



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**RAIANE DE CASTRO SILVA**

**CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**  
**NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM**  
**METASSÍNTESE**

**MACAPÁ**

**2025**

**RAIANE DE CASTRO SILVA**

**CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA  
NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM  
METASSÍNTESE**

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Química da Universidade Federal do Amapá,  
como requisito para obtenção do título de  
Licenciada em Química

Orientador: Dr. Alex Bruno Lobato Rodrigues

**MACAPÁ**

**2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP  
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2 / 1569

---

S586c Silva, Raiane de Castro.

Caminhos para o desenvolvimento da alfabetização científica no ensino de química: uma revisão sistemática com metassíntese / Raiane de Castro Silva. - Macapá, 2025.

1 recurso eletrônico.

41 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, Macapá, 2025.

Orientador: Alex Bruno Lobato Rodrigues.

Coorientador: .

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Alfabetização científica. 2. Ensino de química. 3. Análise sistemático-categorial. I. Rodrigues, Alex Bruno Lobato, orientador. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 540

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**BANCA EXAMINADORA**

**Aluna: Raiane de Castro Silva**

---

**Orientador: Alex Bruno Lobato Rodrigues**

---

**Alex Bruno Lobato Rodrigues / Presidente**

Professor Titular do Curso de Química da Universidade Federal do Amapá, UNIFAP.

**Kelton Luis Belém dos Santos / Membro Titular**

Professor Titular do Curso de Química da Universidade Federal do Amapá, UNIFAP.

**Vitor Hugo de Souza Marinho / Membro Titular**

Professor Titular do Curso de Química da Universidade Federal do Amapá, UNIFAP

**Data: 13/06/2025**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
COLEGIADO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos dezenove terceiro dia do mes de junho de 2025 realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC intitulado Contribuições para o desenvolvimento da alfabetização científica no ensino de química: uma revisão sistemática

apresentado pelo (a) acadêmico (a): Raiane de Castro Silva

A Banca Examinadora estava constituída pelos seguintes Membros

Dr. Alex Bruno Lobato Rodrigues (Orientador)  
Dr. Keltan Luis Belém dos Santos (Membro)  
Dr. Victor Hugo Marinho (Membro)

Terminada a apresentação do conteúdo do TCC, a Banca Examinadora passou à arguição do (a) acadêmico (a). Encerrados os trabalhos de arguição às 9h30 horas, os Membros da Banca Examinadora reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre a apresentação e defesa oral, tendo sido atribuídas às seguintes notas:

Membro Dr. Keltan Belém Nota: 10,0  
Membro Dr. Victor Hugo Marinho Nota: 10,0  
Orientador (se necessário)<sup>1</sup> \_\_\_\_\_ Nota: \_\_\_\_\_

E, obtendo como média de apresentação e defesa a Nota Final 10,0.

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu Alex Rodrigues, lavrei a presente ATA que assino juntamente com os demais membros da Banca examinadora e o (a) acadêmico (a) que defendeu o Trabalho de Conclusão de Curso.

Macapá, 19 / Junho / 2025.

Alex Bruno Lobato Rodrigues

Presidente da Banca

Keltan Luis Belém dos Santos

Membro

Victor Hugo de Souza Marinho

Membro

Raiane de Castro Silva

Acadêmico (a)

<sup>1</sup> Em caso de discrepância (diferença igual ou maior que três pontos) de notas dos avaliadores, caberá uma terceira nota do orientador para composição da média final do trabalho.

## Lista de Siglas e Abreviaturas

21CS	Twenty-First Century Science
AC	Alfabetização Científica
ACL	Aprendizagem Integrada de Conteúdo e Linguagem
ALCE	Avaliação da Literacia Científica Essencial
BAU	Business-As-Usual
BCLF	Biochemical Literacy Framework
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CIRC	Composição Integrada Cooperativa
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CUREs	Experiências de Pesquisa de Graduação Baseadas em Cursos
DITM	Método de Ensino Instrucional Direto
EQ	Ensino de Química
GCA	Habilidades Cognitivas Gerais
GSLQ	Questionário de Alfabetização Científica Global
LSAs	Avaliações em Larga Escala
NdC	Natureza da Ciência
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OE3C	Orientação, Exploração, Explicação, Ética Discussão e Consolidação
PT-GSC	Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável

