

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

**G
A
B
R
I
E
L
I

A
L
M
E
I
D
A

M
O
R
E
I
R
A**

**A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE QUÍMICA:
UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**

GABRIELI ALMEIDA MOREIRA

2025

PARANAVAÍ

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR – PPIFOR**

**A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE QUÍMICA:
UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**

GABRIELI ALMEIDA MOREIRA

PARANAVAÍ

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVÁI
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

**A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE QUÍMICA:
UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**

Dissertação apresentada por Gabrieli Almeida Moreira, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino. Área de Concentração: Formação Docente Interdisciplinar.

Orientadora:
Prof^(a). Dra.: Shalimar Calegari Zanatta

PARANAVÁI
2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Almeida Moreira, Gabrieli

A alfabetização científica no ensino de química:
uma análise bibliométrica / Gabrieli Almeida
Moreira. -- Paranavaí-PR, 2025.

86 f.: il.

Orientador: Shalimar Calegari Zanatta.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico em Ensino: "Formação Docente
Interdisciplinar") -- Universidade Estadual do
Paraná, 2025.

1. Ensino de Química. 2. Alfabetização Científica.
3. Bibliometrix. I - Calegari Zanatta, Shalimar
(orient). II - Título.

GABRIELI ALMEIDA MOREIRA

**A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE QUÍMICA:
UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Shalimar Calegari Zanatta – Orientadora – UNESPAR,
campus de Paranavaí.

Prof^a Dr^a Hercilia Alves Pereira De Carvalho – Membro da
Banca – UFPR.

Prof^o Dr^o Hederson Aparecido De Almeida – Membro da Banca
– UNESPAR, campus de Paranavaí.

Resultado: Aprovada

Data de aprovação:

27/03/2025

Honro o fechamento deste ciclo dedicando minha monografia aos meus pais, Ivori e Sirlene, que são pilares da minha formação como ser humano. Dedico também este trabalho à minha orientadora Shalimar, pela postura impecável, mantendo-se ao meu lado diante das adversidades que surgiram durante o percurso desta pesquisa.

Ao meu companheiro de vida, Elton, que nunca duvidou da minha capacidade, principalmente, nos momentos em que eu mesma duvidei. Sua presença foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos de curso e grandes companheiros de jornada. Em especial às brilhantes amigas, Ariely e Stefany, pelo excepcional apoio e incentivo. E não menos importante, dedico este trabalho a Deus. Somente através da ajuda de sua inteligência infinita a conclusão deste trabalho se tornou real. Portanto, dedico esta dissertação a Ele. Com muita gratidão no coração.

AGRADECIMENTOS

Concluir esta pesquisa representa não apenas a realização de um sonho, mas também a soma de esforços, incentivos e amor de pessoas e entidades, que estiveram ao meu lado. Expresso minha profunda gratidão a todos que contribuíram para que este momento se tornasse realidade.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa, o que permitiu minha dedicação a este estudo. Ao Programa de Pós-Graduação PPIFOR, por oferecer aulas e momentos enriquecedores, em um ambiente acadêmico estimulante e propício ao desenvolvimento intelectual.

À minha orientadora, Professora Dr^a Shalimar, minha eterna gratidão por sua orientação sábia e paciente, por acreditar no meu potencial e por me guiar com dedicação e amizade, ao longo deste percurso.

Aos meus pais, Ivori e Sirlene que, com amor incondicional e valores sólidos, ensinaram-me a importância da educação e sempre me incentivaram a buscar meus sonhos. Sem o apoio e a confiança de vocês, este caminho teria sido muito mais árduo.

À minha fiel companheira, Serena, minha cachorrinha, que esteve ao meu lado em todas as horas de estudo, oferecendo conforto e alegria nos momentos de cansaço. Sua presença foi um alento constante.

Agradeço, profundamente, a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria para superar os desafios encontrados ao longo desta jornada. À Nossa Senhora Aparecida, por sua intercessão e proteção constantes, guiando-me com seu olhar maternal e amparando-me nos momentos de dificuldade.

A todos os amigos, colegas e professores que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero muito obrigada. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada momento compartilhado foram fundamentais para a conclusão desta etapa.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

ALMEIDA MOREIRA, Gabrieli. **A Alfabetização Científica no Ensino De Química: uma análise bibliométrica.** 86 f. Dissertação de Mestrado em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí. Orientadora: Shalimar Calegari Zanatta. Paranavaí, 2025.

RESUMO

A inadequada formação científica dos alunos, evidenciada pelo baixo desempenho em avaliações internacionais e pela dificuldade em conectar conceitos científicos com os fenômenos do cotidiano têm sido foco de vários estudos, ao longo dos últimos anos. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa consiste em verificar quais metodologias didático-pedagógicas e quais conteúdos de Química têm sido apontados como eficientes para promover a Alfabetização Científica (AC) dos alunos do Ensino Médio. Como metodologia para a coleta de dados e constituição do *corpus* da pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica e, posteriormente, uma análise bibliométrica, por meio do *software Bibliometrix*. Foram identificados 14 artigos na base de dados *Scopus*, em revistas indexadas, seguindo critérios de relevância, alinhamento temático e citação global. Este material sofreu nova busca no *Bibliometrix*, a fim de ampliar as informações sobre o *corpus*, com a intenção de coletar informações mais abrangentes sobre o tema. Os trabalhos foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), o que viabilizou a identificação de tendências metodológicas e conteúdos recorrentes. Os resultados das análises indicam que as metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (APB), a Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), o Ensino por Investigação (EI) e o uso de Textos Literários de Divulgação Científica (TLDC) demonstram maior potencial para fomentar a AC. Estas abordagens incentivam a argumentação, a resolução de problemas e a reflexão crítica, o que permite aos alunos compreenderem a relevância da Química para resolver questões sociais, ambientais e tecnológicas. Em relação aos conteúdos, verificou-se a presença de temas relacionados a mudanças climáticas, poluição ambiental e segurança alimentar. Isto sugere que deve haver investimentos na formação docente, para a disseminação de sólidos conhecimentos interdisciplinares, que podem auxiliar na promoção da AC do estudante de Química.

Palavras-chave: Ensino de Química; Alfabetização Científica; Bibliometrix.

ALMEIDA MOREIRA, Gabrieli. **The Scientific Literacy in Chemistry Education: A Bibliometric Analysis** 86 f. Dissertation (Master's in Teaching: Interdisciplinary Teacher Training) – State University of Paraná. Advisor: Shalimar Calegari Zanatta. Paranavaí, 2025.

ABSTRACT

The students' inadequate scientific training, evidenced by their low performance in international assessments and by their difficulty in connecting scientific concepts with everyday phenomena, has been the focus of several studies over the last few years. Therefore, the objective of this research is to verify which didactic-pedagogical methodologies and which Chemistry contents have been pointed as efficient in promoting Scientific Literacy (SC) among high school students. As methodology for data collection and constitution of the research corpus, a bibliographic review was carried out and, subsequently, a bibliometric analysis, using the Bibliometrix software. Fourteen articles were identified in the Scopus database, in indexed journals, following criteria of relevance, thematic alignment and global citation. This material underwent a new search in Bibliometrix, in order to expand the information on the corpus, with the intention of collecting more comprehensive information on the subject. The articles were analyzed through Discursive Textual Analysis (DTA), which enabled the identification of methodological trends and recurring contents. The results of the analyses indicate that active methodologies, such as Problem-Based Learning (APB), the Science-Technology-Society Approach (STS), Research-Based Teaching (IE) and the use of Literary Texts for Scientific Dissemination (TLDC) demonstrate greater potential to foster CA. These approaches encourage argumentation, problem-solving and critical reflection, which allows students to understand the relevance of Chemistry to solve social, environmental and technological issues. Regarding the contents, the presence of themes related to climate change, environmental pollution and food security was verified. This suggests that there should be investments in teacher training, to disseminate solid interdisciplinary knowledge, which can help promote the CA of Chemistry students.

Keywords: Chemistry Teaching; Scientific Literacy; Bibliometrix.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Filtros selecionados para a plotagem dos gráficos	30
Quadro 2 – Categorias iniciais e descrição das unidades de sentido	35
Quadro 3 - Artigos encontrados pelo bibliometrix	36
Quadro 4 – Descrição dos conteúdos e metodologias	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da Análise Textual Discursiva	34
Figura 2 - Produção científica global dos artigos encontrados	67
Figura 3 - Países mais citados quanto ao tema	68
Figura 4 - Produções mais citadas, globalmente	69
Figura 5 - Palavras mais relevantes quanto ao tema	70
Figura 6 - Nuvem com palavras-chave, mais frequentes, no <i>corpus</i> da pesquisa	71
Figura 7 - Instituições mais relevantes quanto ao tema	71
Figura 8 - Autores mais relevantes sobre o tema	72
Figura 9 - Interface do site oficial R project	82
Figura 10 - Interface do site oficial R project	83
Figura 11 - Interface do site oficial R project	83
Figura 12 - Interface do site oficial Rstudio	84
Figura 13 - Interface do pacote Rstudio	85
Figura 14 - Fluxograma dos comandos de instalação do Bibliometrix	86
Figura 15 - Interface do Bibliometrix	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3A - Anotação, Análise e Alteração
4D - Definir, Projetar, Desenvolver e Disseminar
AC - Alfabetização Científica
ADDIE - Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação
AIQ - Ano Internacional da Química
ATD - Análise Textual Discursiva
BNCC - Base Nacional Comum Curricular
COVID 19 - Coronavírus Disease 2019
CRAN - *Comprehensive R Archive Network*
CTS - Ciência/Tecnologia/Sociedade
DASTTC - *Draw-A-Science-Teacher-Test Checklist*
DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
DOI - Identificador Digital
EUA - Estados Unidos da América
HOCS - Higher Order Cognitive Skills
IBBD - Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação
IBICT- Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica
IBSE - *Inquiry-Based Science Education*
INAF - Indicador de Analfabetismo Funcional
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
IRA - Iniciação-Resposta-Avaliação
ISSN - Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas
LC - Letramento Científico
LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LOCS - Lower Order Skills
MEC - Ministério da Educação
OCDE - Organisation For Economic Co-Operation And Development
PAR - Pesquisa-Ação Participativa
PBL - Project Based Learning
PCN - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PISA - Programme for International Student Assessment
SD - Sequência didática
SNCT - Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*
TAS - Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel
TLDC - Textos Literários de Divulgação Científica

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

USAID - United States Agency for International Development .

USP - Universidade de São Paulo

WWW - World Wide Web

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1. O Ensino de Ciências e Química no Brasil: um breve histórico.....	19
2.2. Alfabetização Científica ou Letramento Científico: similaridades e divergências no uso dos termos.....	23
2.3. Os impactos do analfabetismo científico no cotidiano da população brasileira	26
3. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	29
3.1 O passo a passo da coleta de dados.....	29
3.2 A análise bibliométrica	31
3.3 A Análise Textual Discursiva como ferramenta da pesquisa qualitativa.....	33
3.3.1 A aplicação da ATD no <i>corpus</i> da pesquisa.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Descrição dos conteúdos e metodologias apontados no <i>corpus</i> da pesquisa....	39
4.1.1 ART01.....	40
4.1.2 ART02.....	41
4.1.3 ART03.....	42
4.1.4 ART04.....	44
4.1.5 ART05.....	46
4.1.6 ART06.....	48
4.1.7 ART07.....	48
4.1.8 ART08.....	49
4.1.9 ART09.....	50
4.1.10 ART10.....	52
4.1.11 ART11.....	55
4.1.12 ART12.....	55
4.1.13 ART13.....	57
4.1.14 ART14.....	59
4.2 Síntese das discussões.....	62
4.3 Análise dos dados gerados pelo Bibliometix.....	66
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE	82

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, exercer a docência se tornou um grande desafio, pois, licenciada em Química, pelo Instituto Tecnológico Federal do Paraná, campus de Paranavaí/PR, e atuando como professora da rede estadual de ensino, minhas vivências no chão da escola têm evidenciado que os estudantes não gostam de Química, assim como, de Física e Matemática; ou seja, eles não apreciam as áreas que sustentam o desenvolvimento científico e tecnológico. Chegar a esta consideração é frustrante e, ao mesmo tempo, preocupante.

Ademais, diversas pesquisas da área de ensino em Ciências, tais como as realizadas por Chassot (2000), Mamede e Zimmermann (2005) e Carvalho (2015) apontam que a ineficiência do processo de ensino e aprendizagem, em Ciências, para a formação científica do indivíduo, tem sido uma das responsáveis pelos resultados supracitados. Os referidos autores alegam que o ensino formal deve buscar promover a Alfabetização Científica (AC) do estudante, para que este seja inserido, de forma consciente e racional, como cidadão da sociedade contemporânea.

De acordo com a reforma do Ensino Médio (EM), promulgada pela Lei Nº 13.415 de 2017, as 3.000 horas da carga horária necessária para completar a etapa do Ensino Médio deve ser composta por 1,8 mil horas¹ de Formação Geral Básica, sendo que o restante deve ser complementada por Itinerários Formativos, que devem ser escolhidos pelos estudantes. Estes Itinerários são formados pelas seguintes áreas: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

No entanto, analisando o cenário atual das instituições escolares de EM, é possível observar que a minoria dos estudantes escolhe Ciências da Natureza e suas Tecnologias (área composta pela Física, Química e Biologia) e, quando eles o fazem, em muitas ocasiões, a escola não consegue formar turmas, devido ao número insuficiente de alunos.

¹ A Lei 14.945, de 2024, sancionada dia 31 de outubro de 2024, pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva, altera textos da Lei 13.415. O início de implementação das reformas deve ocorrer já em 2025, para os alunos ingressantes no ensino médio. Uma das principais alterações é o aumento da carga horária para a formação geral básica, de 1,8 mil para 2,4 mil horas, para alunos que não optarem pelo ensino técnico. A carga horária total do ensino médio continua a ser de 3 mil horas para os três anos e 200 dias letivos por ano. As 600 horas restantes serão completadas pelos itinerários formativos.

Anteriormente, no segundo parágrafo, mencionamos que alguns autores defendem que é necessário fomentar o desenvolvimento da AC do estudante, no sentido de que este seja formado para atuar, de forma consciente e racional, no contexto em que se encontra inserido. Portanto, acreditando que uma população alfabetizada cientificamente mostra consciência ambiental local, nacional e global; cuida da sua saúde e a de seus familiares, de forma adequada; evita acidentes domésticos, como ingerir algo inapropriado, não é causador de explosões e nem utiliza receitas “milagrosas”, opina, de forma consciente, sobre os avanços tecnológicos; identifica *fake news*; não utiliza seus recursos financeiros para adquirir pulseiras ou água “magnética”, entre outros artefatos meta-científicos que prometem milagres, formulamos a seguinte questão norteadora: - Como promover a Alfabetização Científica nas aulas de ensino de Química?

Como objetivo geral desta pesquisa propomos investigar quais metodologias didático-pedagógicas podem ser utilizadas para promover a AC. Como objetivos específicos, buscamos realizar um levantamento dos trabalhos significativos sobre o tema, publicados nos últimos anos, assim como, verificar quais conteúdos curriculares de Química podem contribuir para a promoção da AC.

Para a coleta de dados, foi realizada uma revisão bibliográfica de produções científicas, que abordam metodologias e conteúdos da Química, direcionados para fomentar o desenvolvimento da AC dos estudantes. Para tal procedimento, utilizamos a *Scopus*, uma base de dados internacional, que agrega uma ampla representação da produção científica na América Latina. Ademais usamos, também, o *software* Bibliometrix, uma ferramenta que tem se mostrado eficiente para a extração e análise de dados bibliométricos, de forma mais abrangente, apresentando potencialidade para abarcar uma ampla variedade de tópicos. A partir da identificação do *corpus* da pesquisa, este material passou por uma análise descritiva e detalhada, atendendo aos critérios estabelecidos pela Análise Textual Discursiva (ATD).

Para fins didáticos e a melhor compreensão do leitor, estruturamos esta dissertação, a partir da Introdução, da seguinte forma: no cap. 2, especificamente no subcapítulo 2.1, apresentamos uma trajetória histórica sobre o Ensino de Ciências e Química no Brasil; no 2.2, estabelecemos uma reflexão sobre os termos Alfabetização Científica (AC) e Letramento Científico (LC), que são adotados por diversos autores, algumas vezes para nominar o mesmo contexto, em outras para

indicar discrepâncias quanto ao uso. No subcapítulo 2.3, tratamos sobre os impactos do analfabetismo científico sobre a população brasileira.

Já no cap. 3, apresentamos os encaminhamentos metodológicos da investigação, sendo que, no subcapítulo 3.1, descrevemos o passo a passo da coleta de dados; no 3.2, caracterizamos a análise bibliométrica como ferramenta potencializadora para a coleta de dados; no 3.3, discorremos sobre a ATD, como ferramenta de pesquisa qualitativa, e na 3.3.1, descrevemos a aplicação da ATD no *corpus* da investigação, a fim de construirmos novas interpretações. No cap. 4, realizamos discussões importantes sobre os resultados das análises, sendo que, para isto, organizamos os subcapítulos de 4.1 a 4.14, um para cada artigo. No subcapítulo 4.2, apresentamos uma síntese dos resultados; no 4.3, discorremos sobre os dados gerados pelo Bibliometrix. Finalmente, no cap. 5, tecemos as nossas “Considerações finais”.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao longo deste capítulo, inicialmente, delineamos uma trajetória sobre o ensino de Ciências, no Brasil. Em seguida, tratamos, especificamente, sobre o ensino de Química, em nosso país, discorrendo, na sequência, sobre a AC e o LC, com suas particularidades. Também abordamos os impactos do analfabetismo científico na vida da população brasileira.

2.1 O Ensino de Ciências e Química, no Brasil: um breve histórico

Antes de abordarmos o Ensino de Química, especificamente, apresentamos uma breve linha do tempo sobre o Ensino de Ciências, no Brasil. É importante saber que o Brasil negligenciou o Ensino de Ciências por muitos anos, sendo que, sua obrigatoriedade foi promulgada apenas em 21 de dezembro de 1961, pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº 4.024 (Brasil, 1961). Esta ação foi vinculada à necessidade de ampliar o desenvolvimento tecnológico, intensificada com o término da II Guerra Mundial, que tinha como base uma Ciência positivista (Rosa; Rosa, 2012).

Antes que o Brasil pudesse consolidar o processo de ensino e aprendizagem em Ciências, com o golpe Militar de 1964, a escola deixou de se preocupar com a formação do cidadão, em detrimento da formação do trabalhador. Esta instituição de formação do trabalhador foi cancelada pela Lei Nº 5.692/71, a qual traduzia qualidade como sinônimo de quantidade de conteúdos trabalhados.

Os investimentos na educação não acompanharam o aumento da demanda social, portanto, determinados órgãos governamentais brasileiros recorreram a parcerias com organizações internacionais, como a *United States Agency for International Development* (USAID). Tal situação propiciou maior participação e influência do setor externo, sob o pretexto de assessoramento e financiamento, sobretudo, na área educacional, conforme destaca Romanelli (1986).

Na década de 1960, o contexto social e político brasileiro propiciou a adoção da pedagogia por “Projetos”, iniciada nos Estados Unidos, com o intuito de ensinar Ciências para o desenvolvimento tecnológico. Neste caso, a Ciência era vista como uma área totalmente empírica, na qual o aluno, para aprender, deveria reproduzir experimentos, considerados chaves para a interpretação de um determinado

fenômeno. Acreditava-se que a reprodução desses experimentos, a observação dos resultados e o preenchimento das lacunas, ou dos questionamentos do caderno de atividades, garantiriam a aprendizagem. Esta metodologia, conhecida como “Instrução Programada”, influenciou o ensino de Ciência no mundo inteiro.

Esta forma de “ensinar” Ciência, pela Instrução Programada, está inserida no contexto da pedagogia comportamentalista, sob a crença de que a Ciência se desenvolve pelo empirismo, que fundamenta o Método Científico. Apesar das controvérsias sobre as justificativas do insucesso dos “Projetos”, o fato consensual é que este método fracassou, no Brasil, e em outros lugares do mundo.

Depois do fracasso dos “Projetos”, de acordo com Rosa e Rosa (2012), nos anos de 1980, o ensino de Ciências enfatizava a interdisciplinaridade, nascia o termo “Ciência/Tecnologia/Sociedade”, conhecido como enfoque CTS. As dificuldades em se determinar ações que efetivassem a interdisciplinaridade, as dificuldades de se fazer a transposição didática dos conteúdos de Ciência, em um enfoque tecnológico, e as dificuldades de compreensão do papel social desta, acrescentaram dificuldades ao já problemático processo de ensino e aprendizagem.

Paralelamente a estes fatores, podemos citar a disseminação de uma abordagem metodológica que ficou conhecida por Construtivismo e, que foi interpretado, por muitos professores de Ciências, como uma abordagem em que o aluno deve construir seu próprio conhecimento, de forma independente.

