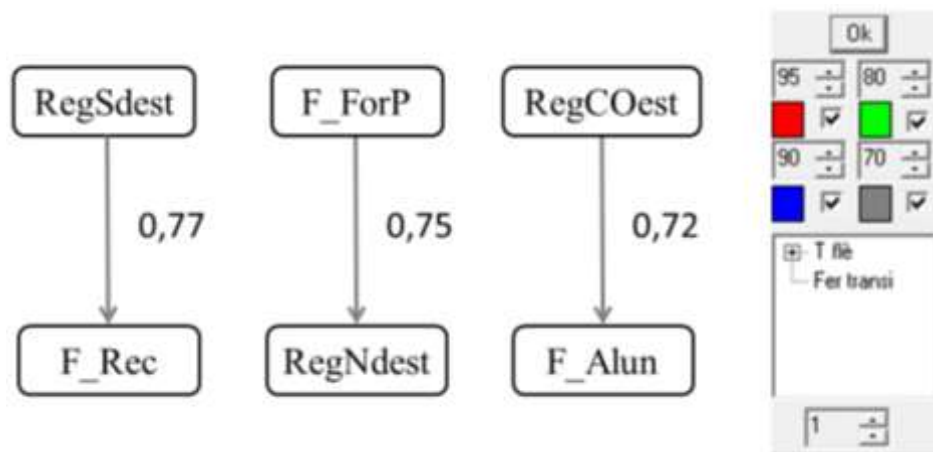
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Na Figura 24 é possível visualizar a única relação presente o descritor Formação de professores e a região Sudeste, indicando a tendência exibida por esses estudos, que exploram o processo formativo de docentes tanto no contexto da formação inicial quanto continuada, em serem desenvolvidos por pesquisadores vinculados às organizações do Sudeste do Brasil.



Em seguida, tem-se a Figura 25 representando as relações entre os focos temáticos e as regiões do Brasil com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80.

Figura 25 – Relações entre os focos temáticos e as regiões do Brasil com índices de intensidade de implicação entre 0,70 e 0,80.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Nela, é possível visualizar uma nova relação envolvendo a produção sudestina e a problemática Recursos didáticos, dialogando com as informações já apresentadas na Figura 23, em que os textos que pesquisam os materiais educacionais tendem a pesquisá-los em cursos de graduação. De acordo com o resumo técnico do censo da Educação Superior publicado em 2021, referente aos dados coletados até 2019, tem-se os estados do Sudeste como a região que mais apresentou instituições, cursos e vagas para o primeiro nível do ensino superior no Brasil (INEP, 2021).

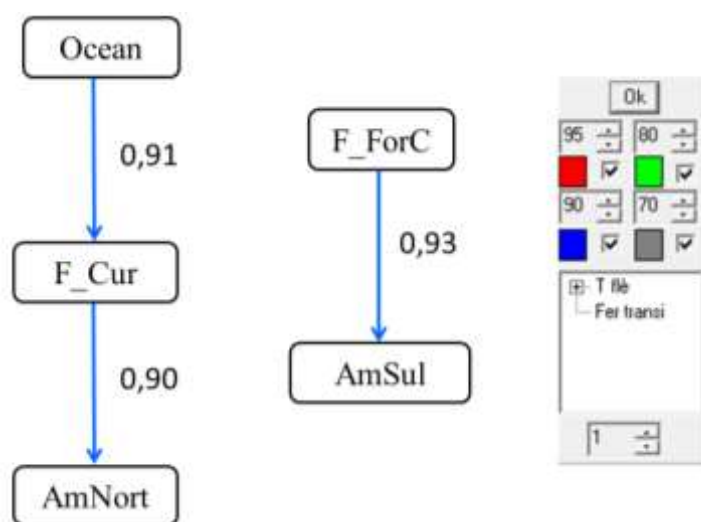
Continuando, tem-se que na Figura 25 o indicador Formação de professores exibindo uma relação de quase implicação com a região Nordeste do país. Conforme a análise realizada, tem-se o processo formativo de educadores examinado em dois grandes locais no Brasil. O primeiro na região Sudeste com um índice de intensidade de quase implicação de 0,87 (Figura 24), averiguando proporcionalmente as modalidades de formação inicial e continuada, e o segundo no Nordeste, exibindo uma maior atenção a formação inicial de professores.

Já os artigos produzidos no Centro-Oeste brasileiro demonstraram uma preocupação em pesquisa sobre as Características do aluno, em que todos os estudos buscaram levantar e identificar as concepções prévias, relacionados aos fenômenos e

temas da Bioquímica, carregados por estudantes ao decorrer do processo de ensino-aprendizagem.

Voltando os olhares para as tendências relacionadas aos continentes, na Figura 26 é apresentado as relações entre os focos temáticos e o continente da Oceania, e as regiões da América do Norte e América do Sul com índices de intensidade de implicação acima de 0,90.

Figura 26 – Relações entre os focos temáticos e o continente da Oceania, e as regiões da América do Norte e América do Sul com índices de intensidade de implicação acima de 0,90.



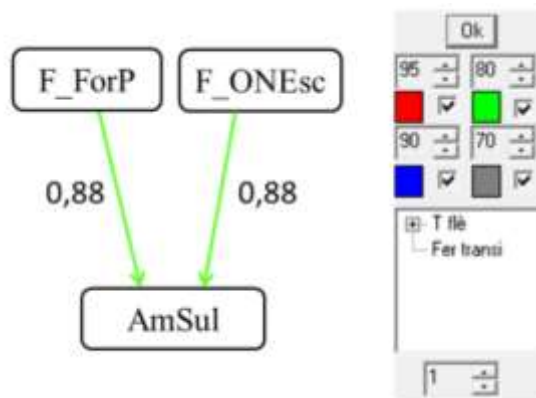
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Na ilustração, tem-se as produções oriundas da Oceania focados em analisar os temas vinculados ao foco temático Currículo e programa. Apesar disso, nas nações norte-americanas também exibiram um grande volume de publicações investigando várias problemáticas, mas não sendo o descritor Currículos e programas o mais abordado, levando essa problemática também a implicar na região da América do Norte. Tanto os estudos conduzidos na Oceania quanto na América do Norte investigaram propostas curriculares de cursos e de metodologias de ensino a serem conduzidas durante uma disciplina ou semestre.

Ainda na Figura 26 é visualizado as pesquisas que investigaram a Formação de conceitos tenderam a ser desenvolvidos nos países que formam a região da América do Sul, tendo como principal objeto analisado a evolução conceitual.

Em seguida, a Figura 27 é apresentada as relações entre os focos temáticos e a região da América do Sul com índices de intensidade de quase implicação entre 0,80 e 0,90.

Figura 27 – Relações entre os focos temáticos e a região da América do Sul com índices de intensidade de quase implicação entre 0,80 e 0,90.

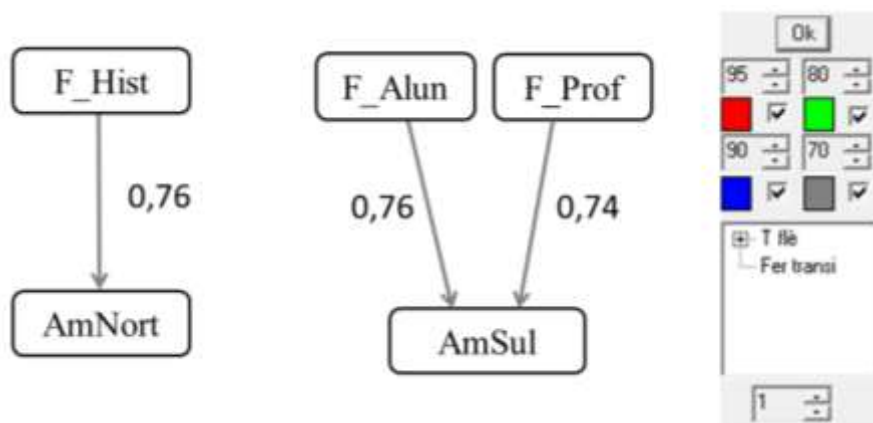


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Na Figura 27 é visualizado duas implicações contornando mais uma vez os países da América do Sul, neste caso, envolvendo os descritores Formação de Professores e Organização da instituição/programa de ensino não-escolar, que tenderam a ser desenvolvidos na região da América do Sul. Como já apontado pelas Tabelas 19 e 25, todas as investigações dedicadas a esses dois indicadores são oriundas do Brasil. No que tange o processo formativo de docentes, a modalidade continuada apareceu ligeiramente à frente da educação inicial de futuros professores. Já em relação a categoria Organização da instituição/programa de ensino não-escolar, os textos nacionais examinaram espaços não formais de ensino, discutindo assuntos e questões relacionadas à Bioquímica.

Posteriormente, tem-se na Figura 28 as relações entre os focos temáticos e as regiões da América do Norte e América do Sul com índice de intensidade de quase implicação entre 0,70 e 0,80.