RS	Revisão Sistemática
RV	Realidade Virtual
SSI	Questões Sociocientíficas
SSIBL	Aprendizagem Baseada em Inquérito Sociocientífico
STEM	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
TDC	Textos De Divulgação Científica
WoS	Web of Science

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo compreender como a Alfabetização Científica (AC) é reportada na literatura científica voltada para o Ensino de Química (EQ), por meio de uma Revisão Sistemática com Metassíntese mediante a análise do conteúdo categorial. Foram selecionados artigos publicados entre 2014 e 2025, nas bases Scopus e Web of Science, utilizando critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Ao todo, 41 artigos atenderam aos critérios estabelecidos. A análise dos dados foi realizada com o auxílio do software RStudio e o pacote *bibliometrix*, com posterior classificação temática de acordo com categorias epistemológicas da Química: fenomenológica, teórico-conceitual, representacional, livro didático, formação de professores, práticas e sustentabilidade. Os resultados indicam que os estudos analisados priorizam estratégias pedagógicas contextualizadas, o uso de tecnologias digitais e abordagens socioculturais para promover a AC. A categoria representacional apresentou o maior número de estudos, seguida das categorias sustentabilidade e teórico-conceitual. Conclui-se que, apesar de avanços significativos, ainda existem lacunas quanto à abordagem crítica dos materiais didáticos e à formação docente. Este estudo contribui para o mapeamento das práticas e tendências na área, oferecendo subsídios para a implementação de propostas pedagógicas mais eficazes no ensino de Química.

**Palavras-Chave:** Alfabetização Científica; Ensino de Química; Análise Sistemático-Categorial.

## ABSTRACT

This study aims to understand how Scientific Literacy (SL) is addressed in the scientific literature related to Chemistry Teaching (CT), through a Systematic Review with Metasynthesis through the analysis of categorical content. Articles published between 2014 and 2025 were selected from the Scopus and Web of Science databases, based on predefined inclusion and exclusion criteria. A total of 41 articles met the selection standards. Data analysis was carried out using RStudio and the *bibliometrix* package, followed by thematic classification based on epistemological categories in Chemistry: phenomenological, theoretical-conceptual, representational, textbook, teacher training, practical activities, and sustainability. The results show that the selected studies emphasize contextualized pedagogical strategies, the use of digital technologies, and sociocultural approaches to foster SL. The representational category was the most prevalent, followed by sustainability and theoretical-conceptual. The findings indicate significant progress in the field, but also reveal gaps related to the critical use of textbooks and teacher education. This study contributes to mapping current practices and trends in the field and offers insights for the implementation of more effective pedagogical approaches in Chemistry Teaching.

**Keywords:** Scientific Literacy; Chemistry Teaching; Systematic-Categorical Analysis.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 GERAL.....	12
2.2 ESPECÍFICOS.....	12
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	13
3.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	13
3.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR .....	13
3.3 DIMENSÕES NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	14
3.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO CONTEXTO DA QUÍMICA.....	15
<b>4 MÉTODO</b> .....	16
4.1 PLANEJAMENTO E REALIZAÇÃO .....	16
4.2 CRITÉRIO DE EXCLUSÃO E INCLUSÃO.....	18
4.3 EXTRAÇÃO DE DADOS.....	21
4.4 TRATAMENTO DOS DADOS NO RSTUDIO .....	22
<b>5 RESULTADOS ESPERADOS</b> .....	24
5.1 TERMOS RECORRENTES .....	24
5.2 CATEGORIA FENOMENOLÓGICA.....	24
5.3 CATEGORIA TEÓRICO- CONCEITUAL.....	25
5.4 CATEGORIA REPRESENTACIONAL.....	26
5.5 CATEGORIA LIVRO DIDÁTICO.....	30
5.6 CATEGORIA FORMAÇÃO DE PROFESSORES .....	30
5.7 CATEGORIA PRÁTICA.....	31
5.8 CATEGORIA SUSTENTABILIDADE .....	32
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	34
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

A alfabetização científica tem se tornado importante para a educação em Química, se consolidando como uma das temáticas fundamentais para a formação de indivíduos capazes de depreender e interagir com assuntos diversos de forma crítica, centrada e bem-informada.