Para Saviani (2010), o Construtivismo teve grande influência no campo da pedagogia, na década de 1990, tornando-se referência para a orientação da prática pedagógica e para as reformas de ensino de vários países, incluindo, do Brasil. Para o autor, no Construtivismo pode ser identificada a teoria que veio dar base científica para o lema pedagógico “aprender a aprender”. Assim, os PCNs, propostos pelo MEC, em 1997, também conferiram grande destaque à perspectiva construtivista, conforme pode ser verificado na introdução do documento (Brasil, 1997).

O Construtivismo, no contexto educacional, está alicerçado em uma série de princípios explicativos do desenvolvimento e da aprendizagem humana, que se complementam, integrando um conjunto orientado para analisar, compreender e explicar os processos escolares de ensino e aprendizagem.

É relevante saber que a configuração do marco explicativo construtivista para os processos de educação escolar ocorreu sob a influência da psicologia genética, da teoria sociointeracionista e das explicações da atividade significativa, dentre outras influências. Vários autores partiram destas ideias para desenvolver e conceitualizar as várias dimensões envolvidas na educação escolar, deixando registradas inegáveis contribuições à teoria e à prática educativa. O núcleo central da integração de todas elas se refere ao reconhecimento da importância da atividade mental construtiva, nos processos de aquisição de conhecimento. Daí o termo construtivismo denominando esta convergência.

Entendemos, portanto, que o conhecimento não é visto como algo situado fora do indivíduo, a ser adquirido por meio de cópia do real, tampouco como algo que o indivíduo constrói, independentemente, da realidade exterior, dos demais indivíduos e de suas próprias capacidades pessoais. É, inicialmente, uma construção histórica e social, na qual interferem fatores de ordem cultural e psicológica.

Na primeira década de 2000, as discussões sobre o processo de ensino e aprendizagem enfatizaram uma Ciência relacional, buscando um ensino mais articulado, que superasse o saber fragmentado. Porém, todas as tentativas não se mostraram eficientes, já que a Avaliação do *Programme for International Student Assessment*, ou em português, Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, conhecido por PISA, demonstram que os resultados para Ciências, Matemática e Leitura e interpretação continuam vexatórios (PISA, 2022).

Quanto ao Ensino de Química, especificamente, como área do conhecimento ele se estabeleceu, no Brasil, em 1918, com a criação do Instituto de Química do Rio de Janeiro. Nesse mesmo ano, na Escola Politécnica de São Paulo, foi criado o curso de Química e, paulatinamente, a pesquisa científica foi se desenvolvendo.

Em 1920, foi criado o curso de Química Industrial Agrícola, em associação com a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária. Em 1933, esta parceria deu origem à Escola Nacional de Química, no Rio de Janeiro (Silva *et al.*, 2006).

No ano de 1934, foi criado o Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP), que é considerado a primeira instituição brasileira criada com objetivos explícitos de

formar químicos, cientificamente preparados. Hoje, ele é conhecido como Instituto de Química da USP (Mathias, 1979).

No Ensino Secundário brasileiro, a Química começou a ser ministrada como disciplina regular somente a partir de 1931, a partir da reforma educacional Francisco Campos. Segundo documentos da época, o ensino de Química tinha por objetivos dotar o aluno de conhecimentos específicos, despertar-lhe o interesse pela Ciência e mostrar a relação destes com o cotidiano (Macedo; Lopes, 2002).

No entanto, esta visão do científico relacionado ao cotidiano foi perdendo força, ao longo dos tempos, sendo que, desde a reforma da educação promovida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 5.692 de 1971, pela qual foi criado o ensino médio profissionalizante, foi imposto ao ensino de Química um caráter, exclusivamente, técnico-científico.

Até o início dos anos de 1980, havia duas modalidades que regiam o ensino médio brasileiro: a humanístico-científica, que se constituía em uma fase de transição para a universidade e preparava jovens para ter acesso a uma formação superior; e técnica, que visava a uma formação profissional do estudante. Ambas se mostraram ineficientes.

Com a promulgação da LDB nº 9.394 de 1996, o Ministério da Educação (MEC) lançou o Programa de Reforma do Ensino Profissionalizante, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), documentos que atendiam à exigência de uma integração brasileira ao movimento mundial de reforma dos sistemas de ensino, que demandavam transformações culturais, sociais e econômicas, exigidas pelo processo de globalização.

Em se tratando do ensino de Química, e dos conhecimentos nele envolvido, a proposta dos PCNEM é que sejam explicitados a multidimensionalidade, o dinamismo e o caráter epistemológico de seus conteúdos.

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e, assim, possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (Brasil, 1999, p. 31).

O supracitado documento enfatiza que, ao final do Ensino Médio, os jovens devem apresentar habilidades e competências, de acordo com os quatro pilares da educação do século XXI: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser (Márcio, 2011).

Em 2002, foram divulgados os PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais), direcionados aos professores e aos gestores de escolas, apresentando diretrizes mais específicas sobre como utilizar os conteúdos estruturadores do currículo escolar, objetivando o aprofundamento das propostas dos PCNEM (Brasil, 2002).

Anos depois, em 2018, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio foi homologada, agregando Química, Física e Biologia na área denominada de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O referido documento normatizou as aprendizagens essenciais para a formação dos estudantes, propondo um ensino menos fragmentado e menos conteudista, por meio da flexibilização curricular, determinando que as unidades temáticas: “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos” devem acompanhar os estudantes durante o período escolar (Brasil, 2018).

Diante do exposto, no que diz respeito ao processo educacional brasileiro, a educação tem sido tratada como objeto de campanha política, ficando totalmente à mercê da volatilidade dos mandatos de políticos e seus sistemas ideológicos.

No subcapítulo 2.2, discutimos sobre as diferentes concepções que envolvem a expressão Alfabetização Científica e Letramento Científico, buscando verificar quais são as similaridades e divergências apontadas pelos pesquisadores, quanto ao uso dos referidos termos.

2.2 Alfabetização Científica ou Letramento Científico: similaridades e divergências no uso dos termos

As expressões Alfabetização Científica (AC) e Letramento Científico (LC) têm sido difundidas na literatura e nas legislações oficiais que versam sobre educação, argumentando a favor da disseminação de uma Educação Científica que seja assegurada a todos, visando ao fomento da cidadania e da inclusão na cultura científica. Contudo, Sasseron e Carvalho (2011) alegam que os termos AC e LC têm sido adotados, às vezes, para caracterizar a mesma conjuntura, em outras,

com um deles representando um estágio maior do desenvolvimento cognitivo. Eles representam os termos mais utilizados na literatura sobre o ensino de Química e Ciências, por isso, não discutiremos outras expressões, que também são utilizadas, como é o caso de enculturação ou literacia científica, mas seu emprego é bem menor.

Em uma investigação etimológica, o alfabetizar se relaciona ao alfabeto, à disposição das letras de determinada língua, ao conjunto destas, que são caracteres do abecedário, cujo sentido é expresso pela escrita, enquanto o indivíduo letrado é alguém instruído, culto (Cunha, 2010).

No entendimento de Carvalho (2015, p. 9), “[...] alfabetizar e letrar são processos distintos, porém interligados”, pois a alfabetização é vista como instrução sobre os códigos alfabéticos, enquanto o letramento abrange os usos sociais, a partir do ato de ler e escrever. Segundo De Godoi Branco *et al.* (2020, p. 207):

Para o letramento científico é preciso: preparar o aluno para observar, ser curioso, criar, colaborar, compreender o mundo, a natureza, a tecnologia, os conhecimentos, as linguagens e as práticas específicas do componente curricular; os fenômenos devem ser compreendidos desde o seu contexto até outros mais amplos. É evidenciado um ensino que possibilite que os discentes compreendam, expliquem, escolham, tomem decisões e intervenham com base em princípios de sustentabilidade.

Nesse sentido, o LC vai além da base funcional da compreensão científica. Segundo Santos e Mortimer (2001), o LC não se limita à aquisição de conhecimentos básicos, mas envolve a capacidade de ler, interpretar criticamente e argumentar sobre os conteúdos veiculados por textos científicos. Trata-se, portanto, de uma habilidade que permite aos indivíduos se engajarem em discussões públicas sobre Ciência e Tecnologia, o que nos conduz a ideia de que o LC está intimamente ligado à cidadania ativa, enquanto a AC se limita a garantir que o indivíduo tenha conhecimento suficiente para interpretar e aplicar informações científicas.

Para Soares (1998, p. 18), “[...] Letramento é, pois, o resultado da ação de ensinar ou de aprender a ler e escrever: o estado ou a condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita”. Já na concepção de Freire (1989, p. 9), a alfabetização é uma apreensão do conhecimento e, nesse processo, “[...] a leitura do mundo precede a leitura da

palavra”, pois “[...] linguagem e realidade se prendem dinamicamente” e, assim sendo, “[...] a compreensão do texto a ser alcançada por sua leitura crítica implica a percepção das relações entre o texto e o contexto”. Dessa maneira, “[...] a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo, mas por uma certa forma de ‘escrevê-lo’ ou de ‘reescrevê-lo’, quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente” Freire (1989, p. 13). Compreendemos, então, que, na definição de Freire, o termo alfabetização se aproxima do termo letramento.

Já para Chassot (2003, p. 90), “[...] ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza”, significa ter capacidade para elaborar explicações do mundo natural, compreender a natureza, o mundo e suas relações. O referido autor (2000) argumenta que a AC está relacionada à mudança de paradigma social, então, ao invés de transmitir conteúdos, a escola deve formar indivíduos que sejam capazes de entender os impactos da ciência e da tecnologia em suas vidas diárias.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), a AC é uma habilidade essencial para que o cidadão comum seja capaz de interagir com o mundo tecnológico e científico que o cerca, compreendendo desde questões de saúde até impactos ambientais e tecnológicos.

Diante das noções apresentadas sobre AC e LC, em nossa concepção, ambos os termos, Letramento e Alfabetização Científica, vão além da transmissão dos conteúdos, portanto, podem ser considerados sinônimos.

É importante saber que o *Programme for International Student Assessment* (PISA) é o responsável por avaliar o letramento científico dos estudantes de 15 anos de idade, independentemente, da série que estão cursando. No Brasil, o Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) é quem organiza a aplicação da prova e seleciona a amostra de alunos. Em 2022, na última edição, participaram 81 países e 10.798 estudantes de 599 escolas das redes pública e privada (INEP, 2023).

De acordo com a *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (OCDE) (2016b, p. 36), órgão que elabora as avaliações, o LC representa o conhecimento da ciência e da tecnologia, aplicado no cotidiano do estudante. Nesse quesito, os estudantes brasileiros apresentam um desempenho insuficiente, desde sua primeira participação, em 2000. Em relação ao desempenho do país no PISA de 2022, ele permaneceu abaixo da média dos países da OCDE, ficando

evidentes os desafios do sistema educacional brasileiro. Em Ciências, o Brasil obteve 403 pontos, enquanto a média da OCDE foi de 485. Apenas 45% dos estudantes atingiram o nível mínimo de proficiência (nível 2), em comparação a 76% dos alunos, na média da OCDE. Além disso, apenas 1% dos estudantes brasileiros alcançaram os níveis mais altos de desempenho (5 ou 6), enquanto a média da OCDE foi de 7% (OECD, 2022).

Vale ressaltar que, segundo o que foi discutido neste trabalho, “[...] o objetivo da alfabetização científica não é formar cientistas, é fornecer meios para que o aluno possa se desenvolver com base nos conhecimentos científicos, para que ele possa desenvolver habilidades” (Soares *et al.*, 2021. p. 17).

Em face do cenário apresentado, está posto o desafio: - Como promover a AC dos estudantes, por meio do ensino de Química? - Quais metodologias didático-pedagógicas utilizar? Quais conteúdos priorizar?

Para enfrentarmos este empreendimento, com vistas ao êxito, é óbvio que o professor deve ser um cidadão alfabetizado cientificamente. Apesar de não ser o foco em questão, segundo Gatti e Barreto (2009), a formação de professores deve enfatizar o desenvolvimento de competências pedagógicas que permitam conectar a ciência à realidade social dos estudantes, visando a promover não apenas a transmissão de conteúdos, mas, também, o desenvolvimento de um pensamento crítico e reflexivo.

Nesse contexto, esta investigação apresenta caráter inédito, ao realizar uma pesquisa de revisão bibliográfica sobre as metodologias didático-pedagógicas que podem ser adotadas e os conteúdos curriculares que podem ser abordados, no sentido de fomentar o desenvolvimento da AC do estudante de Química, do Ensino Médio, tendo-se como objetivo contribuir com o processo de um ensino mais efetivo.

2.3 Os impactos do analfabetismo científico no cotidiano da população brasileira

De acordo com Oliveira e Pereira (2020), o analfabetismo científico da população é um problema social, sendo definido como falta de conhecimento mínimo sobre Ciências para sobreviver na sociedade moderna. Conforme Adinolfi (2020), esta dificuldade está, em parte, relacionada ao precário diálogo entre a

população, em geral, e os cientistas. Por outro lado, a outra parte do problema fica a cargo do sistema educacional, já que, no Brasil, o analfabetismo científico é agravado pelos altos índices de analfabetismo funcional e pela insuficiência de políticas públicas efetivas para a promoção da educação científica.

Consoante o Indicador de Analfabetismo Funcional (INAF), cerca de 29% da população, entre 15 e 64 anos, é funcionalmente analfabeta, o que inclui dificuldades de leitura e interpretação de textos básicos, habilidades fundamentais para o entendimento de conceitos científicos (INAF, 2022). Segundo dados do INEP (2020), esta realidade é agravada pela ausência de políticas públicas de equidade, o que tem perpetuado desigualdades regionais. Como exemplo podem ser citadas as taxas de analfabetismo científico mais elevadas, que incidem sobre as regiões Norte e Nordeste, onde a população tem menos acesso a tecnologias e materiais didáticos (INEP, 2020).

Observamos, então, que o analfabetismo científico, no Brasil, configura-se como um problema estrutural, que exige uma abordagem integrada entre educação, políticas públicas e esforços de popularização da ciência. No âmbito das políticas públicas, iniciativas como feiras de ciências, clubes de ciências, museus interativos e a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) desempenham um papel crucial na popularização da ciência, contribuindo para o desenvolvimento do processo da AC.

Nesse sentido, segundo Ogunkola (2013), o LC é um instrumento significativo, uma vez que:

1. A competitividade e empregabilidade estão, intrinsecamente, relacionadas com a capacidade dos indivíduos de participar, ativamente, e promover a inovação no ambiente de trabalho;
2. No século XXI, a Ciência e a Tecnologia desempenham um papel cada vez mais importante, em muitas áreas da sociedade, incluindo, no desenvolvimento de atividades de lazer, artes, esportes e recreação.
3. A maior parte dos problemas sociais envolvem a compreensão dos conhecimentos científicos e tecnológicos;
4. O mundo está precisando de cidadãos com habilidades de pensamento crítico, de pessoas que sejam capazes de questionar as bases sobre as quais certas afirmações são construídas, e que podem pesquisar de forma independente para obter informações, para construir opiniões racionais e bem apoiadas.

Podemos afirmar, portanto, que a falta de conhecimento científico tem um impacto direto na qualidade das decisões tomadas pelos cidadãos, especialmente, em se tratando de questões de saúde pública, sustentabilidade e tecnologia. A pandemia de COVID-19 é um exemplo disto, pois, durante a crise, a disseminação de informações falsas sobre vacinas, tratamentos e medidas de prevenção expôs como o baixo índice da AC contribui para a aceitação de teorias conspiratórias, que regeram atitudes e comportamentos totalmente inadequados às orientações científicas (Orlandi; Ribeiro; Nascimento, 2020). Esta falta de compreensão resultou em comportamentos que prejudicaram a saúde coletiva, como o movimento antivacina, que cresceu, significativamente, em populações menos instruídas (Parker *et al.*, 2013).

No que se refere aos problemas ambientais, este é outro campo fortemente afetado pelo analfabetismo científico, uma vez que a população carente de AC não consegue correlacionar seus atos com consequências ambientais locais, nacionais e globais. Pesquisas indicam que grande parte da população não entende conceitos como pegada de carbono ou ciclo de nutrientes, o que limita o engajamento em práticas sustentáveis (Jacobi, 2016). Isso também afeta a percepção sobre políticas ambientais, muitas vezes, rejeitadas pela população, devido à falta de compreensão dos benefícios a longo prazo.

O analfabetismo científico também pode causar acidentes graves, que podem custar milhões aos cofres públicos, como é o caso da ocupação de leitos em hospitais, por pessoas que não precisariam de assistência médica, se tivessem uma consciência científica. Um exemplo que pode ser mencionado é o acidente radioativo ocorrido em Goiânia, com o Césio-137, em 1987.

Diante do exposto, podemos afirmar que o processo de ensino e aprendizagem em Ciências precisa ser eficiente. Porém, o desafio consiste em como melhorar este processo. Dessa forma, longe da pretensão de esgotar o tema, esta pesquisa buscou investigar quais são os caminhos apontados pela literatura vigente.

No próximo capítulo, serão descritos os encaminhamentos metodológicos para a realização deste trabalho.

3 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Ao longo deste capítulo, apresentamos os encaminhamentos metodológicos do presente estudo, que se divide em dois momentos, sendo que, o primeiro se caracteriza pelo procedimento de busca na *Scopus*, com a utilização de filtros significativos sobre o tema e a apresentação de aspectos básicos do funcionamento do Bibliometrix. Já no segundo momento, descrevemos as análises do *corpus* da pesquisa, sob o referencial da ATD.

3.1 O passo a passo da coleta de dados

Na primeira fase da coleta de dados, optamos pela utilização da *Scopus*, a maior base de dados de resumos e citações de literatura, revisada por pares, abrangendo as áreas de Ciência, Tecnologia, Medicina, Ciências Sociais e Artes e Humanidades. Ela se caracteriza como uma plataforma internacional, com uma ampla representação da produção científica na América Latina, a qual conta, atualmente, com mais de 87 milhões de registros e indexa mais de 25 mil periódicos científicos, de aproximadamente sete mil editoras internacionais, o que a consolida como uma fonte essencial para a produção e disseminação do conhecimento acadêmico. Um dos principais diferenciais da *Scopus* é sua ferramenta de busca avançada, que possibilita a localização de documentos a partir de diferentes critérios, como nome do autor, título do artigo, palavras-chave, nome da instituição e identificador digital (DOI) e ISSN.

Além disso, a referida plataforma permite o uso de operadores booleanos e filtros específicos, o que facilita a obtenção de resultados mais precisos e alinhados às necessidades do pesquisador. Dentre as principais vantagens da *Scopus* podem ser destacadas sua ampla cobertura de publicações científicas, a interface intuitiva, que facilita a navegação, e os seus recursos analíticos, que permitem a avaliação da relevância e do impacto dos artigos. Ela é atualizada, constantemente, incorporando novos registros e refletindo as tendências emergentes da pesquisa científica. Entretanto, a necessidade de assinatura para o acesso à base pode representar um obstáculo para pesquisadores sem vínculo institucional, além do

fato de que a ausência de alguns periódicos de acesso aberto, na indexação, pode, também, representar uma limitação (Elsevier, acesso em agosto de 2024).

Para a identificação do *corpus* da pesquisa, utilizamos as seguintes palavras-chave: "*literacy*", "*scientific literacy*" e "*chemistry teaching*", simultaneamente, com filtros que direcionaram para "*article title*", "*abstract*" e "*keywords*", sem delimitação de tempo. Seleccionamos, ainda, outros filtros para direcionar a plotagem de gráficos, para que pudéssemos obter maior clareza sobre a dimensão do tema.

Os referidos filtros integram o Quadro 1, que será apresentado a seguir.

Quadro 1 - Filtros selecionados para a plotagem dos gráficos

Filtro	
1	<i>Most Cited Countries</i>
2	<i>Most Global Cited Documents</i>
3	<i>Most Relevant Words</i>
4	<i>Affiliations Production over Time</i>
5	<i>Most Relevant Affiliations</i>
6	<i>Country Scientific Production</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O procedimento de busca na base de dados *Scopus* ocorreu durante o mês de agosto de 2024, sendo que, como resultado, identificamos mais de 80 trabalhos, abrangendo o período de 2007 a 2022. Todos os artigos foram lidos, de forma crítica, mantendo-se a atenção ao texto integral, bem como, aos fragmentos que pudessem indicar a presença de conteúdos e/ou metodologias voltados para o tema investigado.

Após um processo de refinamento dos filtros, foram selecionados 14 artigos, que se tornaram o *corpus* da pesquisa. Estes trabalhos foram lidos mais uma vez, de forma minuciosa, sendo analisados, posteriormente, sob o referencial da Análise Textual Discursiva (ATD), metodologia proposta por Moraes e Galiazzi (2003).

Atendendo a uma sugestão da orientadora desta dissertação e buscando abranger uma variedade mais ampla de tópicos, complementamos as informações sobre o *corpus* identificado, utilizando o *software* Bibliometrix, sobre o qual discorreremos no próximo subcapítulo.

3.2 A análise bibliométrica

Depois da revisão bibliográfica, a qual nos mostrou a importância da AC para o desenvolvimento humano e tecnológico, optamos por ampliar as informações sobre os 14 artigos que se caracterizaram como *corpus* da pesquisa, com a intenção de coletar informações mais abrangentes sobre o tema. Sendo assim, utilizamos o *software* Bibliometrix, sobre o qual, no Apêndice I, descrevemos as etapas para sua instalação.