Figura 28 – Relações entre os focos temáticos e as regiões da América do Norte e América do Sul com índice de intensidade de quase implicação entre 0,70 e 0,80.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo *software* CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

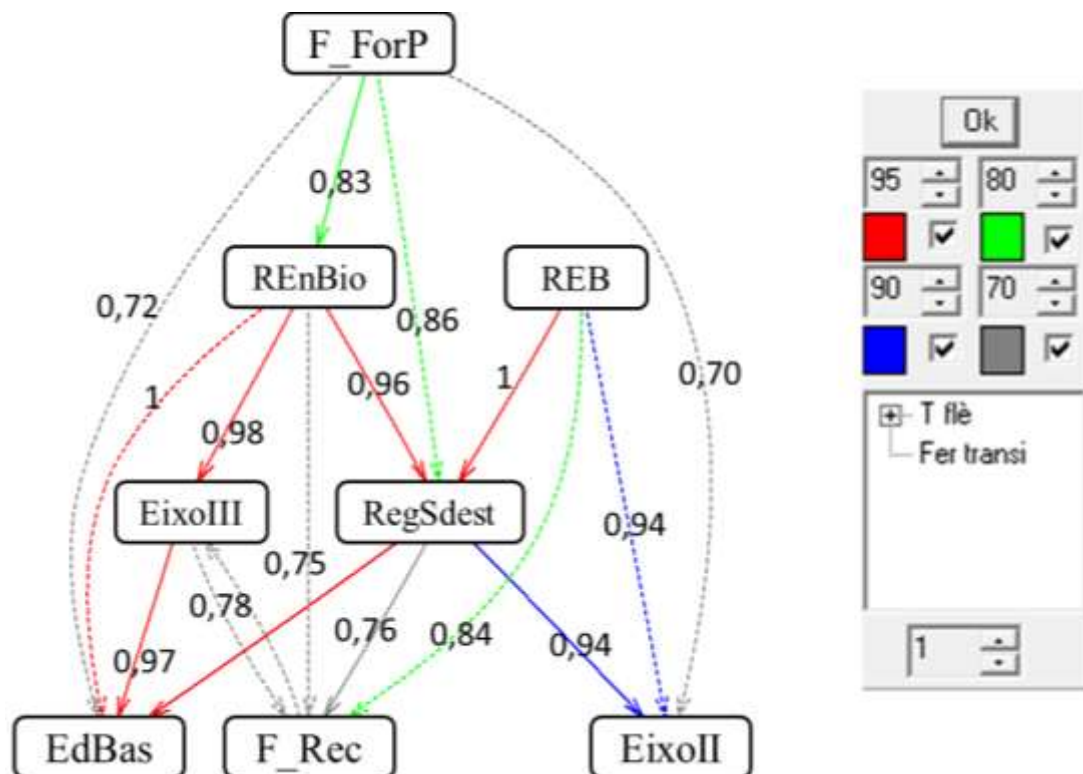
Como representado na Figura 28, observa-se que os estudos que realizaram as revisões de literatura tenderam a ser conduzidos por pesquisadores vinculados a instituições de nações norte-americanas. Além dessa relação, foi possível verificar que as pesquisas destinadas a investigar os alunos e professores (descritores Características do Aluno e do Professor) também demonstraram uma orientação para a produção sul-americana. Nesses indicadores, foram averiguados objetos relacionados a conhecimentos alternativos e dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de estudantes, bem como as concepções prévias e saberes da prática pedagógica de educadores.

#### 4.2.4.1 Relações de implicação entre as variáveis numa visão sistêmica.

Buscando valorizar os elos entre as variáveis numa visão de rede, é analisado a seguir as relações de implicação das categorias estudadas. Para facilitar análise dos resultados, as tendências foram divididas no cenário da produção nacional e no cenário de cada continente.

Iniciando com a produção Brasileira, tem-se na Figura 29 o primeiro conjunto de implicações envolvendo a região Sudeste do país.

Figura 29 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Sudeste.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

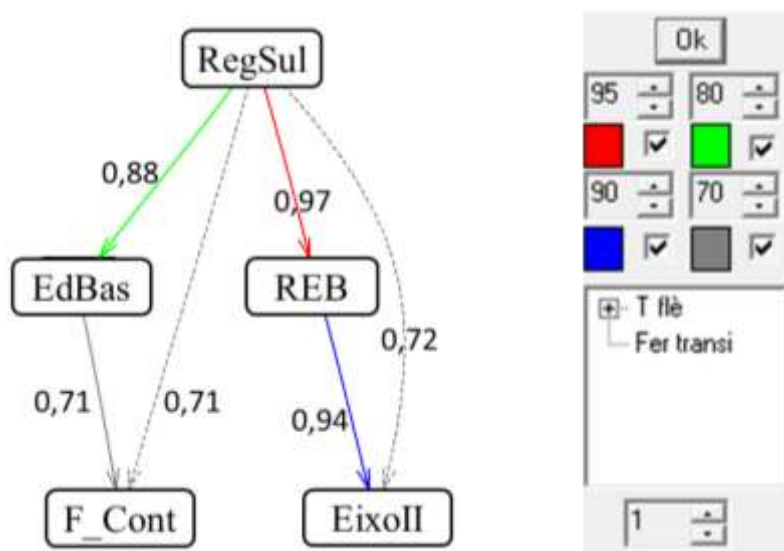
Visualiza-se que os estudos dedicados à temática Formação de professores tende a compor o quadro da REnBio, aplicada às modalidades de formação inicial e continuada, em que os principais conceitos discutidos foram os abordados no Eixo II, metabolismo das biomoléculas, no cenário da Educação Básica.

Em paralelo com a inclinação acima, os trabalhos publicados pela revista REnBio, também exibiram uma predisposição em explorar problemáticas que dialogam sobre a educação dos conceitos enquadrados na terceira temática, Biologia da informação, examinando o uso de recursos didáticos. Apesar de não haver uma implicação direta entre as pesquisas que analisam os materiais educacionais e os níveis de ensino, as categorias REnBio, Eixo III e RegSdest implicaram no Ensino Básico, revelando uma maior atenção dada por esses artigos as escolas com o ensino Fundamental e Médio.

Outro periódico com forte propensão ao Sudeste do Brasil foi a REB, apresentando também uma tendência na investigação de ferramentas didáticas (Recursos didáticos) e no ensino de conceitos e fenômenos relacionados ao metabolismo energético dos seres vivos (eixo II).

Na Figura 30 é apresentado o conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Sul.

Figura 30 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Sul.

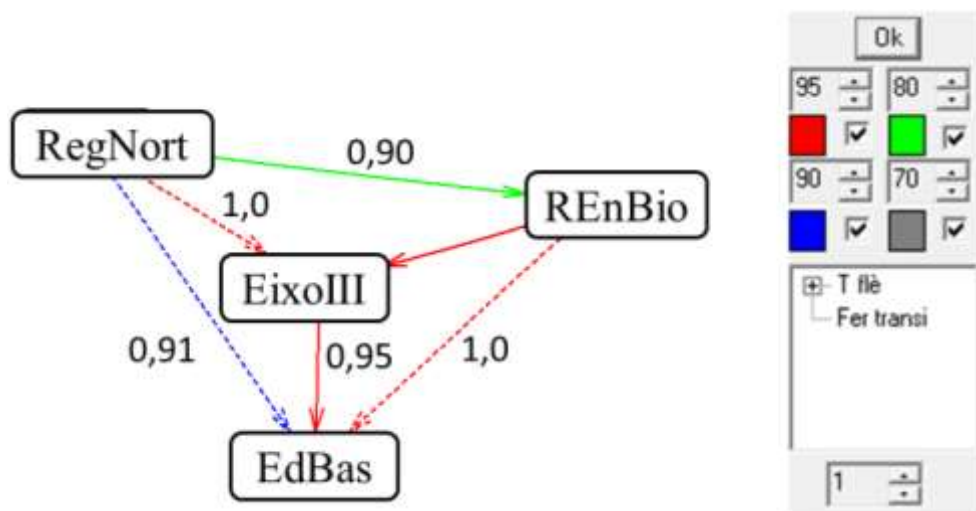


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo *software* CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Já no Sul do país, como representado na Figura 29, os textos desenvolvidos pelos pesquisadores vinculados aos estados da região, revelaram duas correntes de averiguações: a primeira sondando as metodologias de ensino no contexto da Educação Básica; e a segunda voltada a pesquisar o ensino dos conteúdos do eixo II, em que essas publicações ainda mostraram uma predisposição à publicação na revista REB.

Na Figura 31 é representado o conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Norte.

Figura 31 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Norte.

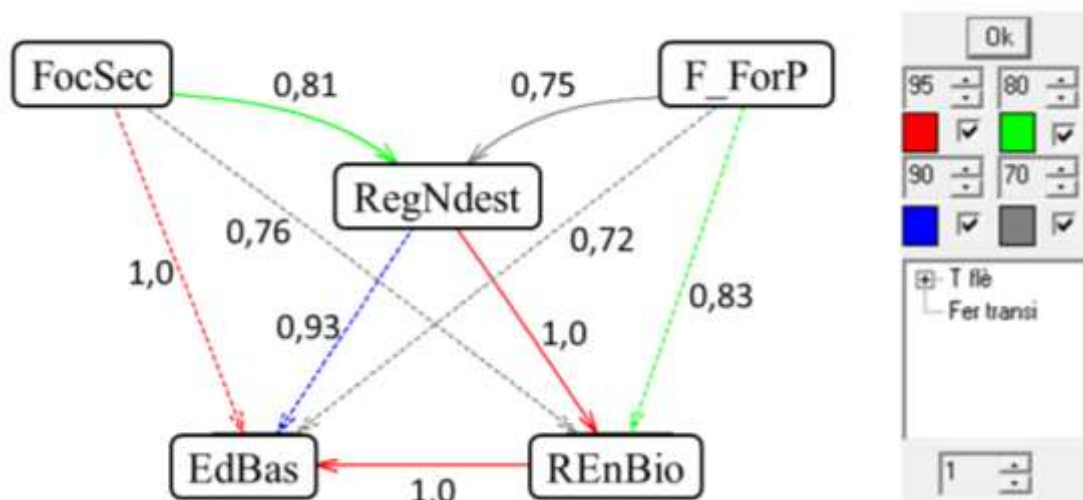


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

O Norte do Brasil também se mostrou propenso a REnBio. De acordo com os resultados indicados na análise, os artigos produzidos por esses estados, buscaram analisar questões que cercaram o ensino dos conteúdos relacionados a transmissão de características biológicas (eixo III) e que tiveram como cenário de estudo as instituições da Educação Básica.