Em face disso, investigou-se como essa temática vem sendo retratada na literatura científica e para isso, foram selecionados criteriosamente, seguindo o processo metodológico revisão sistemática (RS) de Kitchenham (2004), trabalhos de 01 de janeiro de 2014 a 10 de março de 2025. Nessa busca por encontrar artigos, que apontem dificuldades e soluções para a Alfabetização Científica (AC) no Ensino de Química (EQ), foi verificado se: a) Foram produzidos artigos de estudos sobre AC no EQ de janeiro de 2014 à março de 2025 com abordagens metodológicas, pedagógicas, teóricas e/ou de revisões? b) e qual o quantitativo de artigos encontrados?

Para entender como esses artigos de revisões da literatura ou não, trazem estratégias e métodos pedagógicos a fim de que possam auxiliar no desenvolvimento da AC no EQ, de forma criteriosa, foram excluídos os trabalhos que se encontrem fora do padrão metodológico desta pesquisa e incluídos os que estavam de acordo.

Nesse contexto, institui a Revisão Sistemática com Metassíntese, como um dos meios de pesquisa de dados que busca responder questões, através de metodologias que filtram o máximo de trabalhos disponíveis, documentando rigorosamente as estratégias que serão utilizadas, para posteriormente serem reproduzidas pelos leitores. Onde são criados filtros, descritores, palavras-chaves, etc. com a finalidade de delimitar os trabalhos relacionados ao tema do estudo de forma mais aprofundada integrando e sintetizando.

Sob a perspectiva da análise do conteúdo categorial, em que após passar por tratamento de dados todos os artigos encontrados são minuciosamente lidos e classificados em categorias de similaridade representativa de acordo com os níveis do conhecimento Químico.

Ao incorporar a Revisão Sistemática com Metassíntese e a Análise Categorial, temos a junção de dois métodos importantes, cujo resultado é um trabalho que consiste na avaliação e sintetização e a organização e interpretação. Dando qualidade ao estudo de forma aprofundada e sistemática, ao quantificar e verificar a eficácia dos dados por meio de relatório dos resumos de cada artigo incluído (Bardin, 1977).

Frente a isso, posso observar a AC como um dos pilares da formação dos indivíduos com a capacidade de raciocinar de forma crítica sobre as decisões que devem tomar a respeito

da vida, sociedade e meio ambiente. Contudo, mesmo evidenciada como indispensável, a AC voltada ao EQ, perpassa por diversos obstáculos, como a ausência de didáticas, métodos e pedagogias estratégicas que acompanhem as mudanças no perfil dos estudantes, fato que tem causado o distanciamento do conhecimento científico deles. Por isso, a necessidade de se investigar com a AC no EQ tem sido relatada nos artigos científicos para responder como a AC é reportada na literatura voltada para o EQ? Desse modo se levanta a seguinte hipótese: Os professores constroem propostas metodológicas para implementação da AC no EQ.

Diante disso, observa-se que aspectos positivos podem estar diretamente ligados a AC, como a compreensão da linguagem da ciência, a correção de ensinamentos distorcidos, aprimoramento da didática, a melhoria da qualidade de vida, a boa relação com o meio ambiente, tecnologia e sociedade.

Ficando evidente, que este estudo se justifica a partir da necessidade da revisão e análise crítica do que se tem produzido sobre a temática, de forma a categorizar os trabalhos com métodos eficazes para preencher brechas e que possuam relevância para a área. Que por meio desse estudo, visa-se o fornecimento de conhecimento metodológico para a orientação e reprodução em futuras pesquisas, como modelo de apoio que promova a AC.