A análise de dados bibliométricos é conduzida por meio da estatística descritiva, que se com figura como um conjunto de operações matemáticas, que relaciona as variáveis do fenômeno, em questão, utilizando tabelas, representações numéricas ou gráficas (Moreira, 2003). Este tipo de estudo fornece uma descrição precisa, objetiva e sistemática do objeto analisado.

No Brasil, os estudos bibliométricos começaram a se popularizar na década de 1970, principalmente, com as pesquisas realizadas no Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação (IBBD), hoje, denominado Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica (IBICT). Conforme Bufrem (1996), neste período, das 62 dissertações defendidas no IBICT, 18 consistem em estudos bibliométricos, o que corresponde a 29,03%.

Nesta mesma época, os dados estatísticos incidiram sobre grandes áreas da Ciência, como na Química (Carvalho, 1975) e na Geologia (Figueireido, 1972), e ainda sobre áreas específicas, tendo como objeto a doença de Chagas (Caldeira, 1974), a esquistossomose (Oliveira, 1975) e o cacau (Ribeiro, 1978). Além disso, o foco estava na produtividade de autores de algumas instituições de ensino e pesquisa, como, por exemplo, os pesquisadores do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (Carvalho, 1976), entre outros.

O crescimento da bibliometria desencadeou discussões acerca dos seus subcampos, conhecidos como informetria e cientometria ou cienciometria. De acordo com McGrathn (1989), a bibliometria, a cienciometria e a informetria são

subdisciplinas que se assemelham por serem métodos quantitativos, mas, se diferenciam, quanto ao objeto de estudo, as variáveis, os métodos específicos e os objetivos.

Buscando estabelecer uma breve diferenciação, o autor argumenta que o objeto de estudo da bibliometria são livros, documentos, revistas, artigos, autores e usuários; da informetria são disciplinas, assuntos, áreas e campos; e da cienciometria são palavras, documentos e bases de dados. Nesta seara, recentemente, um outro subcampo surgiu, a webometria, caracterizado como o estudo de sítios na *world wide web* (www) (Vanti, 2002, p. 160).

Dentre todos os recursos disponíveis, optamos pela utilização do Bibliometrix, um *software* de distribuição gratuita, que tem se mostrado eficiente na extração e análise de dados bibliométricos e tem se destacado como uma ferramenta abrangente, que oferece uma ampla variedade de tópicos para análise. Sobre o referido, Aria e Cuccurullo (2022), seus desenvolvedores, relatam o seguinte:

Ouvimos falar de bibliometria pela primeira vez há muitos anos. Em 2008, Corrado estava escrevendo uma monografia sobre empresas de rápido crescimento, um tema de nicho, que ele abordou pela primeira vez. A literatura científica era bastante limitada. Acadêmicos vinham de diferentes disciplinas com uma variedade de abordagens e métodos que dificultavam a acumulação das descobertas. Nós conversamos sobre esse problema de pesquisa uma vez durante uma partida de futebol entre acadêmicos. Nossa discussão continuou por vários dias sobre as várias técnicas de análise sistemática da literatura. Nós gostamos da troca e concluímos que a bibliometria era um método interessante e que teria sido divertido explorá-lo juntos. Nosso objetivo passou a ser examinar a estrutura intelectual da pesquisa de empresas de rápido crescimento. Analisamos toda a produção científica publicada em periódicos acadêmicos escritos em inglês. A análise foi complexa porque exigiu várias etapas e diversas ferramentas de software de análise e mapeamento, que geralmente estavam disponíveis apenas sob licenças comerciais. Todo o processo era difícil de manejar, da coleta de dados à visualização de dados. Massimo contribuiu muito com suas habilidades estatísticas e de codificação. Nossa colaboração continuou em momentos de diversão, como nossas frequentes partidas de futebol. Ao analisar dados, descobrimos que gostávamos de trabalhar juntos. Em suma, nossa amizade logo se transformou em uma colaboração científica que perdura até hoje. Dentro de nossos departamentos e comunidades acadêmicas, a reação ao nosso trabalho foi positiva. Naquela época, poucas pessoas falavam sobre bibliometria na Itália, mesmo do ponto de vista da avaliação de pesquisa. [...] Estamos contando essa história porque sem esses feedbacks e estímulos não teríamos publicado o lançamento 0.1 do bibliometrix em 2016. Desde então, nossa equipe cresceu mais e mais e atualizamos nosso software e marca (Aria; Cuccurullo, 2022, n.p).

Ainda sobre o Bibliometrix, é relevante apontar que podemos obter dados quantitativos e correlacionar parâmetros, estatisticamente, para analisar um conjunto de informações, sendo que este recurso é, especialmente, útil para lidar com grande volume de dados (Santos; Kobashi, 2009).

Na coleta de dados, os pesquisadores selecionam uma, ou mais, bases de dados, que contenham conteúdos científicos, sejam artigos, resumos, referências, estatísticas, teses, dissertações, dentre outros. É recomendado que se busque mais de uma base, uma vez que é comum que alguns conteúdos sejam exclusivos de um determinado acervo e eles não cubram as áreas científicas da mesma forma (WALTMAN, 2016; ZUPIC, CATER, 2015). Com o uso do pacote Bibliometrix, o pesquisador não precisa se preocupar em coletar trabalhos repetidos, pois o *script* em R, apresentado na análise de dados, removerá todas as duplicatas contidas.

No subcapítulo 3.3, apresentamos as bases teóricas da ATD, a qual possibilitou às pesquisadoras a investigação da realidade, baseada em conceitos-chave, que deu origem a um desenvolvimento de descrições e interpretações detalhadas.

3.3 A Análise Textual Discursiva como ferramenta da pesquisa qualitativa

No que se refere à ATD, ela foi desenvolvida por Moraes e Galiazzi (2005), caracterizando-se como uma ferramenta analítica, que é executada em etapas, e demonstra grande potencial investigativo para a análise de dados, pois ela proporciona novas compreensões e interpretações sobre os objetos em foco, que podem emergir durante a pesquisa de cunho qualitativo.

Esta metodologia começou a ser disseminada a partir da publicação do trabalho “Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva”, de Roque Moraes (2003), artigo no qual o autor faz uma analogia, comparando a ATD com uma “tempestade de luz”. Conforme Moraes (2003, p. 209-210), ela pode ser definida como:

[...] um processo auto-organizado de produção de novas compreensões em relação aos fenômenos que examina. [...] um ciclo de operações que se inicia com a unitarização dos materiais do corpus. Daí o processo move-se para a categorização das unidades de análise definidas no estágio inicial. A partir da impregnação atingida por esse processo,

argumenta-se que emergem novas compreensões, aprendizagens criativas que se constituem por auto-organização, em nível inconsciente.

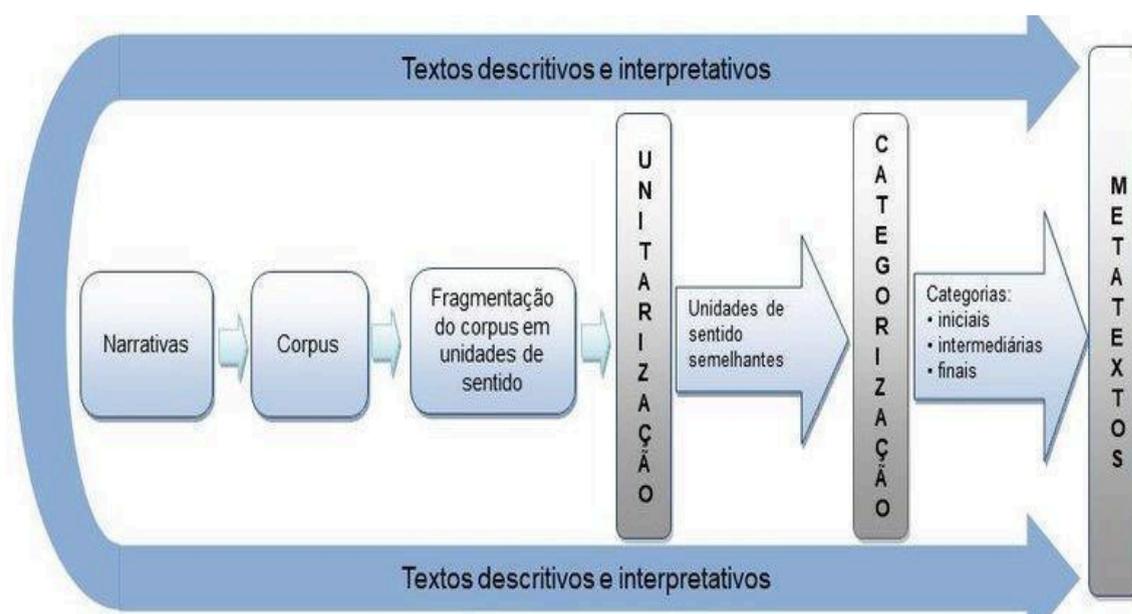
Compreendemos, então, que a ATD se caracteriza como um ciclo de operações, que se inicia com a unitarização dos materiais que estruturam o *corpus*, movendo-se, daí, para a categorização das unidades de análise, de onde emergem novas compreensões.

Ao fazer a categorização das unidades de análise, o pesquisador deve estabelecer relações, movimentando-se do verdadeiro para o verossímil, daquilo que é provado por argumentos fundamentados na lógica formal para o que é baseado em uma argumentação dialética rigorosa. Neste processo, ele vai compreendendo o que está investigando, sob a perspectiva de uma visão ontológica de pesquisa.

A respeito das categorias, para Moraes e Galiuzzi (2003, p. 197), elas constituem os elementos de organização do metatexto, que a análise pretende descrever. É a partir delas que serão produzidas as descrições e interpretações, que irão compor o exercício de expressar as novas compreensões, que surgirão ao longo do processo de investigação.

Na Figura 1, exibida a seguir, foram representadas as três etapas que constituem a ATD e as descrições daquilo que deve ser produzido em cada uma delas.

Figura 1 - Esquema da Análise Textual Discursiva



Fonte: Ferreira *et al.* (2022, p. 21).

É importante enfatizar que o pesquisador deve estar atento às informações que serão convertidas em parágrafos-sínteses, fenômeno que acontece na última fase da ATD, momento em que as luzes incidem sobre o fenômeno, ou seja, é quando ele é desvendado. Cabendo, então, ao investigador descrever e interpretar as categorias e subcategorias que resultaram da análise e que irão organizar os metatextos.

Segundo o dicionário Michaelis (2022, p. 1), a palavra Metatexto é definida como “Texto literário em que se fundamenta uma crítica ou a elaboração de um novo texto”. Sobre este tipo de texto, é preciso ressaltar que sua qualidade está associada à validade e confiabilidade de seus argumentos, e depende, de forma direta, de o pesquisador assumir a função de autor de seus pressupostos, na composição das análises, que devem ser feitas por meio da descrição, interpretando o que pode ser observado no texto, sem a preocupação de entender quais foram as intenções do sujeito.

3.3.1 A aplicação da ATD no *corpus* da pesquisa

Destacamos que, para chegar às categorias iniciais, previstas pela ATD, os artigos foram lidos mais de uma vez, de forma crítica e minuciosa, com as pesquisadoras mantendo o foco em todos os indícios que pudessem indicar a presença de conteúdos e/ou metodologias voltados para o tema investigado.

Na sequência, apresentamos o Quadro 2, que exhibe a sistematização das Categorias Iniciais, estabelecidas a priori, bem como, a descrição dos fenômenos que elas representam.

Quadro 2 – Categorias iniciais e descrição das unidades de sentido

Categorias Iniciais	Descrição das Unidades de Sentido
Conteúdos de Química.	Conteúdos específicos e isolados de Química.
Conteúdos contextualizados	Conteúdos que valorizam a abordagem multidisciplinar
Metodologias didático-pedagógicas de ensino	Abordagem didática e possível teoria subjacente.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para a organização do Quadro 3, que será apresentado na sequência, exibimos a descrição do *corpus* da pesquisa, indicando o título do artigo (traduzido pelas autoras da pesquisa, quando foi necessário), apontamos os autores, informamos o país onde o trabalho foi publicado, a revista e o ano de sua publicação. Destacamos que usamos uma sigla - **ART mais o número do artigo** - para designar cada uma das publicações.

Quadro 3 - Artigos encontrados pelo Bibliometrix

Título do artigo tradução da autora	Autores/país	Revista	Ano
ART01 - Combinando objetivos de promoção de Habilidades Cognitivas de Ordem Superior (HOGS) com práticas de laboratório baseadas em problemas em um curso de química orgânica para calouros	Zoller, U.,Pushkin, D./ Estados Unidos/Israel	Pesquisa e prática em educação em química	2007
ART02 - Utilização Eficaz de Tarefas Didáticas Liberadas do Programa de Avaliação Internacional de Alunos (PISA) para o Desenvolvimento de Níveis Cognitivos Superiores e Alfabetização Científica de Alunos no Ensino de Química	Distler, P.,Teplá, M.,Teplý, P.,Škoda, J./Reino Unido	Chemické List	2022

ART03 - Viabilidade de materiais didáticos básicos de química baseados em STEM para melhorar a literatura científica dos alunos em contexto de zonas úmidas	Kusasi, M.,Fahmi, F.,Sanjaya, República Dominicana,Riduan, M.,Anjani, N./Indonésia	Revista de Física: Série de conferências	2021
ART04 - Promovendo a Alfabetização Científica na Aprendizagem de Química sobre o Assunto Colóide por meio do Desenvolvimento de Material Instrucional	Hatta,Miterianifa,Octária, Z./ Indonésia	Revista de Física: Série de conferências	2021
ART05 - Retextualizando o texto literário da divulgação científica A tabela periódica no ensino de Química	Targino, ARL,Giordan, M./ Brasil	Educação e Pesquisa	2021
ART06 - Prevendo componentes de escrita argumentativa e ganhos de desempenho em um curso de química geral para alunos não universitários	Aguirre-Méndez, C.,Chen, Y.-C.,Terada, T.,Techawitthayachinda, R/ Estados Unidos	Revista de Educação Química	2020
ART07 - Estudo e implementação de experimento de simulação química baseado em 3D interativo	Liu, S.,Liu, K.,Yan, C.,Wu, K Origem não identificada.	Anais - Conferência Internacional de Inovação Educacional por meio da Tecnologia	2016
ART08 - Construção de conteúdo e utilização didática de experimento científico-pedagógico no ensino de Química	Rusek, M.,Slavík, J.,Najvar, P./República Tcheca	Orbis Scholae	2016
ART09 - Conhecimento e aplicação de modelos por professores de química	Wang, Z.,Chi, S.,Hu, K.,Chen, W. Origem não identificada	Revista de Educação Científica e Tecnologia	2014
ART10 - Dinâmicas de inquiry no estudo de perturbações a um estado de equilíbrio químico	Vieira, H.,Morais, C.,Paiva, J./Portugal	Química Nova	2014

ART11 - A Química e a formação para a cidadania	dos Santos, WLP/ Brasil	Educação Química	2011
ART12 - Promover a literacia científica através de uma abordagem sociocrítica e orientada para os problemas no ensino da química: Conceito, exemplos, experiências	Marcas, R.,Eilks, E./ Origem não identificada	Revista Internacional de Educação Ambiental e Científica	2009
ART13 - Aprendendo química e muito mais com um plano de aula sobre batatas fritas, que segue uma abordagem sociocrítica e orientada para problemas para aulas de química - Um estudo de caso	Marcas, R.,Bertram, S.,Eilks, E./Alemanha	Pesquisa e prática em educação em química	2008
ART14 - Um estudo de caso sobre as crenças dos professores estagiários alemães do primeiro ano de química sobre o ensino de química e sua comparação com os professores estagiários de outros domínios do ensino de ciências	Markic, S.,Eilks, E./Alemanha	Pesquisa e prática em educação em química	2008

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A seguir, no cap. 4, apresentamos os resultados da pesquisa e estabelecemos uma discussão a respeito.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, tratamos dos resultados da investigação, a partir dos quais será estabelecida uma discussão, buscando articular as informações obtidas ao referencial teórico que fundamentou o tema estudado.

4.1 Descrição dos conteúdos e metodologias apontados no *corpus* da pesquisa

Iniciamos este capítulo apresentando a categorização dos dados obtidos na análise de 14 artigos, que compõem o *corpus* desta investigação. Sintetizamos, no Quadro 4, os conteúdos e as metodologias que foram identificados.

Quadro 4 – Descrição dos conteúdos e metodologias

Sigla do Artigo	Conteúdo de Química	Metodologias didático pedagógicas de ensino
ART01	Química Orgânica	Prática laboratorial baseada em problemas
ART02	Diversos conteúdos do ensino de química	Uso de tarefas do PISA, teste de Mann-Whitney
ART03	Química em contextos ambientais (zonas úmidas)	Abordagem STEM, modelo 4D modificado
ART04	Colóides	Modelo ADDIE, pré e pós-teste
ART05	Tabela periódica e elementos químicos	Textos literários de divulgação científica, sequência didática
ART06	Escrita argumentativa aplicada à química geral	Escrita argumentativa, questionários, testes pré e pós-intervenção
ART07	Simulação química 3D	Metodologia 3A (Anotação, Análise e Alteração)
ART08	Experimentação científica no ensino de química	Uso de experimentação científica no ensino
ART09	Modelos químicos no ensino	Investigação sobre modelos químicos
ART10	Equilíbrio químico	Inquiry-Based Science Education
ART11	Química e cidadania	Abordagem CTS
ART12	Química e questões sociocríticas	Abordagem sociocrítica
ART13	Química aplicada a alimentos	Estudo de caso
ART14	Crenças de professores sobre ensino de química	Estudo de caso sobre crenças de professores

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Dos 14 artigos categorizados no Quadro 4, aplicamos a ATD apenas em 11 deles, pois, 03 publicações exibem apenas o resumo, portanto, não tivemos acesso aos textos na íntegra. A seguir, apresentamos a discussão dos resultados, que

foram organizados nos subtópicos 4.1.1 a 4.1.14, nos quais são descritos cada um dos artigos.

4.1.1 ART01

O texto teve como objetivo principal avaliar a eficácia do uso de tarefas do PISA no ensino de Química, para desenvolver habilidades cognitivas elevadas e promover a AC em estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental II.²

Utilizando um experimento pedagógico, os autores compararam o desempenho de uma turma, que usou as tarefas do PISA (grupo experimental), com outra que usou um caderno de atividades tradicional (grupo controle). A metodologia, ancorada no teste de Mann-Whitney, buscou medir a significância estatística dos resultados, analisando tanto as tarefas iniciais, quanto as finais, de ambas as turmas, a fim de identificar os avanços na compreensão dos conceitos envolvidos.

Os resultados mostraram que os alunos do grupo experimental apresentaram maior aprendizagem em relação ao grupo de controle. Segundo os autores, esta diferença sugere que as tarefas do PISA, ao exigirem uma abordagem que vai além da simples memorização, facilita o desenvolvimento de habilidades, como análise crítica, aplicação prática e resolução de problemas complexos. Estas habilidades são apontadas pelos autores como fundamentais para promover a AC.

As tarefas do PISA são construídas para refletir situações do mundo real, por isso, os alunos são desafiados a pensar de forma integrada, aplicando conceitos teóricos a planos práticos. As atividades requerem dos estudantes uma compreensão aplicada de especificidades científicas, indo ao encontro da necessidade de uma formação específica para a solução de problemas, o que pode ser essencial no desenvolvimento da AC em jovens alunos.

Os autores observaram que a aplicação destas oportunizou aos sujeitos o desenvolvimento de habilidades, em múltiplos domínios: conhecimento de conteúdo, capacidade de usar métodos científicos para solucionar problemas e

² A organização da estrutura curricular das disciplinas escolares varia entre os países, pois cada país adota diretrizes educacionais próprias, influenciadas por fatores históricos, culturais e pedagógicos. Dessa forma, o ensino de Química pode ser inserido em diferentes séries ou níveis de escolaridade, dependendo da estrutura aplicada em cada sistema educacional.

habilidades de comunicação científica. Em comparação, o grupo controle apresentou menor desenvolvimento destas competências, limitando-se a abordagens mais tradicionais e menos aplicáveis ao cotidiano.

O artigo destaca a importância de incorporar tais atividades no currículo escolar, a fim de promover um ensino mais ativo e reflexivo, assim como, a utilização regular de tarefas, ao longo do ano, pode servir para consolidar habilidades e promover o pensamento crítico, de maneira contínua. Da mesma forma, são recomendadas abordagens colaborativas para incentivar o trabalho em grupos e discussões entre os alunos, além da contextualização prática nas tarefas, para conectar a ciência à vida cotidiana, o que pode contribuir para que os alunos percebam a relevância do conhecimento científico no seu dia a dia.

Os autores argumentam, ainda, que ao promover um ensino voltado para o desenvolvimento da AC, é possível melhorar, significativamente, o entendimento dos estudantes sobre como a ciência impacta nas suas vidas e na sociedade.