Na Figura 32 é representado o conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região Nordeste.

Figura 32 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região Nordeste.

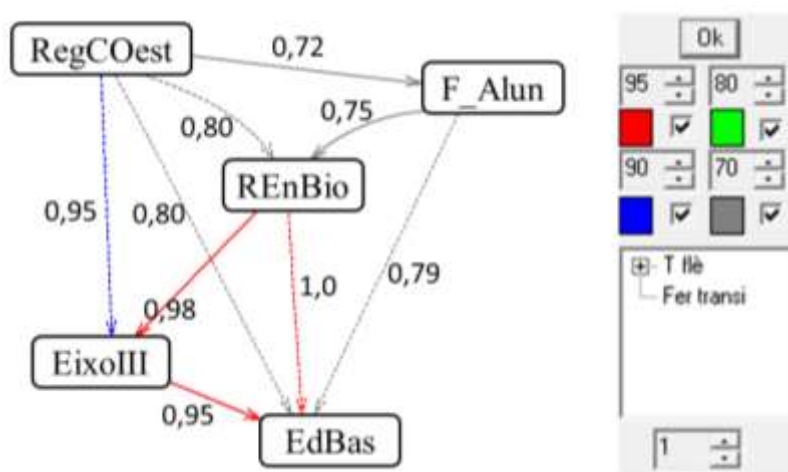


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

A produção científica advinda do Nordeste, também apresentou dois seguimentos. De um lado tem-se os trabalhos que abordaram a Bioquímica junto a outras temáticas correlacionadas, investigando o ambiente da Educação Básica, sendo publicados pela revista REnBio. Por outro lado, tem-se as publicações que examinaram os processos de formação docente, em que foi dada uma maior atenção a educação de futuros professores, tendo como plano de fundo novamente o Ensino Básico, e tendendo a ser publicado pela REnBio.

Concluindo as tendências da produção dedicada ao ensino de Bioquímica no Brasil, tem-se na Figura 33 a representação do conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a Região do Centro-Oeste.

Figura 33 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região Centro-Oeste.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

No grafo implicativo gerado tem-se que os estudos conduzidos na região Centro-Oeste tenderam a explorar as características que cercaram os estudantes, principalmente seus conhecimentos prévios e dificuldades durante o processo de ensino-aprendizagem. Os principais temas abordados nesses levantamentos foram os conceitos e fenômenos associados ao metabolismo energético e a biologia da informação (Eixo II e III). Em seguida, tem-se essas produções tendem a ser publicadas principalmente pelo periódico REnBio, tendo como contexto de investigação a Educação Básica.

Além das relações acima, os trabalhos conduzidos por pesquisadores vinculados a instituições o Centro-Oeste do país, também se mostrou propenso a investigar



problemáticas que examinassem o ensino dos conteúdos do Eixo III na Educação Básica, também publicados pela REnBio.

A partir da análise estatística implicativa envolvendo as categorias analisadas, pode-se afirmar que a pesquisa nacional exhibe uma forte tendência a examinar o ensino de Bioquímica na Educação Básica. As publicações oriundas dos estados do Norte, Nordeste e Centro-Oeste exibiram uma tendência de serem divulgados pela revista REnBio, ao mesmo tempo, que este periódico também deu valor aos estudos desenvolvidos na região Sudeste.

Tendo em vista que os artigos publicados pela revista REnBio são todos oriundos dos encontros nacionais promovidos pela SBEnBio, sociedade científica na qual o periódico está vinculado, sinaliza-se a importância dos eventos científicos para o ensino de Bioquímica no Brasil. Por serem espaços mais acessíveis, os encontros, congressos, seminários e outros eventos permitem a divulgação de mais textos e conseqüentemente de mais temáticas, muitas vezes ainda em consolidação, como por exemplo, o próprio campo científico dedicado ao ensino de Bioquímica que emergiu no fim da década de 1970 e volta a aparecer a partir de 1990 durante os encontros anuais da SBBq (LOGUERCIO; DEL-PINO; SOUZA, 2003).

Em relação as temáticas Bioquímicas exploradas nas regiões do país, tem-se o Norte e o Centro-Oeste propensos a examinar questões que discutem o ensino das biomoléculas relacionados a informação Biológica; enquanto que os estados do Sul e Sudeste inclinam-se aos fenômenos relacionados ao metabolismo energético dos organismos vivos.

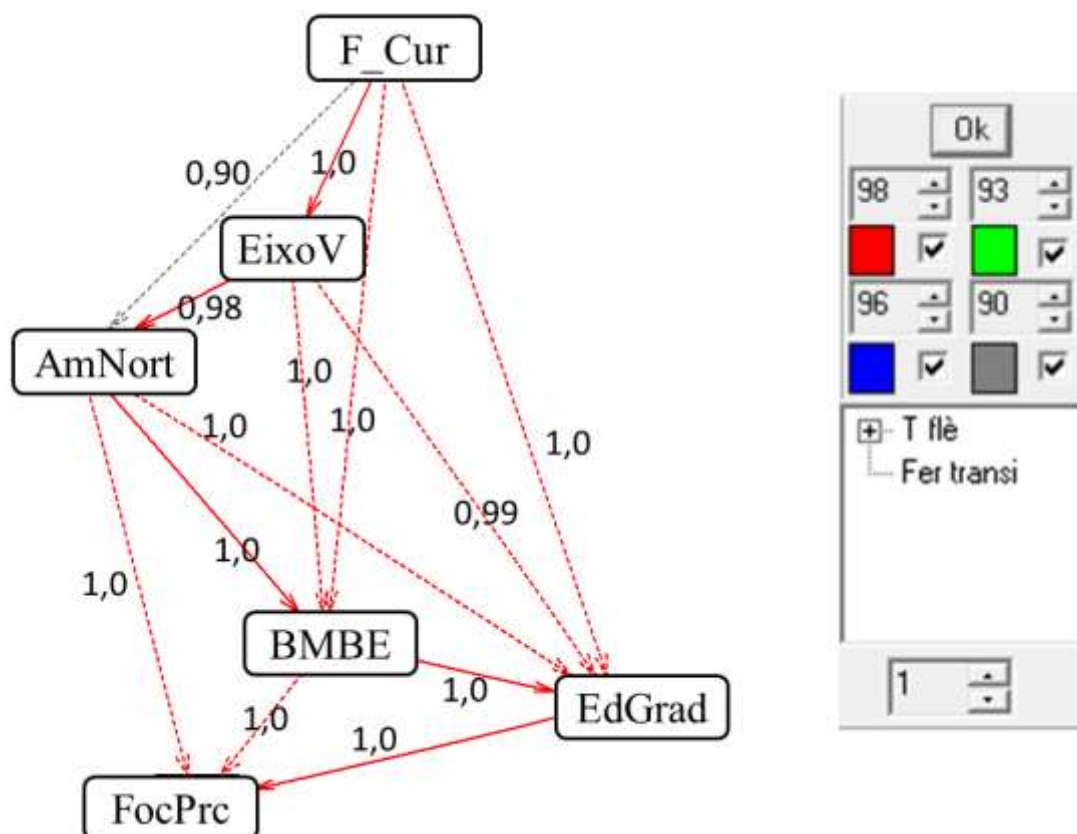
No que se refere aos focos temáticos, tem-se a região Sudeste propensa em averiguar os recursos didáticos, ao mesmo tempo em os estados do Sul do Brasil demonstraram uma maior atenção as metodologias de ensino. Já as instituições do Centro-Oeste estiveram voltadas ao levantamento das concepções alternativas. Em contrapartida, as publicações que pesquisaram a formação de professores tenderam a ser conduzidas por pesquisadores vinculados a região Nordeste.

Dando continuidade à análise, agora com as relações de implicação cercado os continentes, tem-se que todas as relações analisadas exibiram índices de intensidade de

quase implicação maiores ou iguais a 0,90, permitindo a viabilidade da análise, tendo em vista que em alguns casos a quantidade de relações existentes em índices menores impossibilitava a leitura dos resultados.

Na Figura 34 é apresentado o primeiro conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região continental da América do Norte.

Figura 34 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região continental da América do Norte.