Além disso, frisa-se a importância da AC desde o ensino fundamental ao superior, como enfatiza Chassot (2003), ao destacar que essa relação ocorre de maneira verticalizada entre saber escolar e acadêmico num processo em que ambos se reelaboram de acordo com os níveis, dimensões que reforçam possibilidades ao comprometimento com a educação. Sendo a AC, um meio imprescindível para a compreensão da natureza e uma das dimensões capazes de potencializar o desenvolvimento do saber científico.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

- Entender como a Alfabetização Científica é reportada na literatura científica voltada para o Ensino de Química.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar uma Revisão Sistemática com Metassíntese de artigos voltados para AC no Ensino de Química;
- Fazer a análise do conteúdo categorial do conteúdo da literatura de AC no EQ.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Alfabetizar, segundo Soares (2003), é o processo em que o indivíduo adentra o mundo da escrita, através da aprendizagem técnica para aprender a ler e escrever, meio ao qual segundo a autora aprende-se a codificar e decodificar. Em que tais processos ocorrem de forma simultânea e indissociável, ou seja, quando se aprende a escrever passasse a aprender a ler, sendo escrever um processo mecânico e ler um processo cognitivo. A partir daí o processo de construção do conhecimento acontece.

Chassot (2003) expande esse conceito para explicar a AC, o qual consiste no processo de codificar e decodificar o universo, e ser alfabetizado cientificamente é poder ler o que está escrito no mundo natural, além disso, considera-se um analfabeto científico o indivíduo incapaz de ter essa leitura. Nessa perspectiva, AC é entendida como uma leitura da natureza, como meio de democratização do conhecimento através da aprendizagem de conceitos científicos do ensino fundamental ao superior.

O autor, ressalta ainda que a ciência é uma forma de linguagem, ao saber elaborar uma explicação a respeito dela é produzir ciência através de conhecimentos adquiridos metodicamente, ao propor essa ideia afirma-se que assegurar a difusão dessa linguagem implementa-se a AC (Chassot, 2003).

Para a AC efetiva, é crucial no contexto da química compreender a natureza dessa linguagem, como Roque e Silva (2008), afirmam que os caminhos trilhados para a criação da linguagem Química, perpassaram por dificuldades desde a interpretação a descrição dos fenômenos químicos de transformação da matéria, o qual levava ao desenvolvimento da linguagem Química, a cerca de duzentos anos.

Devido a necessidade de explicar o macro e o micro, o universo por trás das moléculas, substâncias e dos átomos, bem como as características físicas e químicas. A linguagem pôde descrever modelos de fórmulas estruturais, equações, figuras e gráficos para explicar o mundo químico. E metodicamente os cientistas, ao longo do tempo foram aperfeiçoando suas teorias que explicam a origem dos átomos, a constituição de substâncias que compõem os seres vivos, descrevendo de forma ampla e profunda o universo da matéria e tudo que nela existe (Roque; Silva, 2008).

#### 3.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define que a sociedade está fortemente ligada ao desenvolvimento científico e tecnológico, enfatizando que deve haver um equilíbrio entre a natureza e a sociedade, para que haja inovação de produtos e serviços, além de debater e se posicionar sobre alimentação, saúde, energia e a manutenção da vida. A BNCC elenca em seu documento que é imprescindível os conhecimentos éticos, políticos e culturais bem como os científicos, os quais são justificados no contexto educacional na área de Ciências da Natureza, através do letramento científico no ensino fundamental (Brasil, 2018).

Brasil (2018) ainda define o letramento científico como a capacidade cognitiva de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), transformando-o com base nos conceitos teóricos e nos processos científicos. O texto destaca que essa aprendizagem conceitual do ensino fundamental, serão ampliadas no ensino médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (envolve Biologia, Física e Química), definindo competências e habilidades e ampliando e sistematizando o que foi aprendido.

No contexto da Química, ao aprender essa linguagem específica, os estudantes podem compreender códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais que fazer parte do processo de letramento científico, garantindo que saibam usar as terminologias, processos e conceitos como o de estado de oxidação, polarização, sustentabilidade e outros inerentes a química (Brasil, 2018).