4.1.2 ART02

O artigo visou ao desenvolvimento e à validação de materiais didáticos, baseados na abordagem STEM, para o ensino de química, em áreas alagadas. Utilizando o modelo de pesquisa 4D modificado, a metodologia incluiu testes de leitura e questionários de resposta, para medir a clareza, praticidade e eficácia dos materiais. O público-alvo foi uma turma de alunos de química, do nível básico, e os dados foram coletados por meio de questionários de validação, questionários de leitura, observações em sala de aula e testes, analisados de forma descritiva.

A abordagem STEM, quando aplicada a contextos locais, neste caso, áreas alagadas de Kalimantan, do Sul na Indonésia, busca incentivar um aprendizado conectado à realidade dos estudantes, facilitando a transferência de conhecimentos científicos para a prática cotidiana. Assim, ao integrar a análise de ácidos, bases e colóides aos problemas locais, o estudo não só torna o conteúdo mais relevante, como também, mais atraente para os alunos.

Segundo os autores, os materiais utilizados foram classificados como “muito válidos”, em todos os aspectos – conteúdo, apresentação, linguagem e mídia – com notas acima de 93% nos critérios de avaliação. Esta validação foi realizada

por especialistas em educação e professores de química, que consideraram os conteúdos precisos, bem-organizados e, visualmente, acessíveis, adequados para o nível intelectual dos estudantes.

Sobre os testes de leitura realizados com os alunos, em grupos pequenos, eles demonstraram que os materiais eram práticos e simples de usar. A inclusão de vídeos e imagens foi, especialmente, valorizada, uma vez que ajudou a esclarecer conceitos complexos e a aumentar o interesse dos alunos. Ademais, os alunos disseram que os recursos visuais facilitaram o entendimento e incentivaram o engajamento com o conteúdo.

O estudo também avaliou a AC dos alunos, por meio de um teste, que indicou uma melhoria significativa entre o pré-teste e o pós-teste. Este progresso foi atribuído à combinação do aprendizado baseado em projetos (PBL) com a abordagem STEM, que incentiva a exploração ativa e a resolução de problemas. Por exemplo, os alunos foram estimulados a realizar pequenas investigações e análises de campo, relacionando o conhecimento científico aprendido com as características observadas em áreas alagadas. Com base nos resultados, os autores sugerem algumas estratégias para a implementação eficaz destes materiais. Por exemplo, a utilização de temas locais, a aprendizagem ativa, por meio de recursos multimídia, a abordagem baseada em projetos e a promoção da independência do aluno.

O estudo reforça a importância de um ensino contextualizado e interativo para o desenvolvimento da AC.

4.1.3 ART03

Este estudo discute o desenvolvimento de materiais didáticos para promover o LC, utilizando o conteúdo de colóides. A pesquisa, conduzida em uma escola secundária da Indonésia, utilizou o modelo ADDIE para desenvolver, implementar e avaliar o impacto de tais materiais na promoção do LC equilibrado, integrando conhecimentos científicos com habilidades investigativas e reflexivas.

O objetivo principal do estudo foi criar materiais de ensino em Química, que apresentassem uma distribuição balanceada dos componentes do LC. Para isso, foi empregado o modelo ADDIE, que envolve as etapas de Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação. A pesquisa foi conduzida com

estudantes do Ensino Médio, utilizando um pré-teste e um pós-teste e comparando os resultados com uma turma de controle, que utilizou materiais tradicionais.

Os materiais desenvolvidos abordaram o tema colóides e incluíram atividades práticas e teóricas, com componentes do LC: ciência como corpo de conhecimento, ciência como forma de investigação, ciência como forma de pensar e interação entre ciência, tecnologia e sociedade. Os resultados indicaram que os novos materiais promoveram uma melhora significativa no LC dos alunos do grupo experimental, quando comparados ao grupo controle. Ademais, os resultados das análises mostraram que a ciência, como corpo de conhecimento, teve o maior percentual (37,89%), seguida pela ciência como forma de pensar (22,75%), depois sobre a forma de investigar (20,10%), e, por último, a interação entre ciência, tecnologia e sociedade (19,26%).

De acordo com os autores, estes índices permitiram que os alunos desenvolvessem habilidades analíticas e aplicassem os conceitos científicos em problemas práticos, uma necessidade que, muitas vezes, é negligenciada em materiais que se concentram apenas na memorização de conteúdos.

Os alunos foram incentivados a explorar métodos científicos, analisando diferentes tipos de colóides, identificando suas propriedades e realizando experimentos práticos. Este processo promoveu o entendimento de conceitos de maneira aplicada, o que oportunizou que os alunos fossem além da teoria e aplicassem o que aprenderam em atividades práticas. A inclusão de tarefas investigativas, segundo os autores, aumentou o envolvimento dos estudantes e facilitou o desenvolvimento de uma abordagem científica reflexiva.

A incorporação do componente CTS foi particularmente destacada no estudo, com 82,89% dos alunos da turma experimental relatando um entendimento mais claro da interação entre ciência e sociedade. As atividades demonstraram, também, como os colóides são aplicados em produtos e processos do dia a dia - como é o caso da formação das maioneses e emulsões - conectando o conhecimento químico ao cotidiano dos sujeitos e ao contexto social, o que contribuiu para um aprendizado mais significativo e aplicado.

O estudo sugere que o desenvolvimento de materiais de ensino balanceados, nos componentes do LC, pode se caracterizar como uma estratégia eficaz para fomentar a AC completa. Os autores relatam, ainda, que materiais que integram o LC, como investigação e reflexão, preparam melhor os alunos para

enfrentarem os desafios do mundo real e para participarem de discussões científicas e tecnológicas, de forma crítica. Ao relacionar a química com contextos práticos e o cotidiano dos sujeitos, como o uso de colóides em alimentos e produtos de higiene, o ensino se torna mais interessante e acessível. Os componentes investigativos e de pensamento incentivam os alunos a desenvolverem habilidades de resolução de problemas, o que é crucial para a formação de cidadãos informados e críticos.

Ao adotar uma abordagem que abrange não só a memorização de conceitos, mas, também, o desenvolvimento de habilidades investigativas e reflexivas, os professores podem melhorar a qualidade do aprendizado. A integração entre o enfoque CTS e a aplicabilidade da ciência, demonstram que o LC não é apenas uma meta educacional, mas uma ferramenta essencial para capacitar os estudantes a participarem ativamente da sociedade.

4.1.4 ART04

O artigo teve como objetivo explorar o potencial de Textos Literários de Divulgação Científica (TLDC), como, por exemplo, “A Tabela Periódica de Primo Levi”.

Foi elaborada uma Sequência Didática (SD), com atividades que tinham como proposta relacionar ciência e literatura, no contexto do Ensino Médio, em uma escola pública do estado de São Paulo. O TLDC de Levi foi contextualizado com o desastre do Rio Doce, para criar um ambiente de aprendizagem onde a literatura pudesse auxiliar os alunos na construção de conceitos químicos e reflexões críticas.

A metodologia incluiu a transcrição de interações entre alunos e professor, o que oportunizou a análise de operações de retextualização, conforme definido por Marcuschi (2007) e Silva (2013). Os autores analisaram operações como condensação, eliminação, acréscimo e construção de opinião própria, para minimizar possíveis equívocos interpretativos dos estudantes, em relação ao texto original.

A pesquisa indicou que o uso de TLDC, como estratégia pedagógica, apresentou resultados positivos para o LC, destacando o quanto os estudantes internalizam e reinterpretam conhecimentos científicos por meio da literatura.

Durante a leitura e discussão dos capítulos selecionados, os alunos realizaram operações de condensação e eliminação, focando nos aspectos mais significativos do referido material. Por exemplo, na apresentação do capítulo “Ferro”, os estudantes condensaram o texto ao enfatizar a personalidade resiliente de Sandro, associando-a ao ferro. Esta interpretação, embora simplificada, preservou a essência do personagem e conectou suas qualidades às propriedades do elemento químico. Estas evidências indicam que os alunos captaram a metáfora e conseguiram relacionar o conteúdo literário ao conhecimento científico.

A atividade incentivou os alunos a extrapolar o conteúdo, formando opiniões próprias. Comprovando tal afirmação, podemos mencionar o seguinte caso: ao descrever Sandro como “forte e esperançoso”, uma aluna ofereceu uma interpretação que acrescentou um aspecto pessoal ao personagem, mesmo que isto não esteja explícito no texto original. Esta operação sugere que a leitura do TLDC facilitou a construção de uma compreensão mais pessoal e reflexiva, fortalecendo o LC.

As interações dialógicas permitiram que os estudantes refletissem sobre as propriedades químicas e suas metáforas no texto. Ao longo da discussão, os alunos não apenas descreveram os elementos químicos, mas, também, relacionaram suas propriedades a contextos históricos e culturais, como as leis raciais e o fascismo mencionados por Levi. Esta reflexão metacognitiva é essencial para o LC, pois incentiva os sujeitos a compreenderem o conhecimento químico como parte de uma narrativa maior, aplicável ao contexto social e pessoal.

O estudo também desenvolveu um padrão de interação IRA (Iniciação-Resposta-Avaliação), no qual os alunos desempenharam papéis ativos, às vezes invertendo a tríade, ao avaliar e expandir as interpretações do professor. Esta dinâmica contribuiu para uma colaboração mais equitativa entre professores e estudantes, o que contribuiu, ativamente, para a construção de significados. Tal abordagem reforça a autonomia dos alunos, oportunizando que eles se envolvam, criticamente, com o conteúdo e desenvolvam habilidades analíticas.

Ao abordar o TLDC, os estudantes foram expostos a um texto mais complexo do que aqueles comumente usados em aulas de Química e esta escolha enriqueceu o seu repertório cultural, além de desafiá-los a navegar entre contextos científicos e literários. A análise mostrou que os TLDC têm o potencial de promover

a interdisciplinaridade, o que contribui para que os alunos relacionem elementos químicos a questões culturais, históricas e sociais.

O artigo sugere que os TLDCs podem ser uma ferramenta poderosa para enriquecer o ensino de Química, inserido em contextos socioculturais, uma vez que a literatura, ao representar personagens e cenários históricos, permite que os alunos percebam o conhecimento físico como parte de uma narrativa integrada, o que torna o aprendizado mais significativo.

De acordo com os autores, a retextualização de textos literários, em sala de aula, favorece a evolução de habilidades críticas e independentes, estimulando os alunos a interpretar, questionar e refletir sobre conceitos científicos. O TLDC utilizado ofereceu um contexto autêntico, onde os conceitos químicos foram explorados, não apenas como informações isoladas, mas, como parte de uma história que incorpora valores, dilemas éticos e reflexões sobre a vida.

O uso de TLDCs, para ensinar Química, fornece uma abordagem interdisciplinar, que pode ampliar a capacidade dos estudantes para interpretar o mundo, cientificamente e criticamente. A SD descrita no estudo mostrou que o ensino de Química, quando abordado em uma perspectiva que une ciência e literatura, pode ser uma ferramenta para desenvolver não apenas conhecimentos específicos, mas, também, para promover uma compreensão crítica e reflexiva da ciência e de seu papel na sociedade.

4.1.5 ART05

O artigo explorou como a escrita argumentativa pode auxiliar estudantes, de cursos introdutórios em Química, a desenvolverem uma compreensão científica aplicada. O objetivo central foi identificar quais componentes específicos da escrita argumentativa estão associados ao sucesso acadêmico em Química. Para isto, 163 alunos participaram de atividades que envolviam a coleta de dados, por meio de simulações *online*, seguidas de construção de argumentos, com base em evidências. A metodologia incluiu questionários e testes, pré e pós-intervenção, para medir o impacto destas atividades na aprendizagem.

O estudo identificou cinco componentes-chave da escrita argumentativa, que foram preditores significativos do desempenho acadêmico, oferecendo *insights* importantes para promover o LC, que são os seguintes:

1. Precisão da afirmação: este componente consiste na habilidade do estudante em formular uma resposta clara e correta à questão científica. A precisão ajuda os alunos a sintetizarem ideias complexas e seu desenvolvimento requer que eles compreendam, profundamente, o conceito científico. Para só, então, articular respostas bem fundamentadas. No contexto do ensino, esta habilidade é central para que alunos não-cientistas se familiarizem com a prática científica, de forma objetiva e técnica, o que é essencial para a compreensão e aplicação de conhecimentos químicos em suas vidas cotidianas.

2. Relação entre afirmação e questão: o estudo mostrou que estudantes que conseguem alinhar suas respostas, diretamente, à questão proposta, demonstram melhor capacidade de síntese e foco, habilidades que são transferíveis para outros campos de estudo e para a tomada de decisões informadas. Esta capacidade fortalece a habilidade dos alunos em relacionar a teoria com a prática, promovendo uma educação mais significativa e uma formação científica robusta, mesmo para não-especialistas.

3. Relação entre afirmação e evidência: para a habilidade de construir um argumento, é crucial que a evidência sustente a afirmação, para o desenvolvimento de uma compreensão científica sólida. Este componente exige que o aluno seja capaz de interpretar dados empíricos e formular argumentos lógicos, prática que favorece a aquisição de uma visão científica crítica.

Para cursos de Química voltados a não-especialistas, este tipo de exercício possibilita que os estudantes compreendam a importância do método científico na construção de conhecimento e desenvolvam confiança para aplicar tais conceitos em situações práticas.

4. Uso de múltiplos modos de representação: o estudo observou que representações visuais, como tabelas e gráficos, potencializam a comunicação científica, facilitando a compreensão de conceitos complexos, por meio de representações diversificadas. Este uso integrado de diferentes modos de representação permite que os alunos percebam múltiplas facetas do mesmo conceito, um aspecto essencial para o ensino de Química, pois reforça a compreensão e a aplicabilidade do conteúdo aprendido.

O uso de ferramentas visuais é, particularmente, relevante para alunos de cursos não-científicos, pois, proporciona um entendimento mais tangível e aproxima o conhecimento teórico do cotidiano.

5. Adequação ao tipo de escrita: o estudo reforça que, ao compreender que a argumentação científica possui um propósito persuasivo, os estudantes melhoram suas habilidades de comunicação e a qualidade de suas escritas. Esta adequação no tipo de escrita colabora para que os alunos estruturam e expressem ideias científicas, de maneira convincente e clara. Ao se concentrar no caráter persuasivo da escrita argumentativa, o professor pode orientar os alunos para construir argumentos coerentes e convincentes, úteis, tanto no contexto acadêmico, quanto em suas vidas profissionais.

Com base nos resultados, os autores recomendam que estes cinco componentes devem ser enfatizados ao se desenvolver atividades de escrita argumentativa na Química. É recomendado que os docentes utilizem exemplos contextualizados, uma vez que eles ensinam aos alunos como aplicar os conceitos em cenários reais.

Ademais, o estudo sublinhou a importância de uma abordagem pedagógica que equilibre o desenvolvimento de habilidades argumentativas com a construção do LC. A escrita argumentativa estruturada não apenas aprimora o entendimento conceitual dos alunos, mas, também, desenvolve habilidades críticas de interpretação, análise e síntese de informações, alinhadas às demandas do século XXI. Ao incorporar atividades que incentivam a precisão, a coerência e a clareza de argumentação, os docentes buscam formar alunos que dominam conceitos científicos fundamentais, sabendo aplicá-los em diferentes contextos, além de contribuir para um aprendizado permanente e uma cidadania informada.

Por fim, os autores atestam que tais estratégias oferecem uma maneira eficaz de promover uma AC significativa, para alunos de cursos não-científicos, preparando-os para aplicarem o conhecimento químico, de forma crítica e relevante, no mundo real.

4.1.6 ART06

O estudo foi indicado como escopo da pesquisa, porém, não tivemos acesso ao arquivo completo.

4.1.7 ART07

O artigo explorou o uso de experimentos educacionais científicos, para o Ensino Médio, como ferramenta central para o ensino de Ciências Naturais, com ênfase nos conteúdos de Química, tais como, ácidos e bases.

Conforme defendem os autores, apesar de os experimentos serem úteis para a ativação cognitiva dos alunos, dependendo de como são trabalhados, eles podem limitar ou potencializar o desenvolvimento do LC.

De acordo com os pesquisadores, os alunos foram instruídos a observarem e registrarem as reações do ácido-base, sem a apresentação prévia de uma estrutura teórica. Esta ação resultou na perda de uma oportunidade de discutir variáveis e hipóteses, etapas fundamentais para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior, como a formulação de hipóteses e o teste experimental. Sem esta integração, o experimento se torna uma atividade isolada, que não estimula o pensamento crítico ou a análise reflexiva.

O artigo sugere várias alterações para corrigir tais problemas, tais como, reestruturar o experimento, introduzir discussões sobre o processo de neutralização, com ênfase na identificação de variáveis e no estabelecimento de conexões entre a observação prática e a teoria química. As alterações propostas têm como objetivo proporcionar aos alunos uma experiência mais integrada e significativa, pela qual possam entender e aplicar conceitos científicos, em um contexto prático.

O artigo recomenda, ainda, que uma abordagem de ensino, que enfatiza a conexão entre teoria e prática, é fundamental para estabelecer um ensino pelo qual os sujeitos entendam os conceitos científicos, ao invés de, simplesmente, memorizá-los.

Ademais, é recomendada a utilização do método 3A, constituído por “Anotação, Análise e Alteração”, para melhorar a aprendizagem dos estudantes. Para os autores, é importante identificar o “conhecimento oculto” e o “conhecimento alienado” dos alunos, pois eles limitam sua compreensão e desvinculam o conteúdo experimental da prática científica.

4.1.8 ART08

O presente estudo foi indicado como escopo da pesquisa, porém, não tivemos acesso ao arquivo completo.

4.1.9 ART09

O artigo explorou a implementação de uma metodologia de ensino baseada em *Inquiry-Based Science Education* (IBSE), para o ensino de equilíbrios químicos, buscando enfrentar o problema do baixo interesse e dificuldade de aprendizagem dos estudantes, por meio do ensino investigativo. Ele foi realizado com uma turma de alunos do Ensino Médio e focou nas perturbações de estados de equilíbrio químico, tais como, as variações de concentração, temperatura e pressão.

Em contraste com o ensino tradicional, que enfatiza a memorização, o IBSE coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, promovendo sua autonomia, sua capacidade de questionamento e de resolução de problemas. A metodologia de *inquiry* é estruturada para que os alunos investiguem fenômenos de equilíbrio químico, em cenários contextualizados e familiares, como a perda de gás em refrigerantes e a alteração de cor em um indicador de temperatura.

O estudo é conduzido em três fases principais:

1. Geração de motivação intrínseca, por meio da introdução de cenários relevantes para os alunos;
2. Investigação e experimentação, para descobrir o conhecimento subjacente;
3. Reflexão e comunicação dos resultados, visando a consolidar os novos conhecimentos e a desenvolver habilidades de decisão e aplicação prática.

Conforme apontam os autores, esta estrutura se baseia em abordagens construtivistas, as quais defendem que o aprendizado ocorre por meio da resolução de problemas e da interação ativa com o conteúdo.

Os resultados do estudo indicam que a aplicação do módulo de *inquiry* promoveu ganhos significativos na compreensão dos alunos sobre os fatores que influenciam o equilíbrio químico, como concentração, temperatura e pressão.

O questionário aplicado aos sujeitos revelou que a maioria deles demonstrou um entendimento mais profundo dos efeitos de perturbações em sistemas de equilíbrio, com 68,8% deles relatando ter compreendido o impacto das mudanças de concentração e temperatura, e 62,5% afirmando entender as alterações de pressão. Além disso, o módulo ajudou a esclarecer a Lei de Le Chatelier,

permitindo aos alunos aplicarem-na em contextos práticos, o que sugere uma transferência efetiva dos conceitos para situações do dia a dia.

Em relação às percepções dos alunos, a pesquisa mostra que o módulo baseado em *inquiry* contribuiu, significativamente, para o engajamento dos estudantes na construção do conhecimento. Aproximadamente 62,5% deles relataram que o módulo fomentou sua participação ativa e o desenvolvimento de competências científicas; e 56,3% dos alunos indicaram que a metodologia ajudou no “aprender a aprender”, uma habilidade crucial para a autonomia na aprendizagem.

A implementação do módulo se mostrou eficaz para aumentar o gosto dos sujeitos pela ciência (68,8%), refletindo que o IBSE é uma metodologia atrativa e significativa para os alunos. Entretanto, algumas limitações foram observadas, pois os estudantes classificaram o módulo como apenas “moderadamente” eficaz em relação ao aumento da sua literacia científica (62,5%) e à aplicação prática dos conhecimentos. Estes resultados podem estar ligados, possivelmente, ao fato de que o módulo se concentrou em três cenários específicos, limitando a percepção dos alunos sobre a aplicabilidade mais ampla dos conceitos sobre o equilíbrio químico.

Esta observação sugere que, embora o IBSE tenha fortalecido a compreensão de conceitos específicos, é necessário expandir os cenários abordados, a fim de ampliar o entendimento dos alunos sobre a importância da química no cotidiano.