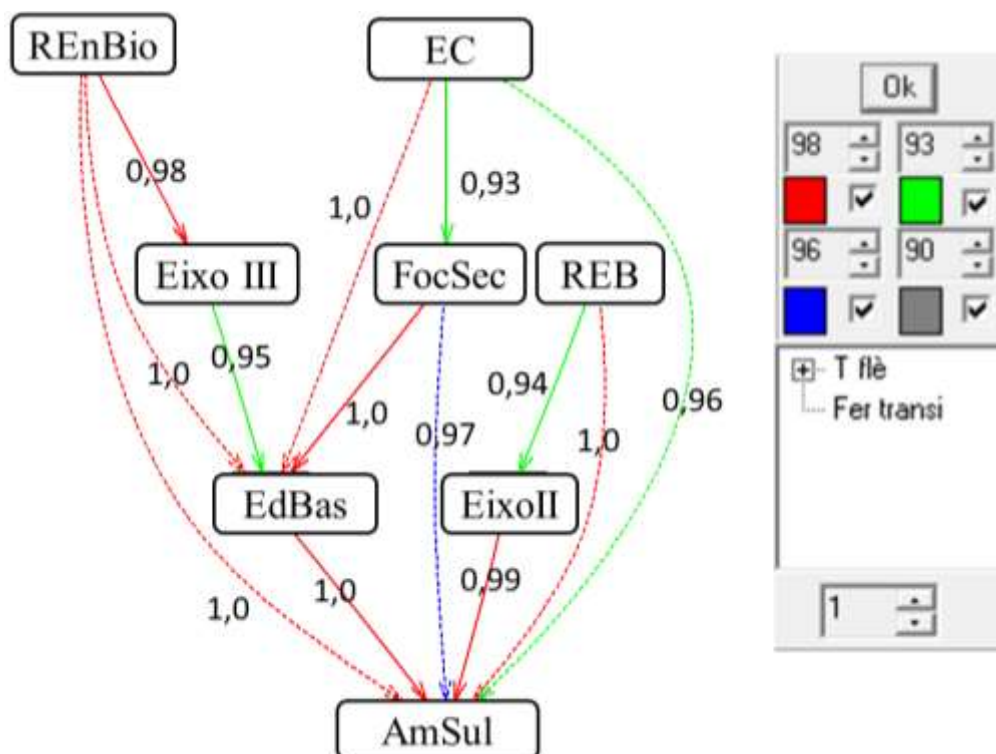


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Nessa ilustração, observa-se uma predisposição dos trabalhos que examinaram o indicador Currículo e programa em serem desenvolvidos pelos países norte-americanos e divulgados pela revista BMBE. Ao mesmo tempo, que os objetos averiguados nesse descritor e publicados no periódico citado, tenderam a analisar os métodos e técnicas para o ensino de Bioquímica no contexto da Educação Superior. Por último, sem estabelecer relação com a variável Currículo e programa (F\_Cur), tem-se os artigos elaborados na América do Norte, publicados na BMBE e que exploraram os cursos de graduação, inclinados a discutir unicamente as temáticas estudadas pela Bioquímica, tornando-se o ponto central de debate nos textos.

Na Figura 35 é representado o conjunto de implicações cercado a região continental da América do Sul.

Figura 35 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem a região continental da América do Sul.



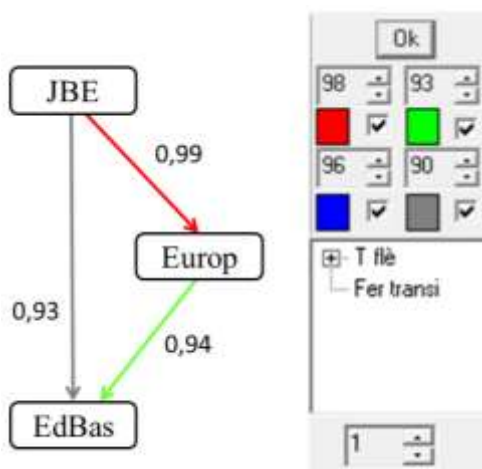
Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Apesar da América do Sul não apresentar inclinações diretas, a região continental foi alvo de diversas implicações. É possível visualizar que as publicações oriundas da REnBio, tenderam a pesquisar o ensino dos fenômenos envolvidos na transmissão das informações biológicas (eixo III), no contexto da Educação Básica.

Por sua vez, os estudos divulgados pela EC investigaram o ensino dos conceitos da Bioquímica ao lado de outras temáticas correlacionadas (Foco secundário), também no ambiente do Ensino Fundamental e Médio. Já os textos disseminados pela REB, exibiram uma maior atenção ao ensino dos conteúdos sobre o metabolismo energético das biomoléculas (eixo II).

Na Figura 36 é representado o conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente Europeu

Figura 36 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente Europeu.

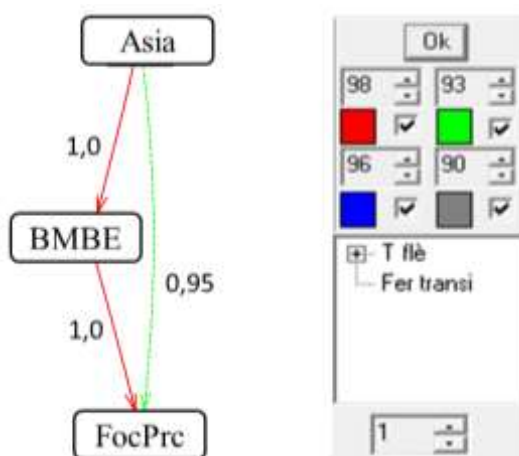


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

Verifica-se na Figura 36 o grafo implicativo envolvendo a Europa. De acordo com a análise, a revista JBE disseminou trabalhos conduzidos nos países europeus investigando o ensino de Bioquímica, principalmente, na Educação Básica.

Na Figura 37 é representado o conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente Asiático.

Figura 37 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente da Ásia.

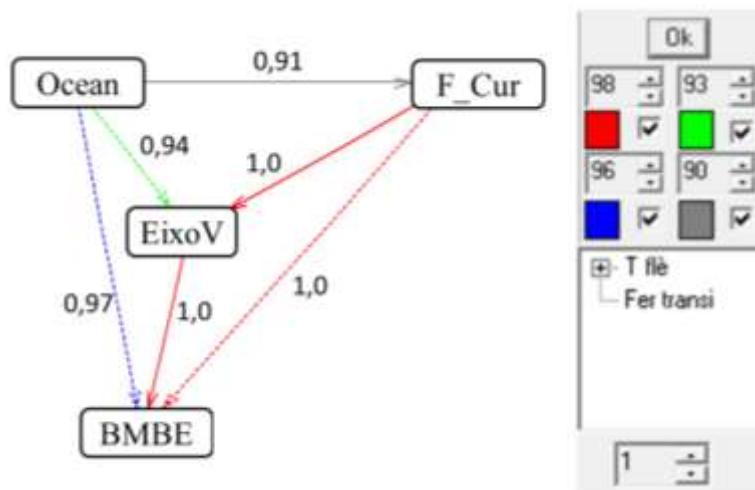


Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

O continente asiático também exibiu poucas relações de quase implicação na faixa de intensidade analisada, mas expôs que os estudos conduzidos pelas nações da Ásia também tenderam a ser divulgadas pela revista BMBE, buscando colocar as temáticas inseridas nos eixos indicadores como o centro de suas discussões.

Na Figura 38 é representado o conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente da Oceania.

Figura 38 – Conjunto de implicações entre as variáveis estudadas e que envolvem o continente da Oceania.



Fonte: Elaborado por André, Andrade e Carneiro-Leão (2022) a partir do grafo implicativo gerado pelo software CHIC v. 7.0 (2014) (2021).

A respeito das tendências encontradas na Oceania, é possível visualizar que os artigos elaborados pelas nações que formam o continente exibiram uma predisposição em examinar o foco temático Currículo e programa, ao lado do tema métodos e técnicas de ensino (eixo V), em que todos estiveram inclinados a serem divulgados pelo periódico BMBE.

A partir do tratamento realizado foi possível levantar alguns pontos no que tange a produção científica pelo globo.

No que tange a América do Sul e a Europa, ambos os não exibiram nenhum índice de intensidade de quase implicação acima de 0,90 envolvendo os focos temáticos, porém participaram de outras relações, sendo possível destacar que os estudos conduzidos por esses locais tenderam a investigar principalmente a Educação Básica.

Por sua vez, apesar da América do Sul e da Europa também não mostrarem relações diretas com revistas, as publicações divulgadas nos jornais científicos REnBio, EC e REB tenderam fortemente em ser oriundas da região sul-americana, enquanto os textos publicados na JBE apresentam uma inclinação aos países europeus.

No que se refere a produção da América do Norte, os países que compõem a região continental, principalmente os EUA, publicaram um grande volume de trabalhos investigando muitas problemáticas, entre elas, a que mais se destacou foi a problemática Currículos e programas, em que foram analisados principalmente as propostas curriculares no contexto da Educação Superior, e divulgadas predominantemente pelo periódico BMBE.

Os artigos desenvolvidos no continente Asiático também tenderam a ser publicados pela BMBE, colocando as temáticas relacionadas ao ensino de Bioquímica no centro de suas discussões.

Já o único continente que apresentou uma predisposição direta em investigar uma problemática específica foi a Oceania, em que foram exploradas as questões sobre os programas curriculares, sendo essas divulgadas pela revista BMBE.

Por fim, em relação as pesquisas conduzidas nos países africanos, a análise realizada não evidenciou nenhuma relação entre as variáveis exploradas, com índices de implicação maiores a 0,70, e, portanto, não sendo considerável as tendências da variável África.

#### 4.3 A PESQUISA EM ENSINO DE BIOQUÍMICA: UM OLHAR A PARTIR DA TEORIA DOS CAMPOS DE PIERRE BOURDIEU

Tendo finalizado a caracterização das temáticas ligadas ao ensino da Bioquímica e traçado as principais tendências dos estudos dedicados a didática dos seus conteúdos conceituais, buscou-se aqui lançar um breve olhar para o *campo*, a partir da Teoria dos Campos de Bourdieu articulando com os resultados obtidos.

Bourdieu descreve o *campo* como um espaço social que apresenta uma dinâmica de forças que competem entre si pelo monopólio de um capital social, descrito como um conjunto de bens culturais, sociais e simbólicos que podem ser trocados por benéficos e lucros vantajosos (BOURDIEU, 1996, 2007). Na tentativa de conquistar esses recursos, os agentes participantes conduzem e orientam estratégias, ações, comportamentos e pensamentos para acumularem o máximo do capital social (CARVALHO, 2003). É o conjunto desses pensamentos, olhares, comportamentos, rotinas, ações, práticas, valores,

crenças, formas de agir e de enxergar o espaço social que constituem o *habitus* de um *campo* (BOURDIEU, 2004; THIRY-CHERQUES, 2006; ARAÚJO, OLIVEIRA, 2013).

O *habitus* se constitui um sistema de disposições que são constituídas socialmente, constituindo-se como o princípio gerador e unificador do conjunto de práticas, ações, comportamentos e ideologias de um grupo de agentes (BOURDIEU, 2007). Essas estruturas não são mecânicas e nem determinísticas, mas plásticas e flexíveis, podendo sofrer mudanças ao longo do tempo (BOURDIEU, 2001). Desta forma, tem-se o *habitus* como o responsável por caracterizar e diferenciar um *campo* de outro.

No campo científico, o capital social em jogo é a autoridade científica, definida como o reconhecimento social das capacidades técnicas de impor critérios que definem o que faz parte ou não da ciência (GARCIA, 1996). É na tentativa de ocupar o posto de líder, que os aspirantes a consagração científica produzem novos conhecimentos a partir de teorias, métodos e pensamentos já descritos (BOURDIEU, 2007). Essas novas produções precisam ser legitimadas pelos próprios agentes já consagrados em um processo denominado de avaliação por pares (GARCIA, 1996), que acontecem, normalmente, nas defesas de trabalhos acadêmicos ou na submissão de pesquisas em eventos científicos ou de artigos em periódicos.

Tendo analisado os artigos publicados nas revistas selecionados, foi possível identificar algumas características que compõem o campo científico dedicado a investigar o ensino de Bioquímica, sendo elas: as temáticas, problemáticas e níveis de ensino mais e menos destacados; os polos de pesquisa dominantes no contexto nacional e internacional; e a nomenclatura utilizada para se referir ao *campo*.

#### **4.3.1 Eixos temáticos, problemáticas e níveis de ensino mais e menos prestigiados.**

Em relação às temáticas ligadas ao ensino de Bioquímica, foi possível perceber duas dinâmicas diferentes. Os artigos nacionais exibiram uma predominância dos eixos temáticos voltados ao ensino dos conteúdos conceituais em Bioquímica, já a produção estrangeira, o principal tema discutido foi o ensino dos conteúdos procedimentais, abarcando as técnicas experimentais, o uso de equipamentos e de habilidades em laboratório.

As pesquisas conduzidas no Brasil exibiram um alinhamento maior aos estudos conduzidos na Área de Ensino, caracterizados por exibirem um foco no ensino de determinado conteúdo, essencialmente os conteúdos conceituais (CAPES, 2016, 2019a). Diferentemente, as investigações do exterior que exibiram uma tendência maior aos conteúdos procedimentais, constituindo-se como uma das temáticas principais do campo científico.

Em contrapartida, em ambos os contextos - nacional e estrangeiro, o eixo temático ligado a Biotecnologia foi pouco explorado; os temas referentes a Bioquímica receberam maior destaque.

Já em relação às problemáticas, as questões referentes aos indicadores Conteúdo-método e Recursos didáticos predominaram nos estudos tanto nacionais quanto nos estrangeiros. Porém, também foram investigados outros objetos, presentes em um número bem menor de estudos, como as categorias Currículos e programas, Características do aluno, História da Ciência, Formação e Características do professor.

Concluindo os elementos investigados, tem-se um cenário brasileiro mais homogêneo entre a Graduação e a Educação Básica, sendo esta última presente em um número um pouco maior de trabalhos. Por sua vez, no contexto estrangeiro, a Graduação foi o maior foco, estando a Educação Básica presente em um número menor de pesquisas. Porém, em ambos os casos a Pós-graduação constituiu-se como a principal lacuna nos estudos nas pesquisas em ensino de Bioquímica, no que tange os níveis de ensino.

De acordo com Bourdieu, os pesquisadores presentes no campo científico tendem a concentrar suas pesquisas em torno de problemas mais prestigiosos, na busca de conseguir uma maior visibilidade e conseqüentemente reconhecimento (GARCIA, 1996). Para isso, é extremamente necessário que esses novos estudos tragam construções novas, fazendo com que esses conhecimentos gerados se destaquem dos já obtidos e tragam para o pesquisador prestígio entre os demais agentes do *campo* (BOURDIEU, 1996).

Assim, tem-se uma tendência nas pesquisas brasileiras em ensino de Bioquímica em investigar as temáticas ligadas aos conteúdos conceituais, focando as problemáticas ligadas à relação conteúdo-método e aos recursos didáticos, questões já consagradas nos estudos sobre a didática e o ensino de Ciências. Por sua vez, as temáticas exploradas no



contexto estrangeiro se distinguem dos temas nacionais, dando uma maior prioridade aos conteúdos procedimentais em laboratório, examinando-os de forma predominante nos cursos de Graduação. Tem-se, portanto, uma peculiaridade que distingue as comunidades de pesquisadores que constituem o campo científico brasileiro dos demais países.

No que tange aos elementos menos explorados nas pesquisas, como o eixo Biotecnologia; as problemáticas relacionadas aos descritores Currículos e programas, Características do aluno, História da Ciência, Formação e Características do professor; e por fim, a Pós-Graduação, Garcia (1996) explica que movidos pelo desejo de reconhecimento, alguns pesquisadores acabam optando por escolher temas e questões menos prestigiadas, acreditando que esses objetos possuem uma menor concorrência em relação ao número de pesquisas e, por isso, possuem uma maior possibilidade de obter destaque e reconhecimento.

#### **4.3.2 Polos de pesquisa dominantes no contexto nacional e internacional**

Como descrito, a má distribuição do capital científico entre os agentes do campo resulta no aparecimento de dois polos: a ponta dominante, detentora do máximo de capital social, e a ponta dominada, exibindo agentes com pouco ou nenhum *capital* (BOURDIEU, 1996). Como esse conjunto de bens culturais, sociais e simbólicos podem ser trocados por benefícios e lucros vantajosos (BOURDIEU, 2007), tem-se que no campo da ciência a autoridade científica facilita o acesso dos pesquisadores e instituições a financiamentos, participação de comissões, cargos e progressões em planos de carreira (FERES, 2010).

A partir do local de origem dos trabalhos nacionais, foi possível identificar que a região Sudeste foi local do país que mais publicou artigos nos periódicos investigados nos últimos 10 anos (47,8%). Posteriormente, estiveram os estados que compõem as regiões do Nordeste e Sul com o mesmo percentual de estudos (23,5%), seguidos do Centro-Oeste (6,8%) e do Norte do Brasil (3,6%).

Deste modo, os estados do Sudeste brasileiro compõem o polo dominante nas pesquisas em ensino de Bioquímica no Brasil, resultando na manutenção constante de investimento para os pesquisadores e instituições envolvidas, através de bolsas de

pesquisa para estudantes e professores, recursos e verba para as entidades e centros acadêmicos, entre outros incentivos.

Um dado importante que confirma a manutenção dessa hegemonia é a quantidade de PPG presente no Sudeste, detentora de 43,7% dos programas existentes no país, na qual 917 estão localizados no estado de São Paulo, o equivalente a 20,1% do número de PPG do país. A quantidade de PPG em São Paulo é maior do que a quantidade de programas presentes nas regiões Centro-Oeste (8,5%) e Norte (6,1%) do Brasil de acordo com os dados do GEOCAPES (CAPES, 2021a).

Outro resultado importante visualizado foi a descentralização do eixo Sudeste-Sul, predominante na Ciência Nacional, apontado pela igualdade do número de artigos publicados pelas regiões do Nordeste e Sul, sinalizando o crescimento da comunidade científica nos estados do Nordeste brasileiro. Como o polo dominante consegue “trocar” o seu capital científico por recursos e se manter numa posição prestigiosa, é de fundamental importância a relocação de investimentos para polos menos favorecidos, como as regiões do Nordeste e Norte, historicamente atrasadas na Ciência nacional

Cabral *et al.* (2020) descrevem algumas das medidas tomadas por órgãos federais para estimularem a ampliação da Ciência no Nordeste, destacando-se as ações para diminuição das assimetrias regionais presentes nos Planos Nacionais de Pós-Graduação (principalmente entre 2005 e 2010) e a concessão de bolsas para estudantes em tempo integral, entre outros movimentos que contribuíram para o desenvolvimento científico dos estados do Nordeste, atualmente, concentrando cerca de 20,5% dos PPG do país, logo abaixo da região Sul com 21,7% (CAPES, 2021a).

A partir desses dados, sinaliza-se a importância de novas assistências e recursos para o desenvolvimento do campo científico no Centro-Oeste e, principalmente, no Norte do país, onde o número de PPG menos é menor quando comparado com as demais regiões, além de concentrado em apenas dois estados - Pará e Amazonas.

Em relação ao contexto internacional, tem-se o continente Americano como o principal polo dominante nas pesquisas dedicadas ao ensino de Bioquímica no globo, seguida por: Europa, Ásia, Oceania e África. Entre os países americanos o principal destaque foram os EUA, sendo o local originário do maior número de artigos na região

da América do Norte. Em seguida, em termos de visibilidade, esteve o Brasil, configurando-se como o país da região da América do Sul que mais divulgou estudos relacionados ao ensino de Bioquímica.

Já entre os polos dominados, com pouco ou nenhum capital científico, estiveram a Oceania e a África, exibindo uma pequena quantidade de trabalhos divulgados quando comparado com os demais continentes. Sinaliza-se ainda a necessidade de investimentos pela comunidade internacional, para o crescimento da ciência entre os países historicamente com dificuldades em desenvolvimento, devido aos anos de exploração pelos países dominantes economicamente do globo.

#### **4.3.3 Denominação do campo científico**

Não existe uma limitação dimensional do que poderia ser ou não um campo científico; Bourdieu (1983) descreve que os elementos essenciais para um *campo* são o compartilhamento do *habitus* entre os agentes e instituições, uma estrutura determinada pela quantidade de capital acumulado e que apresenta estratégias que busquem modificar ou conservar as suas posições. Assim, dentro da Área de Ensino constituída pela CAPES, existem outros campos científicos, com dimensões menores e *habitus* mais específicos e característicos, mas que também mantem estruturas que as aproximam umas das outras e que permitem ser agrupadas nesse campo científico de maior dimensão.