Ainda segundo a pesquisa, a metodologia IBSE, ao engajar os estudantes na construção de conhecimento científico, relevante e contextualizado, favorece a formação de cidadãos críticos e, cientificamente, alfabetizados. Tal abordagem vai ao encontro das demandas da sociedade atual, que requer cidadãos capazes de tomar decisões pautadas nas questões científicas e tecnológicas. Ao invés de um ensino passivo e baseado em memorização, o IBSE estimula a participação ativa, o questionamento e a resolução de problemas.

Os autores defendem, ainda, que a implementação de módulos de *inquiry* representa um avanço no ensino de Química, pois, responde a uma necessidade premente de desenvolver, não apenas o conhecimento técnico, mas também, a capacidade dos estudantes de aplicarem tal saber, de forma crítica e consciente. Do mesmo modo, esta metodologia contribui para aproximar a ciência do cotidiano

dos alunos, destacando a relevância dos fenômenos químicos em situações do dia a dia, tal como as mudanças de estado em refrigerantes e a viabilidade econômica de processos industriais. Ao conectar a ciência com situações familiares, o IBSE torna o aprendizado mais significativo e aumenta a probabilidade de que os sujeitos vejam a percebam como um campo atraente e útil, tanto academicamente, quanto para a vida prática.

Contudo, como lacuna a ser preenchida, o estudo sugere que uma maior diversidade de cenários pode ampliar a percepção dos alunos sobre a aplicabilidade dos conceitos científicos, o que é fundamental para promover uma visão mais completa da ciência, como prática cotidiana e relevante.

4.1.10 ART10

O objetivo central do artigo consistiu em questionar o modelo atual de desenvolvimento científico e tecnológico e defender a importância de uma formação científica que prepare os estudantes para atuarem como cidadãos conscientes e críticos. A pesquisa apresentou, ainda, uma reflexão profunda sobre a relevância da Química para a formação de cidadãos críticos e engajados, iniciando com uma análise das contribuições da Química para a vida moderna e ressaltando os avanços nas áreas de medicina, alimentação e tecnologia.

De acordo com Santos e Mortmer (2001), a Química tem possibilitado o desenvolvimento de fármacos, novas técnicas de diagnóstico e materiais que, em conjunto, elevam a qualidade de vida e a longevidade das pessoas. Em termos econômicos, a Química é responsável por inovações que impulsionam a produtividade agrícola e a criação de novos materiais, como polímeros e nanotecnologia, que revolucionam a indústria e geram riquezas.

Em um contexto marcado pelo ano internacional da química (AIQ), Santos e Mortmer (2001) discutiram sobre o papel da Química, não apenas no que diz respeito aos avanços científicos e tecnológicos, mas, também, alertando sobre os riscos e as desigualdades que estes podem gerar. Os autores defendem, ainda, uma abordagem de ensino que incorpore a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), inspirada nos ideais de Paulo Freire, com vistas a uma educação que transcenda o conhecimento técnico e se alinhe ao compromisso ético e social. Ainda conforme os pesquisadores, uma verdadeira

educação cidadã, em Química, requer o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre os impactos, os limites e as responsabilidades da Química na sociedade.

Para Santos e Mortmer (2001), é necessária uma educação em Química que promova a literacia científica e tecnológica, enfatizando o papel dos professores em preparar os alunos para o engajamento em questões sociocientíficas. De acordo com o autor, a educação científica deve promover a participação ativa, a capacidade de julgamento e a compreensão crítica sobre as implicações sociais e ambientais da química. Este modelo visa a "civilizar" a ciência – termo utilizado pelo autor para descrever uma prática científica ética e comprometida com o bem-estar social – e a "cientificar" a cidadania, capacitando os cidadãos para compreender e influenciar as decisões que envolvem ciência e tecnologia.

De acordo com Santos e Mortmer (2001), é preciso estar atento aos riscos ambientais e sociais associados a este tipo de desenvolvimento, tais como, a desigualdade e a degradação ambiental, aspectos, frequentemente, negligenciados em um modelo de progresso científico focado no lucro e na eficiência. Os supracitados pesquisadores ilustram esta problemática com exemplos de desastres industriais, que afetaram, drasticamente, populações e ecossistemas, como os acidentes em Bophal, na Índia, e Seveso, na Itália. Estes eventos evidenciam que, ao mesmo tempo que a química contribui para o bem-estar e a inovação, ela também carrega o potencial de prejudicar, gravemente, a saúde humana e o meio ambiente, especialmente, quando o desenvolvimento científico não é conduzido de forma ética e responsável. Portanto, tal ambiguidade exige de nós uma reflexão ética profunda sobre o papel da Química e sobre como sua prática deve estar alinhada com os valores de responsabilidade e sustentabilidade (Santos; Mortmer, 2001).

Na concepção dos mesmos autores, a educação científica, voltada para a cidadania, deve ir além da transmissão de conceitos teóricos e práticos. Sendo assim, ele propõe uma abordagem CTS que incentive o aluno a desenvolver habilidades de julgamento crítico e político, características tão necessárias para a tomada de decisões. Tal perspectiva permite que o estudante compreenda as interconexões entre os avanços científicos e as suas implicações sociais, políticas e econômicas, capacitando-o para questionar e avaliar o papel da ciência na sociedade.

Em seus estudos, Santos e Mortmer (2001) utilizam o conceito de “julgamento político”, para descrever a habilidade de avaliar, criticamente, as forças de poder que moldam as decisões científicas e tecnológicas. Esta habilidade deve ser desenvolvida por meio de debates e discussões, em sala de aula, que podem colaborar para que os estudantes se tornem capazes de reconhecer os interesses e influências econômicas, que podem distorcer o uso da ciência. Para tal, os autores sugerem a inclusão de temas sociocientíficos nos currículos, tais como, poluição industrial, biocombustíveis e nanotecnologia, uma vez que os debates sobre eles podem contribuir para que os alunos consigam conectar o conhecimento químico a questões éticas e sociais. Este processo é essencial para a construção de uma cidadania ativa e informada (Santos; Mortmer, 2001).

Inspirados nas ideias de Paulo Freire, os supracitados pesquisadores apoiam uma educação CTS que privilegie o diálogo e a problematização, o que favorece para que os estudantes não apenas compreendam o conteúdo científico, mas, também, questionem as estruturas de poder e opressão, associadas ao desenvolvimento tecnológico.

A aplicação desta perspectiva, no ensino de Química, implica em uma “educação dialógica”, por meio da qual o professor não apenas ensina o conteúdo, mas, também, provoca reflexões e questionamentos, que ajudam os alunos a entenderem a ciência como um processo político e social. Sob a concepção crítica de Santos e Mortmer (2001), é proposta uma educação que não idealiza o progresso científico como algo, intrinsecamente, positivo, mas, que analisa as condições em que o desenvolvimento ocorre e seus impactos sobre a justiça social e o meio ambiente. Para os referidos autores, uma educação CTS, inspirada por Freire, ajuda a “desvelar” as contradições do desenvolvimento científico e a fomentar uma visão transformadora, na qual o estudante se torna consciente e comprometido com a construção de uma sociedade mais justa.

O artigo analisado concluiu com a defesa de uma educação científica que forme cidadãos capazes de reconhecer os benefícios da Química, que sejam críticos, em relação aos seus riscos e às desigualdades associadas. Em consonância com Santos e Mortmer (2001), uma educação CTS, fundamentada em uma visão crítica, é essencial para moldar cidadãos engajados e capacitados para influenciar as decisões sobre ciência e tecnologia. Eles afirmam que o AIQ é uma oportunidade ideal para fomentar esta reflexão, incluindo, a análise dos efeitos

sociais e ambientais da Química nos currículos escolares e em cursos de formação de professores.

No que diz respeito aos educadores, a proposta de Santos e Mortmer (2001) implica em uma reavaliação do currículo de Química, no qual o foco deve se expandir além do conhecimento técnico e alcançar a formação de atitudes éticas e a promoção da cidadania ativa. A inclusão de temas sociocientíficos, no ensino de Química, segundo os autores, pode despertar nos estudantes uma compreensão mais ampla da ciência como um instrumento de poder e responsabilidade social. Assim, a educação científica não se torna apenas um meio de transmitir conhecimentos, mas, uma ferramenta de emancipação e transformação social.

4.1.11 ART11

O presente estudo foi indicado como escopo da pesquisa, porém, não tivemos acesso ao arquivo completo.

4.1.12 ART12

O artigo explorou uma abordagem de ensino crítica e problematizadora, por meio do estudo de batatas fritas e discussões sobre nutrição e dietas (baixo teor de gordura vs baixo teor de carboidratos), para estudantes do Ensino Médio, o que viabilizou uma discussão sobre a química dos carboidratos e das gorduras, em relação ao consumo consciente e às estratégias de *marketing*.

O objetivo do trabalho foi desenvolver uma aula que fizesse com que os alunos relacionassem a Química com temas do dia a dia, promovendo habilidades cognitivas de ordem superior (HOCS), como reflexão crítica, avaliação e argumentação em questões sócio científicas. A metodologia seguiu um modelo de Pesquisa-Ação Participativa (PAR), envolvendo professores e pesquisadores, na construção e refinamento do plano de aula, que foi aplicado a estudantes de 15-16 anos, na Alemanha, e incluiu questionários abertos, discussões em grupo e uma atividade prática em laboratório, para medir a percepção e o impacto desta abordagem.

Os resultados indicaram que a utilização da respectiva metodologia teve um impacto positivo na motivação dos alunos e no desenvolvimento de habilidades críticas.

A inclusão de conteúdos autênticos e controversos, como propagandas e produtos de “baixo teor de gordura”, facilitou uma discussão ampla, por meio da qual os alunos puderam avaliar, criticamente, as informações transmitidas pela mídia. Este engajamento evidencia que o ensino de Química pode ser um poderoso instrumento para desenvolver a literacia científica dos alunos, incentivando-os a refletir sobre o impacto da ciência na sociedade.

Os alunos foram incentivados a adotar uma postura crítica ao investigar os produtos de batata frita, realizando experimentos para determinar o conteúdo de gordura e carboidratos. As atividades práticas permitiram que os estudantes confrontassem a teoria com a prática, exercitando o pensamento crítico ao questionarem a veracidade das informações publicitárias. Este processo de análise oportunizou que os alunos formassem uma compreensão mais fundamentada sobre os impactos sociais e econômicos da ciência, promovendo uma aprendizagem que extrapolou a memorização e que orientou para uma aplicação reflexiva do conhecimento científico.

A metodologia baseada na Pesquisa-Ação Participativa e nas atividades práticas laboratoriais envolveu os alunos, ativamente, na construção do conhecimento. Durante a fase de “*talk-show*” e nas discussões em grupo, os referidos sujeitos desempenharam papéis específicos, como o de nutricionistas, ou representantes da indústria alimentícia, o que os incentivou a argumentar com base em evidências científicas. Esta prática de ensino, centrada no aluno, colaborou para aumentar a motivação e o interesse deles pelo tema, reforçando a conexão entre a Química e as questões de relevância social.

Após as aulas, os alunos demonstraram uma mudança significativa na percepção da importância da Química em suas vidas, reconhecendo a relevância do referido componente curricular para além do ambiente escolar. Este efeito foi potencializado pelo enfoque no contexto sócio-científico e nas aplicações práticas, que evidenciaram a utilidade da Química em decisões cotidianas, como escolhas alimentares e avaliação de produtos no mercado. De fato, esta noção é crucial para a construção de uma literacia científica sólida, por meio da qual o aluno consiga compreender o valor da ciência, em diversos aspectos de sua vida.

4.1.13 ART13

O objetivo central do estudo consistiu em explorar as crenças de professores de Química, em início de formação, na Alemanha, comparando-as com as crenças de futuros professores de Biologia, Física e Ciências primárias. Utilizando uma abordagem metodológica baseada na *Grounded Theory*, os pesquisadores avaliaram 85 professores de Química e um total de 284 futuros professores de outras ciências, por meio de uma combinação de desenhos e questionários, com perguntas abertas. Esta metodologia viabilizou uma análise qualitativa profunda das concepções dos professores, sobre três aspectos específicos: organização da sala de aula, objetivos de ensino e crenças epistemológicas.

Ademais, a pesquisa abordou um problema fundamental na educação científica: a persistência de métodos instrucionais tradicionais, mesmo com fortes evidências da importância de abordagens construtivistas e centradas no aluno. Os autores partem da premissa de que os docentes, especialmente, os que estão em formação, tendem a replicar as práticas de ensino às quais foram expostos, formando crenças arraigadas sobre o ensino e a aprendizagem.

O uso de desenhos, conforme sugerido pelo *Draw-A-Science-Teacher-Test Checklist* (DASTT-C), permitiu captar aspectos inconscientes das crenças dos professores, já que os participantes foram orientados a se representarem em uma situação típica de sala de aula. Os questionários, associados aos desenhos, foram fundamentais para aprofundar a compreensão das crenças apresentadas pelos docentes, quanto à atividade do professor e dos alunos, aos objetivos do ensino e à organização da aula. Este instrumento é especialmente relevante, pois oferece uma visão "instantânea" das crenças que influenciam, diretamente, as práticas de ensino, fornecendo dados para análise e comparação.

Os resultados revelaram uma distribuição heterogênea de crenças, com muitos dos futuros professores de Química mostrando uma forte inclinação para métodos de ensino centrados no professor e na transmissão de conhecimento, com aquisição passiva do saber. No entanto, esta inclinação tradicional é menos marcante entre professores de Química, do que entre os de Física, que apresentaram uma visão ainda mais tradicional.

Em contrapartida, os futuros professores de Biologia e Ciências primárias exibiram uma perspectiva mais moderna e construtivista, frequentemente, focada no desenvolvimento de competências científicas e na literacia científica. Isso sugere que, embora o ensino de ciências exija habilidades que poderiam beneficiar-se de métodos mais participativos e centrados no aluno, muitos futuros professores das disciplinas de Física e Química ainda veem o ensino como um processo de transmissão direta de conhecimento.

Estas diferenças entre as disciplinas refletem a relação entre o conteúdo das ciências específicas e suas práticas educacionais percebidas. Por exemplo, o ensino de Física é, frequentemente, percebido como baseado em conceitos teóricos complexos e pouco relacionado com a vida cotidiana, o que pode contribuir para uma abordagem de ensino mais tradicional e teórica. A Química, embora considerada menos teórica do que a física, ainda é vista, por muitos professores, como uma disciplina na qual a transmissão estruturada de informações é fundamental. Já as Ciências Biológicas e as Ciências primárias (matemática, física e química) tendem a ser associadas a abordagens mais interativas e de investigação, o que aparece refletido nas crenças dos professores destas áreas.

Tais descobertas têm implicações significativas para a formação de professores de Ciências, portanto, o estudo sugere que os programas de formação precisam abordar e questionar as crenças iniciais dos futuros professores, que, geralmente, não refletem as práticas mais modernas e eficazes, recomendadas pela literatura educacional. Um primeiro passo seria tornar estas crenças explícitas para os estudantes e promover uma discussão crítica sobre como elas foram formadas e como poderiam ser adaptadas, ou superadas, para incluir abordagens mais construtivistas.

Promover a conscientização das mencionadas crenças e encorajar a reflexão sobre elas pode facilitar o que os autores chamam de "mudança conceitual" (*conceptual change*), um processo essencial para que os futuros professores adotem práticas pedagógicas mais centradas no aluno. Sobre isto, a teoria da mudança conceitual aponta que os docentes precisam reformular e reinterpretar suas experiências e crenças, para que possam integrar novos conhecimentos e estratégias, ação que é, particularmente, importante na formação de professores de ciências.

Além disso, o artigo levantou a hipótese de que a escolha de um campo específico, dentro das ciências, pode estar associada a uma preferência prévia por um determinado estilo de ensino, sugerindo que futuros professores de Física e Química podem escolher estas áreas já com uma predisposição a métodos mais tradicionais. Este fenômeno reforça a necessidade de que os programas de formação de professores incentivem, ativamente, o desenvolvimento de práticas pedagógicas que desafiem as crenças tradicionais.

Em face do que foi exposto no artigo, foi possível identificar as evidências de que muitos futuros professores de ciências mantêm crenças tradicionais sobre o ensino, mesmo que elas não estejam alinhadas com as melhores práticas pedagógicas, sugeridas pela pesquisa educacional moderna. Para mudar este panorama, os programas de formação de professores precisam enfatizar a importância de práticas construtivistas e de uma abordagem que valorize o desenvolvimento da literacia científica e da autonomia do aluno. Ao abordar estas questões, logo no início da formação docente, torna-se possível influenciar, de forma positiva, as futuras práticas de ensino e, potencialmente, reformular a cultura educacional das ciências.

Uma abordagem nesta perspectiva, além de favorecer o desenvolvimento profissional dos professores, pode contribuir para uma transformação mais ampla no ensino de ciências, alinhando as práticas educacionais com os objetivos modernos de ensino e incluindo a promoção de competências científicas, o pensamento crítico e a resolução de problemas, habilidades essenciais para o exercício da cidadania, em uma sociedade tecnocientífica.

4.1.14 ART14

O curso de Introdução à Química Orgânica foi projetado para engajar os alunos em tarefas que requerem análise crítica, tomada de decisões e resolução de problemas, em contextos que vão além dos exercícios de rotina. Nesse sentido, o artigo apresentou uma proposta que tinha como objetivo transformar a forma como habilidades cognitivas de ordem superior (HOCS) são desenvolvidas, no ensino de Química Orgânica, por meio de práticas laboratoriais baseadas em problemas. Este modelo desafia métodos tradicionais de ensino, frequentemente, limitados às

habilidades de ordem inferior (LOCS), como a memorização e a aplicação mecânica de algoritmos.

A metodologia incluiu atividades em grupo e sessões laboratoriais, nas quais os estudantes, confrontados com problemas abertos e complexos, tinham que aplicar conceitos teóricos em novas situações, tendo sido criado, então, um contexto que contribuiu para uma avaliação mais prática e precisa de suas habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. O laboratório problematizado gerou resultados que evidenciam um impacto significativo no desenvolvimento das HOCS dos alunos, que podem ser assim resumidas:

1. Integração de pensamento crítico e resolução de problemas: o estudo reforça a importância de práticas laboratoriais, que não aplicam apenas conhecimento, mas que promovam a construção de habilidades críticas e reflexivas. Os alunos foram estimulados a questionarem as etapas dos procedimentos, o que fomentou uma compreensão conceitual mais profunda. Ao resolverem problemas com múltiplas soluções possíveis, eles aprenderam a tomar decisões, com base em dados experimentais e em suas próprias interpretações, habilidades fundamentais para a prática científica. Este tipo de metodologia é de suma importância, pois permite que os estudantes internalizem o processo científico como uma atividade investigativa e colaborativa, na qual, a tomada de decisão, fundamentada em evidências, e o questionamento contínuo, são elementos essenciais.

2. Pensamento sistêmico e análise interdisciplinar: a prática laboratorial incluiu problemas que exigiam que os alunos conectassem diferentes tópicos de Química e aplicassem tais conhecimentos em situações práticas e complexas. Ao serem desafiados com problemas que exigiam uma abordagem holística, os estudantes desenvolveram o pensamento sistêmico, entendendo a Química como um conjunto interconectado de conceitos, que devem ser aplicados de maneira contextual. Este tipo de prática promove habilidades que ultrapassam a mera memorização de conteúdos e alcançam a construção de uma visão crítica e abrangente da disciplina, capacitando os alunos a entenderem a química, de forma integrada e aplicada. Para estes sujeitos, de cursos iniciais, a adoção desta prática interdisciplinar pode fortalecer a capacidade de abordar problemas complexos, habilidade que se caracteriza como fundamental para enfrentar os desafios científicos e tecnológicos, do mundo real.

3. Equilíbrio entre HOCS e LOCS: embora o curso tenha focado no desenvolvimento de HOCS, o papel das LOCS (habilidades de ordem inferior) não foi negligenciado, uma vez que, o equilíbrio entre estes dois tipos de habilidades foi essencial para proporcionar uma base de conhecimento sólida, necessária para que os alunos se tornassem capazes para realizar tarefas mais complexas. Este equilíbrio também ajudou os estudantes a consolidarem as informações básicas, enquanto desenvolviam a flexibilidade cognitiva para aplicar tais conhecimentos em novos contextos. Este modelo de integração pode servir como uma referência para o ensino de Química, no qual habilidades fundamentais e avançadas são vistas como complementares, no sentido de preparar o aluno para uma prática científica mais completa e autônoma.

4. Impacto da prática de laboratório baseada em problemas na aprendizagem e retenção de conhecimentos: a abordagem fundamentada em problemas promoveu uma compreensão mais sólida e de longo prazo dos conceitos. Estudos demonstram que práticas de ensino que exigem que os alunos façam uso ativo de suas habilidades de pensamento crítico resultam em melhor retenção do conhecimento. Sendo assim, o desenvolvimento de atividades práticas, que exigem dos alunos a tomada de decisão e a avaliação crítica dos resultados, como os laboratórios problematizados apresentados neste estudo, colaboram para a retenção e compreensão dos conceitos, de maneira mais aplicada e duradoura, uma vez que os alunos se envolvem, diretamente, com o conteúdo.