A Área de Ensino (ou Área 46) foi construída pela CAPES a partir da nucleação dos PPG da antiga Área de Ensino de Ciências e Matemática e formalizada no ano de 2000. Tal construção foi justificada pela necessidade de se adequar este *campo* ao novo movimento de pesquisas que emergiam no Brasil e que divergiam das abordagens epistemológicas de outras áreas de avaliação próximas, como a área de Educação, na qual inicialmente era enquadrado (CAPES 2019).

A Área de Ensino é essencialmente de pesquisa translacional, transitando entre a ciência básica e a aplicação do conhecimento produzido. Esta busca construir pontes envolvendo os conhecimentos acadêmicos gerados na pesquisa em educação e em ensino, com intuito de aplicá-los em produtos e processos educativos voltados às demandas da sociedade e, de acordo, com as necessidades regionais e nacionais (CAPES, 2019a).

As pesquisas e produções da área de Ensino tem como o foco o ensino de determinado conteúdo, buscando a interlocução com as áreas geradoras desses conhecimentos a serem ensinados (CAPES, 2016, 2019a). O documento de área datado de 2016 aponta que uma das características específicas mais importantes da área 46 é o seu foco na interação entre os conteúdos disciplinares e o conhecimento pedagógico – denominado de conhecimento pedagógico do conteúdo ou, simplesmente, pedagogias do conteúdo (CAPES, 2016).

Assim, visualiza-se que os campos científicos de menor dimensão que constituem a Área de Ensino partilham dessa característica em comum, investigar essencialmente o ensino de determinado conteúdo. Nas pesquisas relacionadas ao ensino de Bioquímica, têm-se como problemáticas mais investigadas aquelas dedicadas a relação conteúdo-método e aos recursos didáticos, descritos por Megid-Neto (1999) como as questões voltadas ao processo mais intrínseco do ensino e da aprendizagem em Ciências.

Desta forma, aponta-se novamente, que a denominação desse campo científico está relacionada ao termo Ensino da Bioquímica e não a Educação Bioquímica, tendo em vista os elementos averiguados pelos estudos publicados, não significando que com o tempo e com as modificações sofridas pelo *campo*, através da luta pela capital científico, novos focos temáticos se destaquem e o campo científico caminhe para a uma estrutura mais próxima da Educação Bioquímica.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para finalizar o caminho percorrido nesta dissertação, foram tecidas algumas considerações provenientes dos resultados construídos durante as análises. Para tal, retornou-se à questão norteadora deste estudo: *“Como se caracteriza a produção científica dedicada ao ensino da Bioquímica publicada em periódicos nacionais e estrangeiros entre os anos de 2010 a 2019?”*.

Neste estudo misto, realizado a partir das abordagens qualitativa e quantitativa, foi possível analisar quais temáticas associadas a Bioquímica estiveram presentes nas publicações e como essas foram discutidas ao longo dos trabalhos. Em seguida, partindo dos temas referentes ao ensino dos conceitos, processos e fenômenos bioquímicos, realizou-se uma averiguação mais aprofundada explorando as problemáticas, questões e os níveis de ensino investigados pelos artigos divulgados nos periódicos.

Para a seleção dos documentos foi necessária a criação de critérios de inclusão e exclusão, categorias que permitiram identificar investigações que discutiram temas ligados ao ensino da Bioquímica. Ao todo, foram selecionadas 721 publicações, divulgadas nas oito revistas pesquisadas. Entre os jornais científicos, a BMBE foi a que mais contribuiu com trabalhos (54,2%), sendo responsável por mais da metade dos estudos analisados. Em seguida estiveram a REnBio (12,3%), REB (11,5%), JBE (8,5%), EC (6,7%), QNEsc (4,2%), EQ (1,8%) e C&E (0,8%).

As temáticas encontradas nos textos puderam ser enquadradas em 6 eixos temáticos, sendo divididos em categorias referentes ao ensino dos conceitos, processos e fenômenos da Bioquímica (eixos I, II e III); técnicas e métodos de instrução; conteúdos procedimentais em laboratório (VI); e temas ligados a Biotecnologia (IV).

Os eixos relacionados aos conteúdos conceituais da Bioquímica e aos temas da Biotecnologia estiveram presentes em todas as revistas exploradas, diferentemente dos eixos V e VI, estando à temática técnicas e método de ensino ausente em estudos divulgados na C&E, EC, QNEsc e EQ. Os conteúdos procedimentais em laboratório não foram averiguados em nenhuma das publicações da C&E e REnBio.

Apesar de pouco explorado nos periódicos QNEsc, REB, JBE, EQ e EC, o eixo IV foi discutido em 148 artigos divulgados pela BMBE, sendo a segunda temática mais analisada entre os estudos, ficando atrás apenas o eixo I. A produção analisada permitiu descrever que o ensino de Bioquímica explora em suas pesquisas temáticas que vão além do ensino de conteúdos conceituais, como estruturas, processos e fenômenos, discutindo também o ensino de conteúdos procedimentais em laboratório e de temáticas ligadas a Biotecnologia, essas últimas reforçando o caráter experimental da Bioquímica.

A análise dos documentos ainda revelou que esses artigos podem ser abordados de diferentes formas na pesquisa, sendo o centro das discussões, ou estando ao lado de outras temáticas, ou ainda atuando como plano de fundo para a contextualização. Os eixos I, II e III não exibiram relações de quase implicação para as três categorias do aprofundamento temático (focos principal, secundário e contexto), indicando não existir uma relação direta envolvendo essas variáveis. Situação distinta daquela encontrada nos eixos IV e VI, em que estiveram propensos a serem o centro das discussões.

Por outro lado, as temáticas dos eixos III e IV estiveram relacionadas, estando os temas da Biotecnologia propensas a serem explorados junto aos fenômenos relacionados à biologia da informação, seja como plano de fundo para contextualização ou lado a lado no centro das discussões.

Em relação a origem desses textos, foi possível visualizar diferentes dinâmicas na produção nacional e internacional. No cenário Brasileiro, as regiões demonstraram algumas peculiaridades quanto às temáticas analisadas. O Centro-Oeste e Norte do país desenvolveram trabalhos propensos a discutirem o eixo III, enquanto as investigações advindas do Sudeste tenderam ao eixo II. Já os artigos conduzidos no Sul e no Nordeste brasileiro mostraram uma maior abertura aos assuntos sondados. As publicações oriundas dos estados do Sul focaram as temáticas I e II, e as pesquisas nordestinas apontaram uma tendência aos três eixos conceituais (eixos I, II e III).

Por sua vez, verificou-se que os temas ligados a Biotecnologia, aos métodos e técnicas de ensino, e aos conteúdos procedimentais em laboratório estiveram inseridos apenas em relações cercando os continentes. No cenário internacional, o eixo IV esteve predisposto aos textos de origem europeia, enquanto que as temáticas inseridas nos eixos V e IV aos trabalhos oriundos da região da América do Norte. Ainda envolvendo esses

eixos, a Ásia também tendeu a explorar a Biotecnologia em seus estudos, ao mesmo tempo que as publicações advindas da Oceania, inclinaram-se aos métodos e técnicas envolvidas na instrução desses temas. Já os textos que exibiram discussões envolvendo os eixos I, II e III permaneceram propensos aos países que compõem a região da América do Sul.

Considerando os focos temáticos investigados nos artigos dedicados ao ensino dos conceitos, processos e fenômenos da Bioquímica (eixos I, II e III) e das técnicas e métodos para sua instrução (eixo V), foi possível visualizar diferentes dinâmicas nas pesquisas analisadas, tanto no contexto nacional nas regiões do Brasil quanto no cenário internacional nos continentes.

Em relação às obras desenvolvidas no Brasil, os descritores mais explorados foram os Recursos didáticos e o Conteúdo-método, problemáticas características das pesquisas desenvolvidas na Área de Ensino, em que são averiguados o “como ensinar determinado conceito”. No entanto, apesar de são serem o foco das pesquisas nacionais, outros indicadores também se mostraram presentes na produção, sendo as categorias Característica do aluno; Currículo e programa e Formação de professores, tendências compartilhadas com outros campos científicos como o ensino de Biologia e Química.

Levando em conta os níveis de ensino em que os estudos foram guiados, tem-se que as investigações relacionadas aos Recursos Didáticos averiguaram semelhantemente a Educação Básica e o ensino na graduação, discutindo, principalmente, o uso de jogos didáticos, modelos físicos e *softwares* durante as aulas de Bioquímica. Ainda em relação a esses artigos, a região Sudeste inclinou-se em divulgar textos com essas questões, sendo os temas inseridos o eixo III (Biologia da informação) os mais presentes nesses trabalhos.

Por sua vez, as publicações que analisaram as metodologias para o ensino dos conteúdos bioquímicos, mostram-se mais propensas as pesquisas relacionadas a Educação Básica, exibindo um maior número de publicações, quase o dobro, em relação aos estudos conduzidos nos cursos de graduação. Entre as técnicas e métodos sondados nesses trabalhos, a experimentação e as sequências de atividades se sobressaíram, tendo os estados da região Sul do país uma predisposição maior em examinar esse foco temático.

No que tange os estudos enquadrados no foco temático Característica do aluno, o principal objeto de pesquisa explorado foram os conhecimentos alternativos dos estudantes, sendo a graduação, o nível de ensino mais presente entre os trabalhos, ficando um pouco acima da Educação Básica. Ainda em relação a esse indicador, o Centro-Oeste do Brasil foi a região com maior inclinação em analisar essas questões.

Em seguida destaca-se o descritor Currículo e programa, tendo como principais objetos pesquisados o emprego de metodologias de ensino ao longo de disciplinas, semestres ou cursos; e a avaliação curricular, sendo explorada predominantemente na graduação. Foram quase inexistentes as publicações referentes ao Ensino Básico.