Os autores da pesquisa recomendam a prática laboratorial baseada em problemas como uma estratégia para fomentar o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior, sendo que os pontos fundamentais para esta prática incluem:

- Estimular a autonomia e confiança do estudante: atividades que exigem questionamento e decisão própria estimulam o desenvolvimento de uma postura investigativa autônoma. Tal prática não só ajuda os alunos a se sentirem mais seguros para explorar problemas complexos, mas, também, fomenta uma mentalidade científica, o que é essencial para qualquer área do conhecimento.
- Conectar o conhecimento científico ao cotidiano e contextos reais: a prática de enfrentar problemas aplicados conecta o conhecimento químico a

desafios práticos, fazendo com que os alunos percebam a ciência como uma ferramenta relevante para resolver problemas sociais e tecnológicos. Este é um aspecto fundamental para o desenvolvimento de uma literacia científica que capacite os alunos para serem cidadãos informados e críticos.

- Promover uma cultura de avaliação crítica: a ênfase na avaliação crítica dos procedimentos laboratoriais e na reflexão sobre os resultados oportuniza que os estudantes assumam uma postura ativa, em relação ao próprio aprendizado, questionando métodos e discutindo implicações. Este tipo de prática prepara os alunos para participarem de forma efetiva no campo científico, no qual o pensamento crítico e a tomada de decisões fundamentadas são habilidades indispensáveis.

O estudo evidenciou, ainda, a necessidade de um ensino de Química que transcenda a memorização e que prepare os alunos para resolverem problemas complexos e reais, uma habilidade imprescindível em um mundo em rápida transformação. As práticas laboratoriais baseadas em problemas não apenas auxiliam na compreensão conceitual da Química, pois, elas fomentam o desenvolvimento de habilidades críticas e de resolução de problemas, que são fundamentais para o crescimento da literacia científica. Ao aplicar esta abordagem, os educadores de Química podem proporcionar uma formação integral, preparando os alunos para atuarem como profissionais e cidadãos críticos, com capacidade de transferir conhecimentos científicos para diversos contextos e de contribuir para o avanço científico e social.

Portanto, esta abordagem representa um modelo viável e necessário para o ensino de Química, em nível universitário, especialmente, nos primeiros anos, quando os estudantes estão construindo as bases para suas futuras carreiras e sua atuação na sociedade.

4.2 Síntese das discussões

Por meio da análise dos artigos que compõem o *corpus* desta pesquisa, verificamos que, nos últimos anos, diversos estudos têm explorado o impacto da AC no ensino de Química, como é o caso da pesquisa de Shwartz, Ben-Zvi e Hofstein (2006), a qual sugere que os estudantes que são expostos a métodos que enfatizam a AC apresentam maior engajamento e uma compreensão mais

profunda dos conceitos. Além disso, metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning*, PBL), têm sido apontadas como práticas eficazes para promover a AC (Hmelo-Silver, 2004). Identificamos, ainda, um panorama diversificado de publicações, que tratam sobre as metodologias didático-pedagógicas e os conteúdos de Química, que podem contribuir para a promoção da AC.

Nas publicações, foram encontradas evidências de uma pluralidade de metodologias, utilizadas no ensino de Química, que vão desde o uso de tarefas do PISA e abordagens STEM, até à aplicação de Textos Literários de Divulgação Científica (TLDC) e metodologias ativas baseadas em *Inquiry-Based Science Education* (IBSE). Tal diversidade reflete um movimento na pesquisa educacional, que busca formas mais dinâmicas e eficazes para engajar os estudantes no processo de ensino e aprendizagem de Química, buscando superar o ensino tradicional, centrado na transmissão mecânica de conteúdos.

O uso de tarefas do PISA, como instrumento didático no ensino de Química (ART01), mostrou-se eficaz para o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores e promoção da AC. As tarefas, ao desafiarem os alunos a pensar criticamente e resolver problemas aplicados ao mundo real, favoreceram a aprendizagem significativa, alinhando-se com os princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Tal metodologia se diferencia das abordagens tradicionais ao deslocar o foco da memorização dos conteúdos para a aplicação do conhecimento, em situações concretas.

A abordagem STEM, aplicada ao ensino de Química (ART02 e ART03), destaca-se como uma estratégia interdisciplinar, que busca integrar Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, buscando tornar o ensino mais contextualizado e conectado à realidade dos alunos. O uso de materiais didáticos STEM, em áreas alagadas, por exemplo, mostrou-se eficaz para aproximar os estudantes do conteúdo de química, promovendo uma compreensão mais profunda e aplicável. Ao enfatizar a experimentação e o desenvolvimento de habilidades investigativas, esta abordagem favorece, o aprendizado de conceitos químicos, como, também, o crescimento de competências essenciais para a AC, tais como, pensamento crítico e resolução de problemas.

O uso de Textos Literários de Divulgação Científica (TLDC) (ART04) representa uma abordagem inovadora, que busca integrar ciência e literatura para

tornar o ensino de Química mais acessível e estimulante. A utilização da obra “A Tabela Periódica, de Primo Levi”, demonstrou que a conexão entre narrativas literárias e conceitos químicos favorece a internalização do conhecimento e a construção de uma visão mais crítica sobre a ciência. A metodologia aplicada permitiu aos alunos extrapolar o conteúdo químico, refletindo sobre suas implicações sociais, culturais e históricas, um aspecto fundamental para a AC.

A metodologia *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) (ART09) se destaca por colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem, visando a fomentar a sua autonomia e sua capacidade de investigação e de construção ativa do conhecimento. Esta estratégia, aplicada ao ensino de equilíbrios químicos, permitiu que os estudantes desenvolvessem uma compreensão mais aprofundada dos fatores que influenciam os estados de equilíbrio, como concentração, temperatura e pressão. O uso da IBSE incentiva a formulação de hipóteses, a experimentação e a reflexão crítica, tornando o aprendizado significativo

O uso da escrita argumentativa (ART05), como ferramenta para o ensino de Química, também se mostrou promissora para o desenvolvimento da AC, pois a construção de argumentos, baseados em evidências científicas, favorece a organização do pensamento, a comunicação científica e a capacidade de avaliar, criticamente, as informações. A relação entre afirmação e evidência, por exemplo, caracterizou-se como um dos aspectos centrais para a construção de uma compreensão científica sólida, ação que possibilitou que os alunos desenvolvessem maior autonomia na análise e interpretação de dados.

Além das metodologias utilizadas, os artigos analisados abordaram uma ampla gama de conteúdos químicos, reforçando a importância de diferentes temas para a promoção da AC. Acreditamos que a escolha dos conteúdos não ocorreu de maneira aleatória, mas, sim, como uma forma de oportunizar a contextualização e a aplicabilidade dos conceitos no cotidiano dos estudantes. Podemos visualizar esta afirmativa no ART03.

No ART07, os conteúdos relacionados a ácidos e bases permitiram a exploração da experimentação prática e as abordagens investigativas. Para o autor, a utilização de experimentos científicos, para o ensino deste tema, mostrou-se eficaz, pois, esta metodologia evita a aprendizagem mecânica e promove um entendimento mais aprofundado sobre os processos de neutralização e das propriedades ácido-base. Entretanto, o artigo também destaca os desafios e

a necessidade de estruturar melhor os experimentos, para garantir que os alunos consigam estabelecer conexões entre a teoria e a prática.

No artigo ART03, o tema colóide foi trabalhado a partir da abordagem STEM e do modelo ADDIE, demonstrando que o ensino de conteúdos químicos pode ser enriquecido, quando inserido em contextos interdisciplinares. A relação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) foi um dos aspectos mais enfatizados, permitindo que os alunos compreendessem a relevância dos colóides em produtos do cotidiano, como alimentos e cosméticos. Esta conexão com a realidade favorece o engajamento dos estudantes.

Por meio da metodologia IBSE, o equilíbrio químico foi explorado em diferentes cenários do cotidiano, no ART09, como foi o caso da dissolução de gases em líquidos e as variações de cor em indicadores químicos. Este enfoque investigativo possibilitou aos alunos compreenderem os princípios teóricos do equilíbrio químico, como também, suas aplicações práticas e sua relevância para a compreensão de fenômenos naturais e industriais.

A análise dos artigos evidenciou que as metodologias ativas são as predominantes na busca da promoção da AC, no ensino de Química. Esta constatação está alinhada com estudos da área de ensino de ciências, que vêm apontando que metodologias baseadas na experimentação, investigação e contextualização fomentam a construção do conhecimento científico, de forma mais significativa (Moraes; Galiazzi, 2005; Chassot, 2000).

As abordagens STEM, IBSE e PBL, por exemplo, demonstraram que o ensino de Química pode ser mais eficaz, quando os alunos são incentivados a construir seu conhecimento, de forma ativa, ao invés de apenas memorizar fórmulas e definições. Estudos como os de Zoller (2007) e Sasseron e Carvalho (2011) corroboram com tal perspectiva, ressaltando que a aprendizagem significativa depende da interação entre conceitos científicos e experiências concretas.

Além disso, a utilização de TLDC e da escrita argumentativa pode reforçar a importância de estratégias que desenvolvam habilidades críticas e comunicativas nos estudantes. Tal afirmativa nos conduz à compreensão de que a ciência não deve ser ensinada de forma isolada, mas, sim, integrada a diferentes linguagens e contextos sociais, a fim de promover uma visão mais abrangente do conhecimento científico (Freire, 1989; Chassot, 2003).

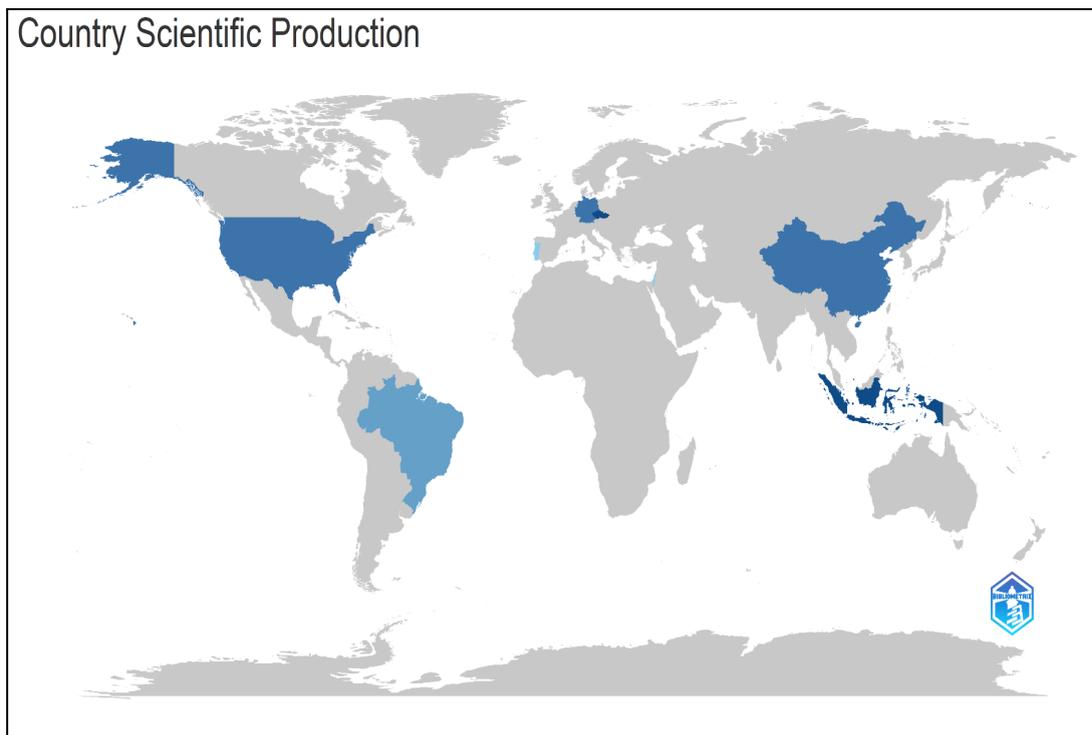
Diante dos resultados obtidos na pesquisa, podemos afirmar que a promoção da AC não deve se restringir à transmissão de informações, pois, o que se espera do aluno é a construção de conhecimentos que possam ser aplicados no contexto da vida cotidiana. Dessa forma, é necessário que os docentes invistam em abordagens que incentivem o pensamento crítico e reflexivo, a autonomia e a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes.

4.3 Análise dos dados gerados pelo Bibliometrix

Nesta seção, apresentamos os dados gerados por meio da análise bibliométrica, realizada com o *software* Bibliometrix, destacando informações relevantes sobre as tendências e padrões na produção científica, particularmente, no contexto do ensino de Química e áreas correlatas. Os dados visualizados fornecem subsídios importantes para compreendermos a distribuição da produção científica global, os principais temas de pesquisa e a contribuição de diferentes países neste campo.

A Figura 2 representa a produção científica global, por país, de acordo com os resultados encontrados nesta pesquisa. A tonalidade azul indica a quantidade relativa de publicações; já a cor azul mais escura demonstra a maior produção; e o azul mais claro, indica a menor produção.

Figura 2 - Produção científica global dos artigos, por país

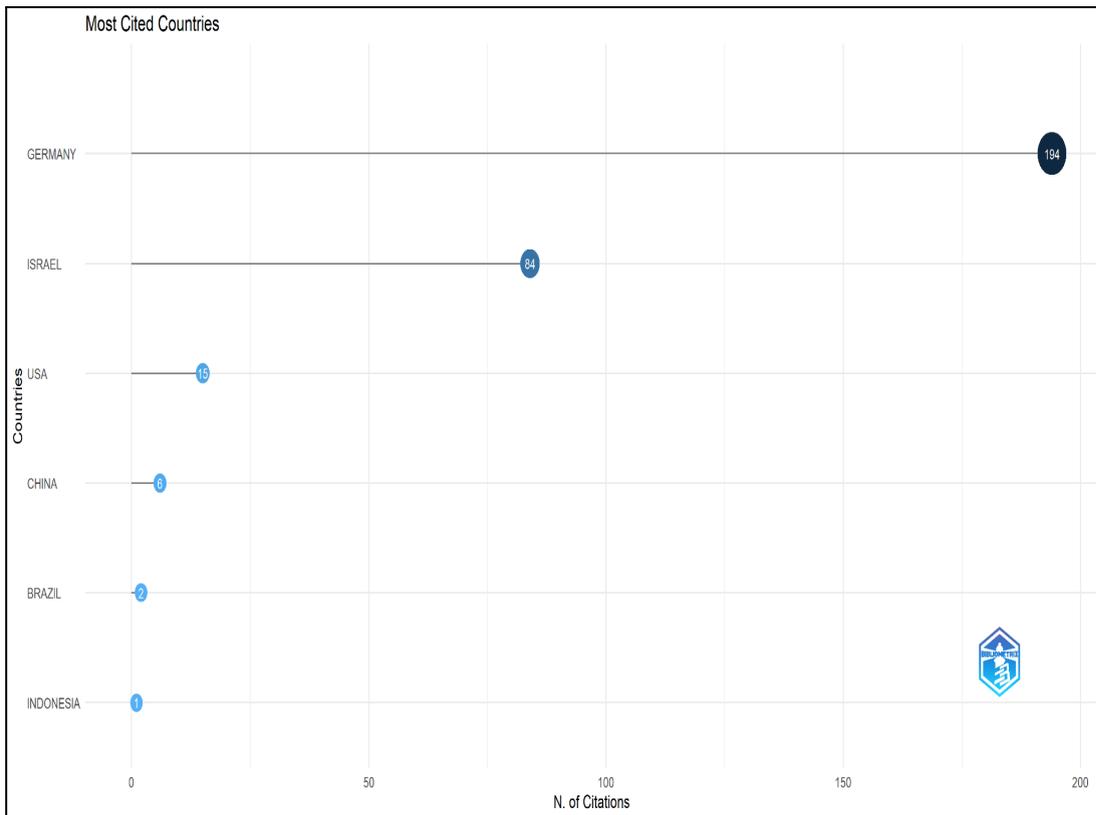


Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix, pela autora (2024).

É possível observar, pela análise da Figura 2, que países como os Estados Unidos, China e Alemanha aparecem em cor azul escura, evidência de que estes dominam a produção científica, dentro dos parâmetros, estratégias e metodologia utilizadas nesta pesquisa. Ressaltamos que este padrão reflete o impacto do investimento em ciência e tecnologia, bem como, o número de pesquisadores e a infraestrutura acadêmica dos referidos locais.

Em contrapartida, países em desenvolvimento, como o Brasil, estão representados em azul mais claro, sugerindo um nível moderado de produção científica, em comparação com as potências globais. Na Figura 3, apresentada a seguir, estão representados os países mais citados em relação ao tema deste trabalho.

Figura 3 - Países mais citados quanto ao tema

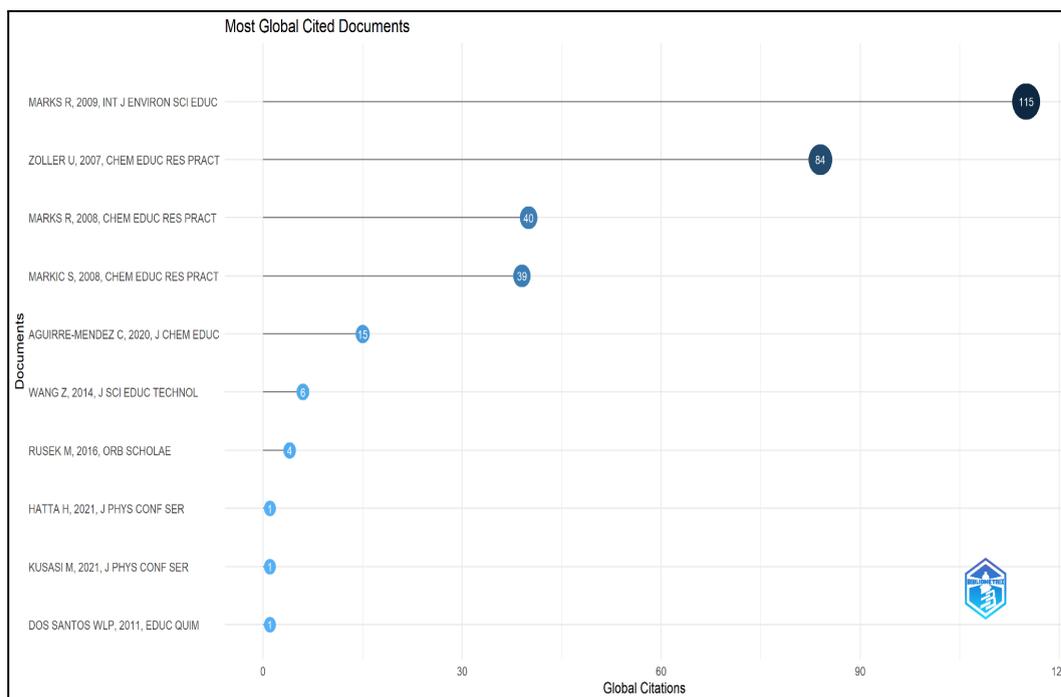


Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix, pela autora (2024).

Os dados apresentados na Figura 3 evidenciam que a Alemanha ocupa uma posição de destaque, acumulando 194 citações, liderando, então, a lista. Em segundo lugar, encontra-se Israel, com 84 citações. Estados Unidos aparece na terceira posição, com 15 citações, demonstrando um papel relevante, mas, em menor escala, comparado aos líderes. China, Brasil e Indonésia ocupam posições menos proeminentes, com 6, 2 e 1 citação, respectivamente, indicando contribuições mais limitadas.

O gráfico que será apresentado na Figura 4, a seguir, contempla os documentos mais citados, globalmente; ou seja, ele representa as principais referências que têm moldado o campo de pesquisa, com a quantidade de citações globais listada no eixo horizontal e os títulos no eixo vertical.

Figura 4 - Produções mais citadas, globalmente



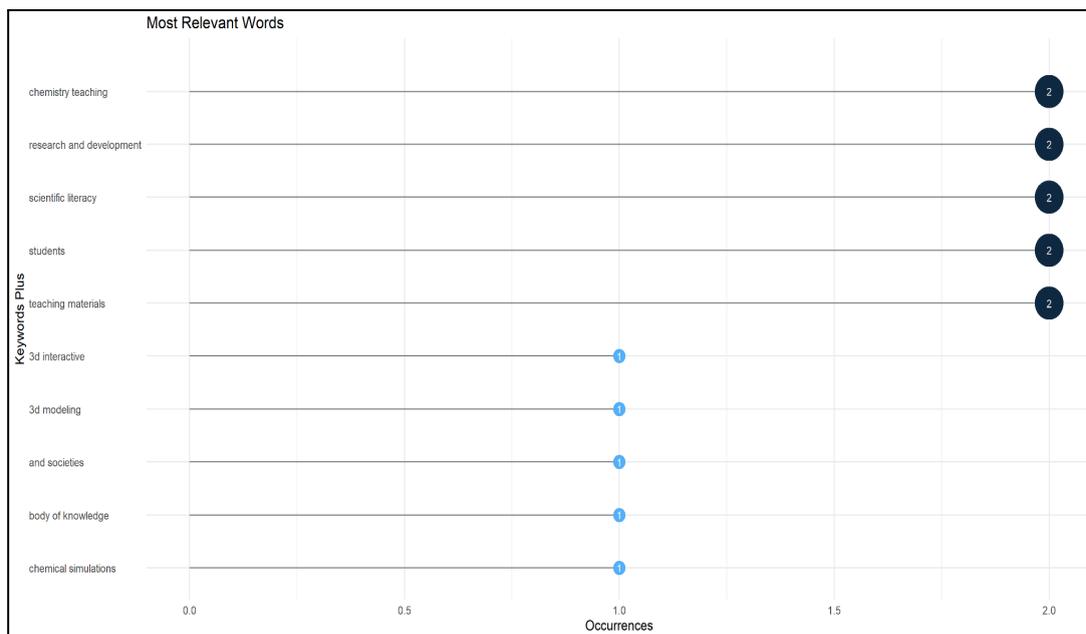
Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix, pela autora (2024).