Finalizando as principais tendências de pesquisas nacionais, observou-se o indicador Formação de professores, inclinado a averiguar, sobretudo os processos de formação continuada envolvendo os profissionais do Ensino Básico. O Norte e o Nordeste do país foram as regiões que se mostraram mais propensas em estudar esta problemática, abordando principalmente a temática relacionada ao metabolismo das biomoléculas (eixo II).

Abrindo espaço para as lacunas encontradas, foi possível perceber a ausência de publicações destinadas aos demais focos temáticos propostos por Megid Neto, com destaque negativo aos indicadores Políticas públicas, Organização da instituição escolar e História no Ensino de Ciência, que não apresentaram nenhuma pesquisa.

Além dessas ausências, também foi possível verificar pouquíssimas publicações que exploraram os cursos de formação na Pós-graduação, representando cerca de 1,8% da produção nacional examinada, dado preocupante, tendo em vista que é nesse contexto que são formados os futuros docentes que irão atuar nos mais diversos cursos existentes, incluindo os de formação inicial de professores.

Desde modo, aponta-se a necessidade de ampliar o número de pesquisas brasileiras envolvendo os descritores pouco examinados, bem como os estudos conduzidos na Pós-graduação, com intuito de entender melhor como se dá formação desses futuros profissionais, preferencialmente, os que vão atuar como docentes nos cursos de graduação.



Outro ponto revelado nos resultados desta dissertação, foi a participação da REnBio na divulgação dos trabalhos relacionados ao ensino de Bioquímica. A revista se destacou durante as análises e foi o principal meio de disseminação dos artigos produzidos nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, bem como das pesquisas conduzidos nos estados do Sudeste do país. Os textos oriundos desse periódico têm origem nas apresentações realizadas nos encontros promovidos pela Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio), dado que reforçou a contribuição e importância dos eventos científicos na divulgação e consolidação do Ensino da Bioquímica durante os anos de 2010 a 2019.

Em relação às pesquisas estrangeiras, as problemáticas Conteúdo-método e Recursos didáticos também se destacaram de forma predominante, indicando uma proximidade entre as pesquisas nacionais e as conduzidas pelos demais países do globo. Assim como na produção brasileira, outros focos temáticos também se fizeram presentes nos trabalhos, como o descritor Currículos e programas; Características do aluno e História da Ciência.

Também foi possível apontar algumas ausências em torno dessas produções, porém em síntese, as publicações dedicadas a discutir o ensino dos conceitos bioquímicos exibem uma atenção sobretudo aos focos temáticos ligados ao “como ensinar determinado conteúdo” (Conteúdo-método, Recursos didáticos e Currículos e programas), tendo os demais elementos que cercam o processo de ensino-aprendizagem pouca ou nenhuma relevância nas investigações, dinâmica muito semelhante a encontrada nas pesquisas brasileiras.

A partir dos estudos analisados, é possível indicar que os trabalhos de origem nacional e estrangeira atendem às expectativas do que se entende por ensino de Bioquímica, exibindo publicações que pesquisam essencialmente a didática do como ensinar um determinado conteúdo e distanciando das temáticas mais presentes nas investigações em Educação, deste modo, sinaliza-se que até o momento desta dissertação, ainda não é possível considerar a existência de um campo científico voltado a Educação Bioquímica e sim ao Ensino de Bioquímica.

Entre as dinâmicas observadas nos artigos estrangeiros, visualizou-se uma grande inclinação aos estudos envolvendo os cursos de graduação, deixando bastante de lado as pesquisas cercando a Educação Básica, situação contrária a produção do Brasil que

apresentou em suas tendências predisposições semelhantes aos dois níveis de ensino. Já em relação a Pós-graduação, esse nível de ensino permaneceu pouco analisado, apesar de exibir um percentual de textos um pouco maior que as obras nacionais, mostrando-se assim, uma lacuna tanto na pesquisa brasileira como nos estudos estrangeiros.

No cenário internacional construído a partir das publicações nacionais e estrangeiras, tem-se o indicador Conteúdo-método como a problemática mais explorada em todos os continentes estudados, com exceção da Oceania. Entre os objetos mais examinados estiveram as metodologias de ensino voltadas, de forma predominante, a experimentação e, em seguida, a investigação e ao uso de casos. O nível de ensino mais averiguado foi a graduação, inserido em uma quantidade de publicações quatro vezes maior que a Educação Básica. Já entre as temáticas sondadas pelos textos, os conteúdos relacionados as estruturas, propriedades e funções das biomoléculas permaneceram evidenciados.

A segunda categoria mais analisada foram os Recursos didáticos, mantendo esse posto nos países sul-americanos, norte-americanos, europeus e asiáticos, com exceção da Oceania e África. Esses estudos sondaram principalmente o emprego dos *softwares* e dos modelos físicos no ensino dos conceitos envolvidos no armazenamento, transmissão e expressão das informações biológicas. Esses artigos ainda exibiram uma forte relação com a educação na Graduação. Entre os periódicos que mais divulgaram essas publicações, estiveram as revistas REB e BMBE como as maiores divulgadoras.

Em seguida, esteve o descritor Currículo e programa, averiguando o uso de metodologias de ensino durante uma disciplina, semestre ou curso, bem como analisando as propostas curriculares e discutindo aspectos voltados a avaliação dos estudantes e dos instrumentos de avaliação. Entre os locais que mais tenderam a examinar essas questões, descaram-se a Oceania e a América do Norte, estudando, predominantemente, os cursos de graduação, discutindo sobre as temáticas enquadradas no Eixo V, em que são analisados as técnicas e métodos para o ensino de Bioquímica sem focar em um conceito específico. Já em relação aos principais divulgadores dessa produção, foi possível sinalizar as revistas BMBE e EC.

Por sua vez, a problemática Característica do aluno também demonstrou uma maior inclinação aos estudantes advindos da graduação, investigando questões voltadas aos

conhecimentos alternativos e as dificuldades de aprendizagem. Entre as temáticas bioquímicas mais exploradas nas publicações estiveram os assuntos associados ao metabolismo das biomoléculas, sendo esses textos propagados tanto nos periódicos JBE quanto na REnBio e exibindo uma predisposição nas nações que compõem a região da América do Sul.

O último foco temático evidenciado no cenário internacional foi a História da Ciência que envolveu pesquisas relacionadas a revisões de literatura sobre temáticas associados a Bioquímica. Entre os países que desenvolveram esse tipo de averiguação, destacaram-se as nações norte-americanas, sendo divulgadas principalmente na revista EQ.

Comparando a produção nacional com a estrangeira, o Brasil apresentou um papel de destaque no continente Sul-americano, sendo a nação que mais publicou artigos nas revistas estrangeiras. Os estudos brasileiros, apesar de algumas peculiaridades, mostraram-se bastante alinhada as pesquisas conduzidas fora do país, exibindo tendências semelhantes e de acordo com a comunidade internacional.

Por fim, ressalta-se que esta dissertação pôde contribuir com a caracterização da produção dedicada ao ensino dos conceitos e fenômenos associados a Bioquímica, no entanto, devido às limitações e escolhas dos pesquisadores, os resultados descritos não podem ser considerados como universais ou que representam exatamente a comunidade de pesquisadores. Assim, reforça-se a necessidade do desenvolvimento de novas pesquisas que se debrucem sobre as investigações que examinam o ensino da Bioquímica, dando preferência a outros tipos de trabalhos como dissertações, teses e anais provenientes de encontros nacionais e internacionais.

## REFERÊNCIAS

ALTERMANN, C. D. C.; GARCIA, A.; MELLO-CARPES, P. B. Apresentação de resultados de pesquisas científicas como estratégia para aumentar o interesse dos alunos em fisiologia. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 14, p. 89-98, 2016.

ARAÚJO, C. M.; OLIVEIRA, M. C. S. L. Contribuições de Bourdieu ao tema do desenvolvimento adolescente em contexto institucional socioeducativo. **Pesquisas e Práticas Psicossociais**, São João del-Rei, v. 8, n. 2, jul./dez. 2013.

BALDINO, R. R.; Ensino da Matemática ou Educação Matemática? **Revista Temas e Debates**, v. 4, n.3, p. 51-60, 1991.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto-PRT: Porto Editora, 1994.

BOURDIEU, P. **Razões práticas: sobre a teoria da ação**. Trad. Mariza Corrêa. São Paulo: Papyrus, 1996.

BOURDIEU, P. **A economia das trocas simbólicas**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.

BOURDIEU, P. **Coisas ditas**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

BOURDIEU, P. Entrevista a Yvette Delsault: sobre o espírito da pesquisa. **Tempo Social**, v. 17, n. 1, p. 175-210, jul. 2005.

BOURDIEU, P. **Meditações pascalianas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

BOURDIEU, P. O campo científico. In: ORTIZ, R. (org.) **Pierre Bourdieu: sociologia**. São Paulo: Ática, 1983. p. 122-155. 1983.

BOURDIEU, P. **Questões de Sociologia**. Trad. Miguel Serras Pereira. Lisboa: Fim de Século, 2003.

BRUNO, A. N.; HORN, A. C. M.; LANDGRAF, S. S. Introdução à biotecnologia. In: BRUNO, A. N. (org.). **Biotecnologia I: Princípios e Métodos**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

CABRAL, T. L. O.; SILVA, F. C.; PACHECO, A. S. V.; MELO, P. A. A Capes e suas Sete Décadas: trajetória da pós-graduação stricto sensu no Brasil. **Revista Brasileira de Pós-graduação**. Brasília, v.16, n. 36, out. 2020.

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

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento de Área: Área 46 Ensino**. Brasília, 2019a. Disponível em: <[http://capes.gov.br/images/Documento\\_de\\_%C3%A1rea\\_2019/ENSINO.pdf](http://capes.gov.br/images/Documento_de_%C3%A1rea_2019/ENSINO.pdf)>. Acesso em: 27 de janeiro de 2020.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Menu CAPES. Avaliação. **Sobre as áreas de avaliação**. Brasília, 2019b. Disponível em: <<http://capes.gov.br/avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao>>. Acesso em: 29 maio 2020.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Relatório de Avaliação: Ensino, 2017**. Disponível em: <<https://capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/relatorios-finais-quadrional-2017/20122017-ENSINO-quadrional.pdf>>. Acesso em 7 de março de 2020.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. GEOGAPES - Sistema de informação Georreferenciadas. **Distribuição de programas de pós-graduação no Brasil**. Visão Analítica. Unidade Federativa. Brasília, 2021a. Disponível em: <<https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>>. Acesso em: 26/10/2021.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. GEOGAPES - Sistema de informação Georreferenciadas. **Distribuição de programas de pós-graduação no Brasil**. Visão Analítica. Área de Avaliação. Brasília, 2021b. Disponível em: <<https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>>. Acesso em: 26/10/2021.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Tradução Newton R. Eicheberg. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARVALHO, K. F. Os conceitos de habitus e campo na Teoria de Pierre Bourdieu. **Revista Cadernos de campo**, Araraquara, n. 9, p. 101-111, 2003. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/cadernos/article/view/10510/6830>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2020.

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 2020.

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: 08/10/2021.

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.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências - Fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2018.

DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DUBET, F. Le sociologue de l'éducation. **Magazine Littéraire**, Paris, n. 369, p. 45-47, oct. 1998.

FERES, G. G. **A Pós-Graduação em Ensino de Ciências no Brasil**: uma leitura a partir da Teoria de Bourdieu. 2010.337 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

FERREIRA, C. R. C.; GONÇALVES, H. J. L. Mapeando tendências da pesquisa na área de Educação em Bioquímica da SBBq de 2006 a 2016. **Journal of Biochemistry Education**, v. 15, n. 1, 2017.

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

FRANCISCO, C. A.; ALEXANDRINO, D. M.; QUEIROZ, S. L. Análise de dissertações e teses sobre o ensino de química no Brasil: produção científica de programas de pós-graduação em destaque. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, p. 21-60, 2015.

FREITAS, L. P. S. R. **O método de estudo de casos mediado pela sala de aula invertida para potencialização do desenvolvimento da autonomia da aprendizagem durante o processo formativo de futuros professores de química**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2018.

GARCIA, M. M. A. O campo das produções simbólicas e o campo científico em Bourdieu. **Card. Pesq.**, São Paulo, n. 97, p. 64-72, maio 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, I. S.; CAMINHA, I. O. Guia para estudos de revisão sistemática: uma opção metodológica para as Ciências do Movimento Humano. **Movimento**, v. 20, n. 01, p. 395-411, jan/mar. 2014.

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.

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.

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, 2020. p. 23-39.

GRAS, R. Uso do CHIC na Formação de Educadores. Prefácio. In: VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. (Org.). **Uso do CHIC na Formação de Educadores**: à guisa de

apresentação dos fundamentos e das pesquisas e foco. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. p. 8-10.

GRAS, R., RÉGNIER, J. C. Origem e Desenvolvimento da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.). In: VALENTE, J. A., ALMEIDA, M. E. B. (Org.). **Uso do CHIC na Formação de Educadores:** à guisa de apresentação dos fundamentos e das pesquisas e foco. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. p.18-35

GRAS, R.; RÉGNIER, J. C. Origem e Desenvolvimento da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.). In: VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. (Org.). **Uso do CHIC na Formação de Educadores:** à guisa de apresentação dos fundamentos e das pesquisas e foco Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015, p. 22-45.

GUERREIRO, J. R. G.; BATTINI, O. Novas tecnologias na educação básica: desafios ou possibilidades? In: Jornada de didáticas, desajios 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: 24 agost 2021.

HAYAISHI, O. IUB(MB) 50th Anniversary. **IUBMB Life**, v. 57, p.213 - 214, April/May 2005.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Resumo técnico do Censo da Educação Superior 2019**. Brasília: Instituto

KETTLES A. M.; CRESWELL, J. W.; ZHANG, W. Mixed methods research in mental health nursing. **J Psychiatr Ment Health Nurs**, v. 18, n. 6, p. 535-42, 2011.

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.

LOGUERCIOA, R.; SOUZA, D.; DEL-PINO, J. C. D. Mapeando a educação em bioquímica no Brasil. **Ciências & Cognição**, v. 10, p. 147-155, 2007.

MARIOTTI, H. **As paixões do ego:** Complexidade, política e solidariedade. 3 ed. São Paulo: Palas Athena, 2000.

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. **Pesquisa em Educação e Ciências**, v. 23, 2021.

MASSI, L.; AGOSTINI, G.; NASCIMENTO, M. M. A Teoria dos Campos de Bourdieu e a Educação em ciências possíveis articulações e apropriações. **RBPEC**, v. 21, p. 1-29, jan-dez. 2021.

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.

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.

MORAES, R. Mergulhos discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In: FREITAS, J. V.; GALIAZZI, M. C. (Org.). **Metodologias Emergentes de Pesquisa em Educação Ambiental**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MORGAN, D. Paradigms Lost and Pragmatism Regained, Methodological Implications of Combining Qualitative and Quantitative Methods. **Journal of Mixed Methods Research**, v. 1, n. 1, p. 148-176, Jan. 2007.

NARDI, R. Uma pesquisa em ensino de Ciências e Matemática no Brasil. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 21, n. 2, p. IV, junho de 2015. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151673132015000200001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151673132015000200001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 25 de janeiro de 2020.

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.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OLIVEIRA, C. M. S. O que é a Ciência e o fazer Ciência para Bourdieu? **Par'a'iwa - Rev. dos pós-graduandos de sociologia da UFPB**, João Pessoa, n.1, dez. 2001.

OLIVEIRA, M. M. **Como Fazer Pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Vozes, 2003.

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.

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.

PPGEC - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências. **Apresentação**. Programa. 2020. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/ppgeducacaociencias/programa/apresentacao/>>. Acesso em 7 de março de 2020.

RAMOS, C. R.; SILVA, J. A. A emergência da Área de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES enquanto comunidade científica: um estudo documental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 363-380, 2014.



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, 2020a. p. 41-84.

RÉGNIER, J. C.; ANDRADE, V. L. V. X. Usando o software CHIC. 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, 2020b. p. 85-164.

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. de 2021.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

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.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta paul. enferm**. v. 20, n. 2, jun. 2007.

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.

SANTOS, J. L. G.; ERDMANN, A. L.; MEIRELLES, B. H. M.; LANZONI, G. M. M.; CUNHA, V. P.; ROSS, R. Integração entre dados quantitativos e qualitativos em uma pesquisa de métodos mistos. **Texto Contexto Enferm**, v. 26, n. 3, 2017.

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 2021.

SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Cadernos SBPC, 2004. Disponível em: <[http://www.sbpnet.org.br/site/publicacoes/outras-publicacoes/caderno\\_digital/caderno\\_7.pdf](http://www.sbpnet.org.br/site/publicacoes/outras-publicacoes/caderno_digital/caderno_7.pdf)>. Acesso em: 31 Maio 2021.

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, V. A.; SOARES, M. H. F. Conhecimento prévio, caráter histórico e conceitos científicos: o ensino de Química a partir de uma abordagem colaborativa da aprendizagem. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 209-219, agost. 2013.

SILVA, W. S. Lessons learned from a greatmaster!. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 13, n. 1, p.7-8, 2015.

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.

SIMIELLI, **Maria Elena Ramos**. Geoatlas. 33ª edição. São Paulo: Ática, 2009. p. 12

SLATER, E. C. The uncertain birthday of IUB. **Trends Biochem. Sci.** v. 5, n. 4, p. 10 – 11. 1980.

SLATER, E. C. This is the IUBMB History: The History of IUB(MB). **IUBMB Life**, v. 57, p. 203-211, April/May 2005.

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.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: “INFANCIA E PRATICAS EDUCATIVAS”. 2007, Maringá-PR. **Anais do EPE**. Maringá: UFV, 2007, p. 110-114. Disponível em: <<http://www.dma.ufv.br/downloads/MAT%20103/2015-II/slides/Rec%20Didaticos%20-%20MAT%20103%20-%202015-II.pdf#:~:text=Recurso%20did%C3%A1tico%20%C3%A9%20todo%20material%20utilizado%20como%20auxilio,para%20ser%20aplicado%20pelo%20professor%20a%20seus%20alunos.>>. Acesso em: 04 jul. 2021

TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em ensino de biologia no Brasil [1972-2004]:** um estudo baseado em dissertações e teses. 2008. 418 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

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.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. A produção acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil - 40 anos (1972-2011): Base institucional e tendências temáticas e metodológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 521-549. Ago. 2017.

THIRY-CHERQUES, H. R. Pierre Bourdieu: a teoria na prática. **Rev. Adm. Pública**. Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 27-55, jan./fev. 2006.

VANDENBERGHE, F. "The real is relational"; an epistemological analysis of Pierre Bourdieu's generative structuralism. **Sociological Theory**, v. 17, n. 1, p. 32-67, Mar. 1999.

WALLERSTEIN, I. **Para abrir as ciências sociais**. São Paulo: Cortez, 1996.

WANNMACHER, C. M. D. Federal University Of Rio Grande Do Sul: Its Role In The Biochemistry Teaching In The Southernmost Brazilian States. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v.12, n.1, p. 73, 2014.

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.