Pela análise da Figura 4, observamos que o ART12, “Promover a literacia científica através de uma abordagem sociocrítica e orientada para os problemas no ensino da química: conceito, exemplos, experiências”, publicado no *International Journal of Environmental Science Education* lidera o ranking, teve 115 citações, fato que indica sua relevância como base teórica ou prática para trabalhos posteriores.

O segundo documento, com 84 citações, publicado no *Chemistry Education Research and Practice*, correspondente ao ART01, “Combinando objetivos de promoção de Habilidades Cognitivas de Ordem Superior (HOGS) com práticas de laboratório baseadas em problemas em um curso de química orgânica para calouros”, reflete um impacto notável, devido ao número de citações atribuídas, dentro do campo de pesquisa.

A seguir, a Figura 5 exibe as palavras mais relevantes extraídas da análise bibliométrica, que revelou os temas e conceitos centrais, discutidos na literatura científica, o que viabilizou identificar tendências e/ou lacunas no campo da alfabetização científica e do ensino de química.

Figura 5 - Palavras mais relevantes quanto ao tema



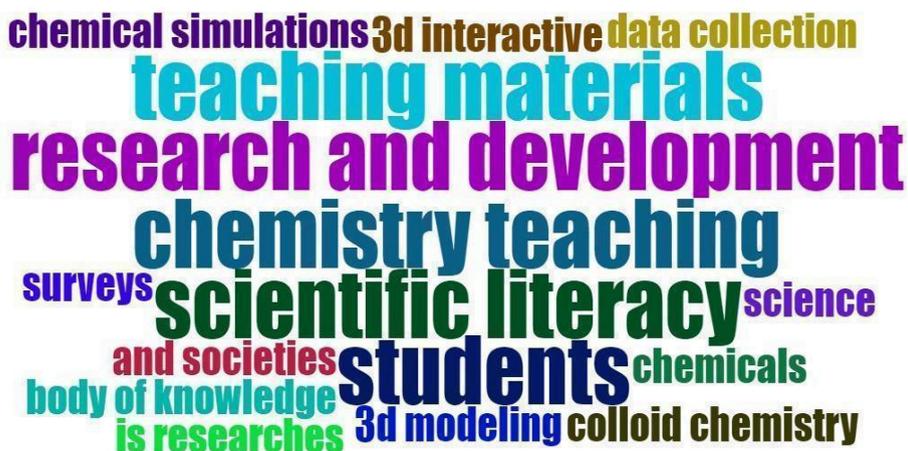
Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix, pela autora (2024).

A análise da figura 5 evidencia que as palavras, ou expressões, mais recorrentes, associadas ao tema, são: Ensino de Química (apareceu 02 vezes), Pesquisa e desenvolvimento (02), Literacia Científica (02), Alunos (02) e Materiais de ensino (02). Este resultado demonstra que a preocupação em torno do ensino de Química é um tema emergente na sociedade e que tem sido foco de muitas pesquisas, que têm apontado a Literacia Científica como uma das metodologias possíveis para que os alunos adquiram competências relacionadas à ciência e tecnologia.

Outros termos também apareceram, mas somente com uma recorrência (01), que foi o caso de “interativo 3D”, “modelagem 3D”, “sociedades”, “corpo de conhecimento” e “simulações químicas” (tradução nossa). Este resultado denota que elas não representam elementos significativos dentro do *corpus* da investigação.

A Figura 6 apresenta uma “nuvem de palavras”, gerada pelo *software* Bibliometrix, representando as palavras-chave mais frequentes no *corpus* analisado, relacionadas ao ensino de Química.

Figura 6 - Nuvem de palavras-chave mais frequentes no *corpus* da pesquisa

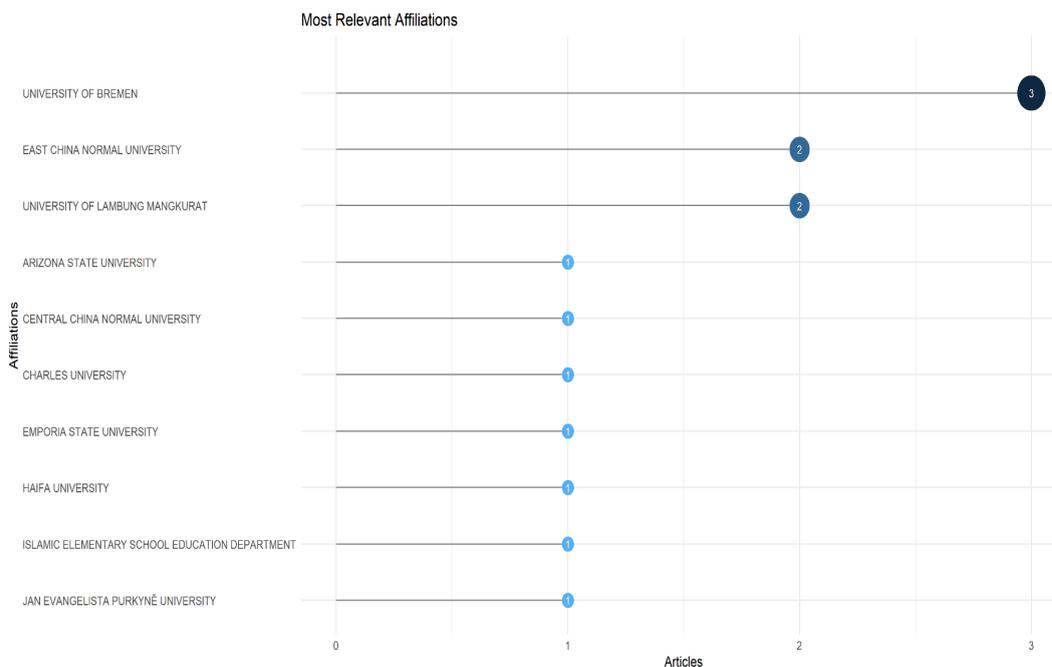


Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix, pela autora (2024).

Esta ferramenta visual organiza os termos conforme sua relevância e frequência, permitindo uma visão imediata dos temas centrais da área. *"Teaching materials"* e *"chemistry teaching"* aparecem em tamanho maior, indicando que a pesquisa científica, frequentemente, faz uso destes termos.

Na Figura 7, estão representadas as instituições de ensino e pesquisa que mais publicam sobre o tema, segundo aponta o *software* Bibliometrix.

Figura 7 - Instituições mais relevantes quanto ao tema

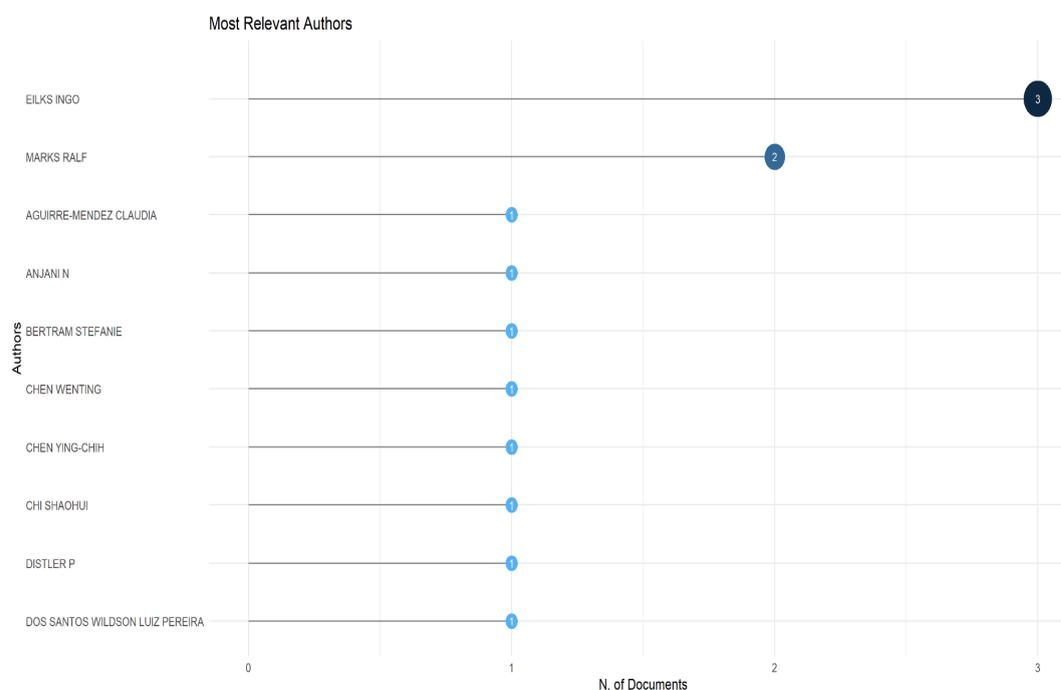


Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix, pela autora (2024).

A Figura 7 demonstra que a Universidade de Bremen se destaca como a instituição que mais publica trabalhos sobre o tema, alcançando o número de 3 publicações. No caso da *East China Normal University* e *University of Lambung M* uas *angkurat*, elas aparecem com 2 publicações, o que demonstra uma contribuição científica significativa, considerando o número de artigos encontrados. O gráfico inclui outras universidades, como *Arizona State University*, *Haifa University* e *Charles University*, com 1 artigo cada, o que reflete a dispersão da produção científica por diferentes instituições.

Na sequência, a Figura 8 apresenta os autores mais significativos, com base na quantidade de documentos publicados sobre o tema analisado.

Figura 8 - Autores mais relevantes sobre o tema



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix, pela autora (2024).

Pela análise da Figura 8, Eilks Ingo se destaca como o autor mais produtivo, com 3 publicações. Isso sugere sua atuação significativa na área, defendendo a necessidade de uma AC crítica, a fim de preparar os estudantes para desafios complexos do mundo contemporâneo (Eilks; Hofstein, 2015). Ele é pesquisador e educador, na área de ensino de Química, reconhecido por suas contribuições para a inovação pedagógica e a formação de professores. Atualmente, ele é professor na Universidade de Bremen, na Alemanha, onde desenvolve pesquisas sobre

metodologias ativas de ensino, AC e a integração da Química a temas sociais e ambientais. Seu trabalho é caracterizado pela defesa de um ensino de Química contextualizado e interdisciplinar, promovendo abordagens que aproximam os estudantes da realidade cotidiana.

Eilks enfatiza a necessidade de um ensino crítico e reflexivo, incentivando os alunos a compreenderem a ciência como um processo dinâmico e interligado a aspectos culturais, ambientais e políticos (Eilks; Ralle, 2002). Outro aspecto relevante sobre o citado pesquisador é o seu foco no uso de mídias e tecnologias digitais na educação química, explorando como estas ferramentas podem melhorar a interação dos alunos com os conteúdos científicos.

O segundo autor mais relevante, Marks Ralf, com duas publicações, também demonstra envolvimento significativo, em colaboração com Eilks, considerando que ambos têm um histórico de atuação em estudos correlatos. Marks é um pesquisador, associado ao *Institut für Didaktik der Naturwissenschaften –Chemiedidaktik* (Instituto de Didática das Ciências Naturais – Didática de Química), da Universidade de Bremen, na Alemanha. Sua área de atuação se concentra, principalmente, na educação científica, com ênfase no ensino de Ciências Naturais, especialmente, no campo da Química. Uma de suas principais linhas de pesquisa é a utilização de questões sociocientíficas como contexto para o ensino de ciências. Em colaboração com outros pesquisadores, como Ingo Eilks e Marc Stuckey, Marks tem investigado a importância de se discutir temas sociais e culturais, no ensino de Química, ampliando a visão dos alunos sobre a ciência e seu impacto na sociedade. Por exemplo, em seu trabalho "*Socio-scientific issues as contexts for relevant education and a case on tattooing in chemistry teaching*", ele explora como tatuagens podem ser usadas para discutir aspectos científicos, sociais e éticos em sala de aula.

Marks também tem se preocupado com o impacto das práticas educacionais na formação dos alunos, defendendo uma educação científica que transcenda a transmissão de conhecimentos técnicos. Seu trabalho está alinhado com uma abordagem educacional mais ampla, que considera a ciência como um campo dinâmico e socialmente relevante. Ele argumenta que o ensino de ciências deve incorporar questões de ética, cidadania e responsabilidade social, preparando os alunos para tomar decisões informadas em suas vidas cotidianas (Marks *et al.*, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como objetivo geral identificar as abordagens metodológicas e os conteúdos do ensino de Química que podem contribuir para a promoção da AC, no ensino formal. Para tal, foram realizadas uma revisão bibliográfica e uma análise bibliométrica de publicações indexadas na base de dados *Scopus*, utilizando o software *Bibliometrix*.

Os resultados obtidos permitiram identificar tendências, lacunas e contribuições teórico-metodológicas, no ensino de Química, voltado para a promoção da AC. Os achados evidenciaram que a AC, para o ensino de ciências, deve ser compreendida não apenas como a aquisição de conhecimentos técnicos, mas, também, como um processo que envolve a capacidade de interpretar, relacionar e aplicar informações científicas ao cotidiano dos alunos.

Entre os principais resultados obtidos, foi verificado que as abordagens baseadas em metodologias ativas, como o Aprendizado Baseado em Problemas (PBL), a Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e o *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) são frequentemente apontadas como eficientes para a promoção da AC. Tais metodologias buscam promover uma aprendizagem mais significativa, oportunizando que os alunos relacionem os conceitos químicos a contextos reais e desenvolvam habilidades de argumentação e análise crítica. Outro aspecto identificado na pesquisa foi a utilização da interdisciplinaridade e da inserção de temas sóciocríticos no ensino de Química.

Os resultados sugerem que a adoção de temáticas relacionadas às mudanças climáticas, à poluição ambiental, às energias renováveis e à segurança alimentar, por exemplo, contribuem para que os alunos compreendam a relevância da ciência em suas vidas. Este tipo de abordagem favorece a construção de um olhar mais reflexivo e consciente, fortalecendo a formação cidadã dos estudantes.

A análise bibliométrica revelou, também, que, apesar do crescente número de publicações sobre AC, no ensino de Química, com o passar dos anos, ainda predominam lacunas significativas, especialmente, no que se refere à formação docente. Nesse sentido, apesar de este tema não ser o escopo desta investigação, podemos indicar que novas pesquisas devem ser conduzidas para tratar a questão em foco.

Além da formação docente, a infraestrutura das escolas também desempenha um papel crucial na implementação de práticas pedagógicas inovadoras. Sobre isto, muitos professores relataram dificuldades para aplicar metodologias ativas, devido à falta de laboratórios, materiais didáticos adequados e apoio institucional. Sendo assim, é essencial que gestores educacionais invistam em recursos que viabilizem o ensino experimental e investigativo, oferecendo aos estudantes uma vivência mais concreta dos fenômenos químicos.

Pelos estudos realizados, notamos que a tecnologia tem se mostrado uma aliada importante na promoção da AC, sendo que, por meio da utilização de simulações computacionais e ferramentas interativas podem ser ampliadas as possibilidades de aprendizagem, o que torna os conteúdos mais acessíveis e estimulantes para os alunos. No entanto, para que tais tecnologias sejam eficazes, é necessário que sejam integradas ao currículo, de forma planejada, garantindo que sua utilização esteja alinhada aos objetivos pedagógicos, não ficando restrita somente ao uso superficial.

Além disso, percebemos a necessidade de promover a divulgação científica, de forma acessível e envolvente, pois, a falta de familiaridade dos alunos com textos científicos e a dificuldade em interpretar informações técnicas são desafios que devem ser enfrentados, por meio da introdução de textos literários de divulgação científica, atividades de leitura crítica e discussões interdisciplinares. Tais estratégias auxiliam na construção do pensamento científico e tornam os alunos mais preparados para avaliar informações, com base em evidências, um aspecto essencial, em uma sociedade onde a desinformação se propaga rapidamente.

Por fim, espera-se que esta dissertação possa contribuir para o debate sobre a AC e inspire futuras pesquisas, que ampliem as possibilidades de ensino da Química, em um contexto mais dinâmico e significativo. O aprofundamento deste tema pode abrir novas perspectivas para a educação científica, na intenção de fortalecer a formação de cidadãos críticos e preparados para lidar com os desafios da contemporaneidade.

REFERÊNCIAS

ADINOLFI, L. O analfabetismo científico e sua relação com o diálogo entre ciência e sociedade. **Revista Brasileira de Educação Científica**, v. 5, n. 2, p. 34-50, 2020.

AGUIRRE-MÉNDEZ, C.; CHEN, Y.-C.; TERADA, T.; TECHAWITTHAYACHINDA, R. Previsão de componentes da escrita argumentativa e ganhos de desempenho em um curso de Química Geral para alunos não universitários. **Revista de Educação Química**, v. 97, n. 8, p. 2045–2056, 2020.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2022.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-tecnológica para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLG4qqN9SzHjNq7Db/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 27 fev. 2021.

BIBLIOMETRIX. **Biblioshiny**: the shiny app for bibliometrix. Itália, 2022. Disponível em: <<https://www.bibliometrix.org/home/>>. Acesso em: 25 set. 2024.

BRANDI, A. T. E.; GURGEL, C. M. do A. A Alfabetização Científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 113-125, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/G8X4LjgpH7GTyTFZv5pHZDg/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. **Lei no 4.024, de 20 de dezembro de 1961**. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1961. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-normaatualizada-pl.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. INEP. Diretoria de Estatísticas Educacionais. **Censo escolar 2020**: divulgação dos resultados. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2020/apresentacao_coliativa.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2024.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126 p.

BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)**. Notas sobre o Brasil no Pisa 2022. Brasília, DF: Inep, 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BUFREM, L. S. Produção e comunicação da informação científica no Brasil: a questão da visibilidade. **Ciência da Informação**, v. 25, n. 1, p. 25-32, 1996.

CALDEIRA, A. M. Estudo bibliométrico sobre a doença de Chagas no Brasil. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 3, p. 45-61, 1974.

CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica no ensino de ciências: uma abordagem investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, p. 9-26, 2015.

CARVALHO, A. M. P. Bibliometria e sua aplicação na química. **Revista Química Nova**, v. 5, p. 78-85, 1975.

CARVALHO, A. M. P. de; TINOCO, S. C. **O ensino de ciências como enculturação**. Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores. São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2006.

CAVALHO, J. M. Produção acadêmica no Instituto de Ciências Biológicas da UFMG: uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 6, p. 102-119, 1976.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

CUNHA, M. B. A evolução do conceito de alfabetização científica: uma análise bibliográfica. **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p. 45-59, 2017.

CUNHA, M. B. Definições e aplicações do conceito de alfabetização científica. **Revista Brasileira de Estudos em Ciência e Tecnologia**, v. 10, p. 101-112, 2010.

DE GODOI BRANCO, A. B.; BRANCO, E. P.; ZANATTA, S. C.; NAGASHIMA, L. A. O letramento científico na BNCC: possíveis desafios para sua prática. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 15, n. 33, p. 196-215, 2020.

DOS SANTOS, W. L. P. Química e formação de cidadania. **Educação Química**, v. 22, n. 4, p. 300–305, 2011.

DISTLER, P.; TEPLÁ, M.; TEPLÝ, P.; ŠKODA, J. Utilização eficaz de tarefas didáticas liberadas do Programa de Avaliação Internacional de Alunos (PISA) para o desenvolvimento de níveis cognitivos superiores e alfabetização científica de alunos no ensino de Química. **Chemické Listy**, v. 116, n. 11, p. 700–704, 2022.

EILKS, I.; HOFSTEIN, A. **Relevant Chemistry Education: from theory to practice**. Rotterdam: Sense Publishers, 2015.

EILKS, I.; RALLE, B. Research in chemical education – What does this mean? **Chemistry Education Research and Practice**, v. 3, n. 2, p. 5-7, 2002.

FIGUEIREDO, R. A. Bibliometria aplicada ao estudo da geologia no Brasil. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 4, p. 72-90, 1972.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**. São Paulo: Cortez, 1989.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. S. **Professores do Brasil: impasses e desafios**. Brasília: UNESCO, 2009.

HARDWARE. In: MICHAELIS. 2023. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/hardware/>>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HATTA; MITERIANIFA; OCTARYA, Z. Promovendo a alfabetização científica na aprendizagem de Química sobre o assunto colóide por meio do desenvolvimento de material instrucional. **Revista de Física: Série de Conferências**, v. 1.842, n. 1, p. 012045, 2021.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

INAF. **Indicador de Analfabetismo Funcional – Relatório Nacional 2022**. São Paulo: Ação Educativa e Instituto Paulo Montenegro, 2022.

INEP. **Divulgados os resultados do Pisa 2022**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022#:~:text=Ao%20todo%2C%2081%20pa%C3%ADses%20foram,das%20redes%20p%C3%ABlica%20e%20privada>>. Acesso em: 13 mar. 2025.

INEP. **Relatório Nacional do PISA 2020**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 161, p. 168-187, 2016.

KUSASI, M.; FAHMI, F.; SANJAYA, R. E.; RIDUAN, M.; ANJANI, N. Viabilidade de materiais didáticos básicos de química baseados em STEM para melhorar a literatura científica dos alunos em contexto de áreas úmidas. **Revista de Física: Série de Conferências**, v. 2104, n. 1, p. 012022, 2021.

LIU, S.; LIU, K.; YAN, C.; WU, K. Estudo e implementação de experimento de simulação química baseado em 3D interativo. **Anais... Conferência Internacional De Inovação Educacional por Meio da Tecnologia**, 2015. [S.l.]: IEEE, 2016. p. 107-111.

MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Disciplinas E Integração Curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p. 73-94.

MAMEDE, N.; ZIMMERMANN, T. O conceito de letramento científico e suas implicações no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Educação Científica**, v. 10, p. 99-115, 2005.

MARCAS, R.; EILKS, I. Promover a alfabetização científica usando uma abordagem sociocrítica e orientada para problemas no ensino de Química: conceito, exemplos, experiências. **Revista Internacional de Educação Ambiental e Científica**, v. 4, n. 3, p. 231–245, 2009.

MÁRCIO, J. **Os quatro pilares da educação**: sobre alunos, professores, escolas e textos. São Paulo: Textonovo, 2011.

MARCUSCHI, L. A. **Produção textual, análise de gêneros e compreensão**. São Paulo: Parábola Editorial, 2007.

MARKS, R.; EILKS, I.; STUCKEY, M. Socio-scientific issues as contexts for relevant education and a case on tattooing in chemistry teaching. **Science Education International**, v. 25, n. 1, p. 52-61, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/270168255_Socio-scientific_issues_as_contexts_for_relevant_education_and_a_case_on_tattooing_in_chemistry_teaching>. Acesso em: 02 mar. 2025.

MATHIAS, S. Evolução da química no Brasil. *In*: FERRI, M. G.; MOTOYAMA, S. **História das ciências no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1979. p. 93-110.

McGRATHN, R. Bibliometria e cienciometria: definições e aplicações. **Journal of Informetrics**, v. 2, n. 1, p. 45-61, 1989.

MORAES, R. Análise Textual Discursiva. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 29, n. 2, p. 321-339, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2005.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: fundamentos e aplicações. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 2, p. 197-220, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Princípios metodológicos da Análise Textual Discursiva. **Educação & Realidade**, v. 30, p. 37-54, 2005.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. **Actas del PIDECE: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, p.101-136, 2003. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/pesquisaem ensino.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. A linguagem em uma aula de ciências. **Presença Pedagógica**. Belo Horizonte, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.

OCDE. **Relatório PISA 2022**: desempenho dos estudantes em ciências, matemática e leitura. Paris: OECD, 2022.

OGUNKOLA, B. J. Scientific literacy: Conceptual overview, importance and strategies for improvement. **Journal of Educational and Social Research**, v. 3, n. 3, p. 265-274, 2013.

OLIVEIRA, J. M.; PEREIRA, L. R. Analfabetismo científico e seus impactos na sociedade. **Revista Brasileira de Educação Científica**, v. 19, p. 76-91, 2020.

OLIVEIRA, S. M. Produção bibliométrica sobre esquistossomose no Brasil. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 7, p. 55-69, 1975.

ORLANDI, L. B.; RIBEIRO, A. S.; NASCIMENTO, J. S. Fake news e negacionismo científico: um estudo de caso sobre a COVID-19. **Revista de Divulgação Científica**, v. 10, p. 201-218, 2020.

PARKER, Andrew A.; STAGGERS, Henry; KERN, Paul; SMITH, Linda R.; THOMPSON, Michelle; DAVIS, John R. The impact of anti-vaccine movements on public health. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 13, n. 7, p. 618–626, 2013. DOI: 10.1016/S1473-3099(13)70106-9. Acesso em: 21 maio 2025.

PISA. Programme for International Student Assessment – **Relatório 2016**. Paris: OECD, 2016.

PISA. Programme for International Student Assessment – **Relatório 2022**. Paris: OECD, 2022.

RIBEIRO, C. A. Produção científica sobre o cacau no Brasil. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 8, p. 44-58, 1978.

ROMANELLI, O. de O. **História da educação no Brasil**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1986.

ROSA, C. W.; ROSA, Á. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Ibero-americana de Educação**, n. 58/2, fev. 2012.

RUSEK, M.; SLAVÍK, J.; NAJVAR, P. Construção de conteúdo e utilização didática de experimento científico-pedagógico no ensino de Química. **Orbis Scholae**, v. 10, n. 2, p. 71–91, 2016.

SANTOS, R. N. M. dos; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**. v. 2, n. 1, p. 155-172, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10089>>. Acesso em: 17 dez. 2024.

SANTOS, W. L. P. dos. MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, dez. 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfp5jqRL/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma abordagem sociocultural do letramento científico. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 131-147, 2001.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 17, número especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 1 jun. 2023.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão sobre a pesquisa no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 27-48, 2011.

SAVIANI, D. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. Campinas: Autores Associados, 2010.

SHWARTZ, Y.; BEN-ZVI, R.; HOFSTEIN, A. The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 4, p. 203-225, 2006.

SILVA, A. P.; SANTOS, N. P. e AFONSO, J. C. A criação do curso de engenharia química na Escola Nacional de Química da Universidade do Brasil. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 881-888, 2006.

SOARES, M. Alfabetização e letramento. **Revista Brasileira de Educação**, v. 10, p. 5-15, 1998.

TARGINO, A. R. L.; GIORDAN, M. Retextualizando o texto literário da divulgação científica “A tabela periódica” no ensino de Química. **Educação e Pesquisa**, v. 47, p. 1–15, 2021.

VANTI, N. A. Bibliometria e suas aplicações na Ciência da Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 7, n. 2, p. 160-180, 2002.

VIEIRA, H.; MORAIS, C.; PAIVA, J. Dinâmica de investigação no estudo das perturbações de um estado de equilíbrio químico. **Química Nova**, v. 37, n. 9, p. 1573–1578, 2014.

WANG, Z.; CHI, S.; HU, K.; CHEN, W. Conhecimento e aplicação de modelos por professores de Química. **Revista de Educação Científica e Tecnologia**, v. 23, n. 2, p. 211–226, 2014.

ZOLLER, U. Teaching tomorrow’s college science courses - Are we getting it right today? **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 1, p. 43-46, 2007.

APÊNDICE

Passo a passo para a instalação do Bibliometrix:

i - Instalando os pacotes R - o primeiro passo foi acessar o site oficial R project e clicar em “CRAN” (*Comprehensive R Archive Network*), no endereço: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/> , conforme é exibido na Figura 9.

Figura 9 - Interface do site oficial R project



Fonte: Imagem extraída do site oficial R Project, pela autora (2024).

ii - escolhendo os parâmetros - escolheu-se o servidor mais próximo de nossa localização, neste caso, o Brasil, conforme mostra a Figura 10.

Figura 10 - Interface do site oficial R Project

Espelhos CRAN	
O Comprehensive R Archive Network está disponível nas seguintes URLs, escolha um local próximo a você. Algumas estatísticas sobre o status dos espelhos podem ser encontradas aqui: main page , windows release , windows old release .	
Se você quiser hospedar um novo espelho em sua instituição, dê uma olhada no CRAN Mirror HOWTO .	
0-Nuvem	https://cloud.r-project.org/ Redirecionamento automático para servidores em todo o mundo, atualmente patrocinado pela Posit
Argentina	http://mirror.fcaglp.unlp.edu.ar/CRAN/ Universidade Nacional de La Plata
Austrália	https://cran.csiro.au/ CSIRO
	https://mirror.aarnet.edu.au/pub/CRAN/ Rede AAR
	https://cran.ms.unimelb.edu.au/ Escola de Matemática e Estatística, Universidade de Melbourne
Áustria	https://cran.wu.ac.at/ Wirtschaftsuniversität Viena
Bélgica	https://www.freeststatistics.org/cran/ Patrick Wessa
	https://ftp.belnet.be/mirror/CRAN/ Belnet, a rede belga de pesquisa e educação
Brasil	https://cran-r.c3sl.ufpr.br/ Universidade Federal do Paraná
	https://xps.fmvz.usp.br/CRAN/ Universidade de São Paulo, São Paulo
	https://brieger.esalq.usp.br/CRAN/ Universidade de São Paulo, Piracicaba
Bulgária	https://ftp.uni-sofia.bg/CRAN/ Universidade de Sófia
Canadá	https://muug.ca/mirror/cran/ Grupo de usuários Unix de Manitoba

Fonte: Imagem extraída do site oficial R project, pela autora (2024).

Feito isso, o site foi redirecionado para uma página, como mostra a Figura 11, por meio da qual foi possível selecionar o sistema operacional que estava em uso.

Figura 11 - Interface do site oficial R project

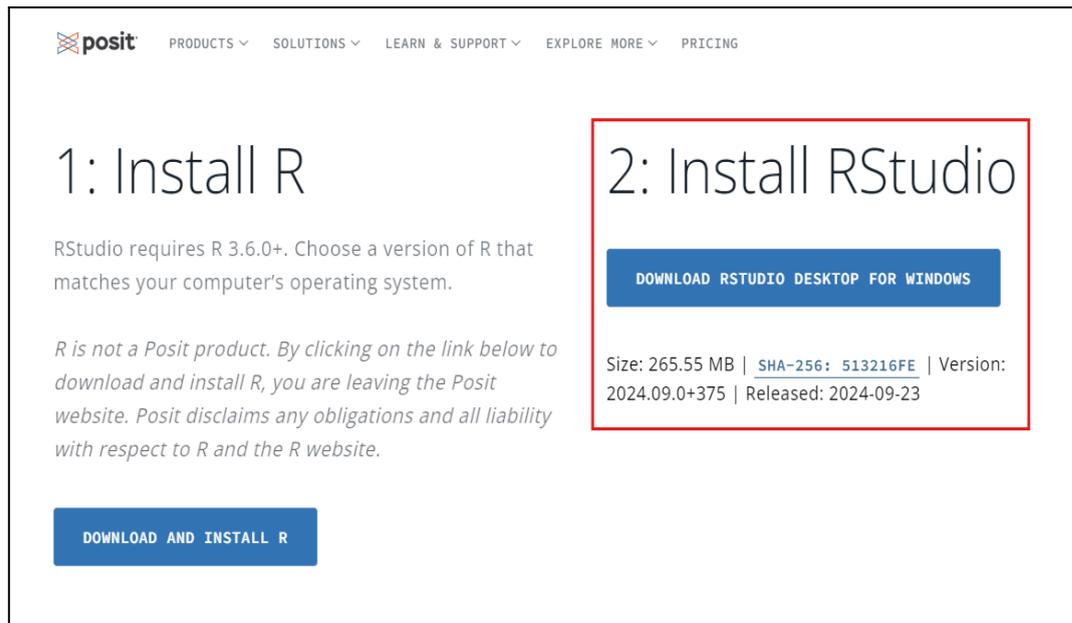
The screenshot shows the 'The Comprehensive R Archive Network' website. On the left is a navigation menu with links for CRAN, Mirrors, What's new?, Search, CRAN Team, About R, R Homepage, The R Journal, Software, R Sources, R Binaries, Packages, Task Views, Other, Documentation, Manuals, FAQs, Contributed, Donations, and Donate. The main content area is titled 'Download and Install R' and contains the following text: 'Precompiled binary distributions of the base system and contributed packages, Windows and Mac users most likely want one of these versions of R:'. Below this are three bullet points: 'Download R for Linux (Debian, Fedora Redhat, Ubuntu)', 'Download R for macOS', and 'Download R for Windows'. A note states: 'R is part of many Linux distributions, you should check with your Linux package management system in addition to the link above.' Below this is a section titled 'Source Code for all Platforms' with the text: 'Windows and Mac users most likely want to download the precompiled binaries listed in the upper box, not the source code. The sources have to be compiled before you can use them. If you do not know what this means, you probably do not want to do it!'. This section contains several bullet points: 'The latest release (2024-06-14, Race for Your Life) R-4.4.1.tar.gz, read what's new in the latest version.', 'The CRAN directory src/base-prerelease contains R alpha, beta, and rc releases as daily snapshots in time periods before a planned release.', 'Between releases, the same directory src/base-prerelease contains snapshots of current patched and development versions. Please read about new features and bug fixes before filing corresponding feature requests or bug reports.', 'Alternatively, daily snapshots are available here.', 'Source code of older versions of R is available here.', and 'Contributed extension packages.'

Fonte: Imagem extraída do site oficial R Project, pela autora (2024).

iii - Para a instalação do pacote *R project*, foi necessário, também, instalar o pacote Rstudio. Para isto, acessamos o site oficial do Rstudio e selecionamos "*Download Rstudio desktop for windows*", como está demonstrado na Figura 12.

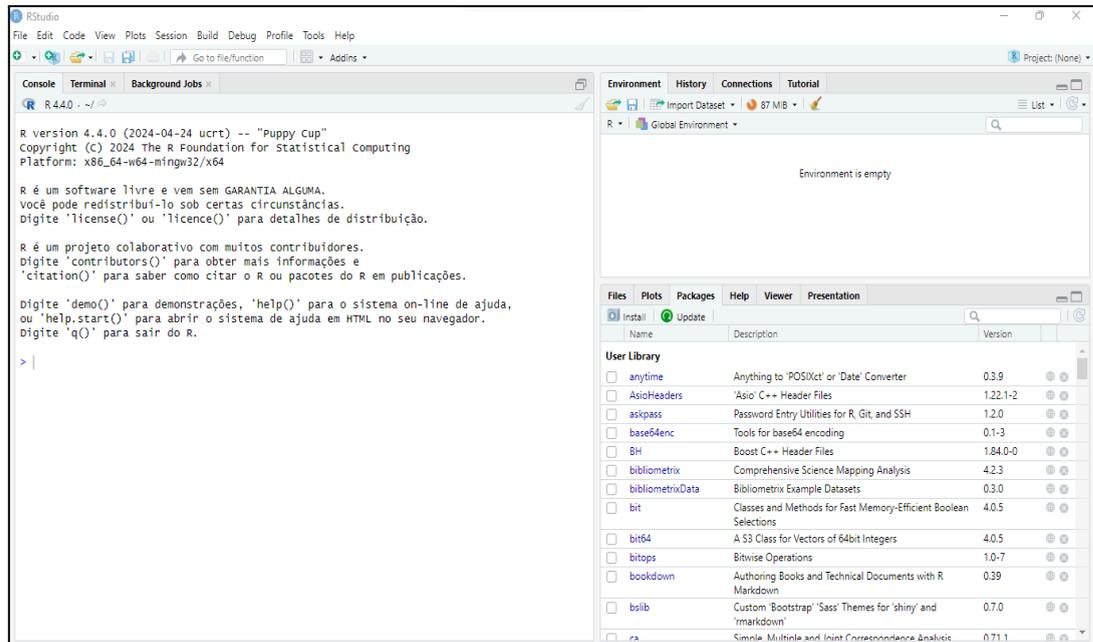
Na sequência, na Figura 13, é exibida a interface do *Rstudio desktop for windows*.

Figura 12 - Interface do site oficial Rstudio



Fonte: Imagem extraída do site oficial Rstudio, pela autora (2024).

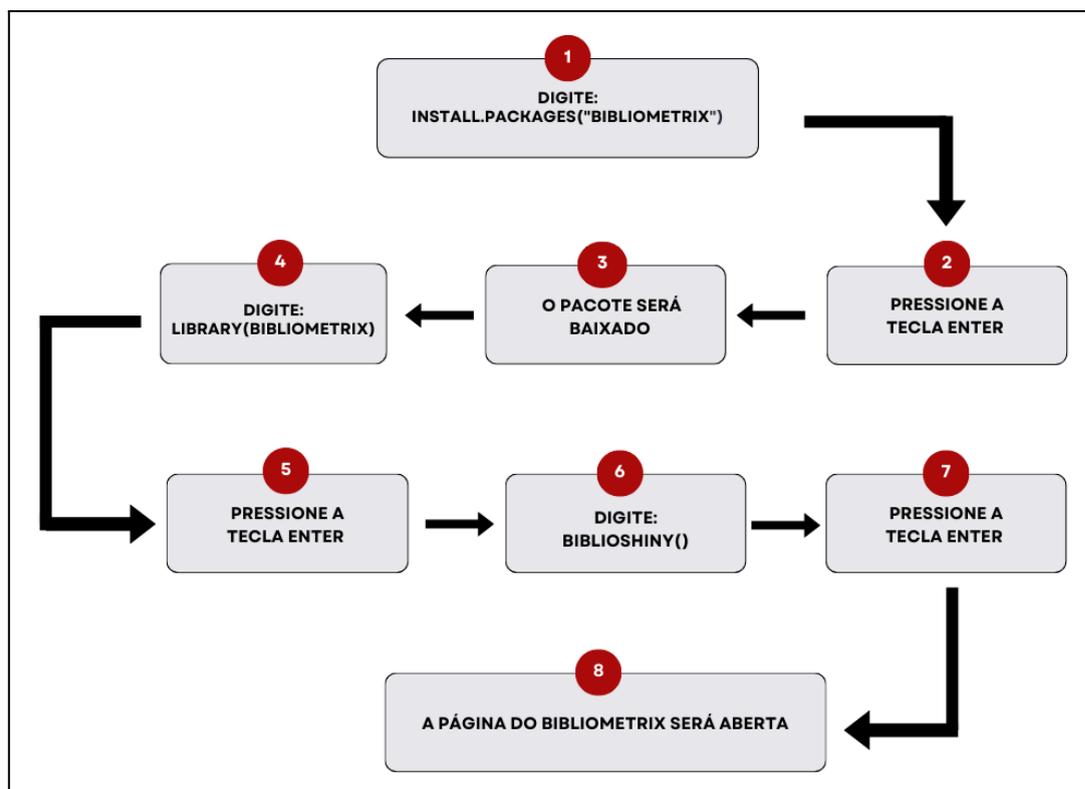
Figura 13 - Interface do pacote Rstudio



Fonte: Imagem extraída do pacote Rstudio, pela autora (2024).

iv - Após a instalação do pacote Rstudio, realizamos os comandos descritos no fluxograma que integra a Figura 14, em seu console, para só então dar início à instalação do *Bibliometrix*.

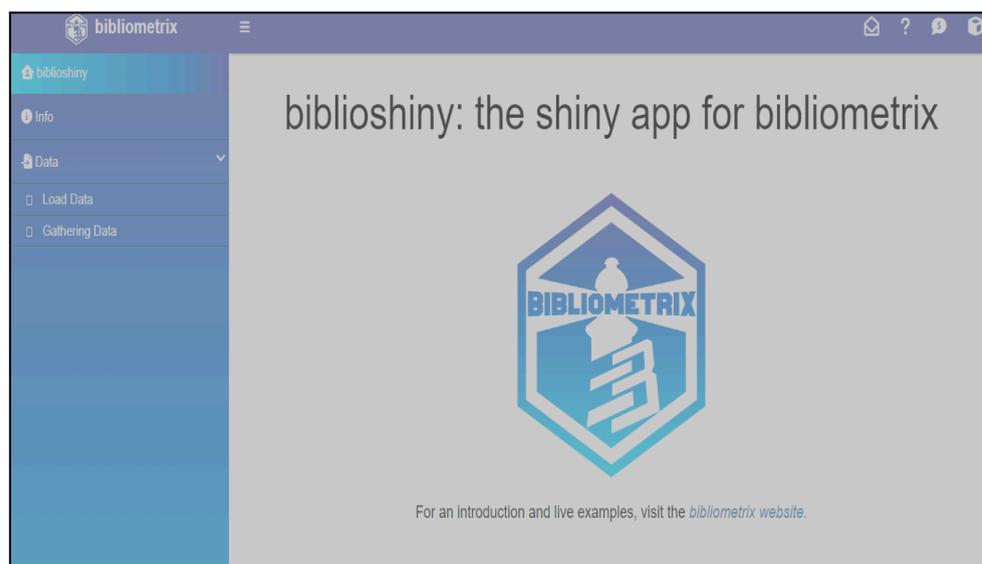
Figura 14 - Fluxograma dos comandos de instalação do Bibliometrix



Fonte: A autora (2024).

v - Após todas as etapas anteriores serem realizadas, conforme mostra a Figura 15, a interface do navegador *Biblioshiny* tornou-se acessível, permitindo que dêssemos início às nossas análises.

Figura 15 - Interface do Bibliometrix



Fonte: Imagem extraída da Interface Bibliometrix, pela autora (2024).