No contexto pedagógico, uma das atividades que podem promover a compreensão e o uso do letramento científico de acordo Sousa *et al.* (2024), são os textos de divulgação científica (TDC), que possuem potencialidades e resultados satisfatórios para serem utilizados em sala de aula como recuso didático para melhoria do ensino científico, pois permitem que os estudantes assumam posições, construam juízo de valo, estabeleçam relacionamentos, deem mobilidade aos seus conhecimentos ao solucionar situações-problema dando-lhe senso crítico de forma ampla.

### 3.3 DIMENSÕES NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Sasseron e Carvalho (2011) destacam que Rodger Bybee, no artigo “Achieving Scientific Literacy” de 1995, descreve o que chama de “dimensões da Alfabetização Científica”: AC funcional, AC conceitual e procedimental e AC multidimensional. Os autores ainda conceituam estas três dimensões:

Estas categorias propostas por Bybee centram-se nos processos de incorporação de conhecimento científico em situações de sala de aula. Assim, a AC funcional seria aquela em que se considera o vocabulário das ciências, ou seja, termos próprios e específicos das ciências usados por cientistas e técnicos. Sobre isso, Bybee realça a

importância de que os estudantes saibam ler e escrever textos em que o vocabulário das ciências é usado (Sasseron; Carvalho, 2011, p. 63).

Sasseron e Carvalho (2011) destacam ainda três “dimensões” para a AC: o entendimento da natureza da ciência; a compreensão de termos e conceitos chave das ciências; e o entendimento dos impactos das ciências e suas tecnologias.

Na química, há a incorporação da AC funcional de Bybee (1995), pois a BNCC, nessa perspectiva, enfatiza que é fundamental que os estudantes possam entender, avaliar, comunicar e divulgar todo conhecimento científico aprendido por meio da leitura e análise de materiais de divulgação científica, em pesquisas e na participação de debates em sala de aula (Brasil, 2018).

### 3.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO CONTEXTO DA QUÍMICA

Um dos meios amplamente utilizados pelos professores da educação básica para promover a AC nos estudantes e a abordagem de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), onde se pode discutir profundamente a ciência em conjunto com a tecnologia e sociedade, permitindo que os estudantes leiam o mundo e tomem decisões transformadoras do meio social (Sousa *et al.*, 2024).

Sousa *et al.* (2024) discorre que a abordagem CTSA visa a AC e tecnológica, aproxima o estudante da atividade científica por meio da aprendizagem dos conceitos científicos através da leitura de textos de divulgação científica, que através de uma linguagem clara que é direcionada a toda sociedade, fornece conhecimento científico de forma democrática e como grande recurso didático.

Na química, segundo Roque e Silva (2008), há uma imensa dificuldade em entender os fenômenos químicos, pois à necessidade de conhecimento prévio das substâncias que compõem os organismos vivos e os objetos. Chassot (2003) associa isso às dificuldades de entender um texto em uma língua que não temos domínio, o autor também reforça que entender a linguagem científica contribui para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza.

Portanto, no contexto que proponho essa RS, para uma avaliação de rigor científico dos artigos sobre AC. O RStudio como gestor de referências e as bases de dados dos artigos online, como ferramentas indispensáveis para esta pesquisa, como demonstrado será conseguinte.

## 4 MÉTODO

### 4.1 PLANEJAMENTO E REALIZAÇÃO

Foi realizada uma revisão sistemática com metassíntese da literatura com base no protocolo proposto por Kitchenham (2004), adaptado às necessidades da presente pesquisa e estruturado em três etapas: planejamento, execução e elaboração do relatório. Para o tratamento dos dados, foram empregadas duas bases de dados científicas e um software de gerenciamento de referências, conforme o seguinte percurso metodológico: (1) investigou-se a existência de estudos relacionados à alfabetização científica no ensino de Química; (2) o protocolo de Kitchenham (2004) foi reproduzido e adaptado ao escopo da pesquisa; (3) foram utilizadas as bases Web of Science (WoS) – Coleção Principal (Clarivate Analytics/Thomson Reuters) e Scopus (Elsevier), ambas acessadas por meio do Portal de Periódicos da CAPES, conforme apresentado na Tabela 1:

Tabela 1 - Endereços eletrônicos das bases usadas.

Base de Dados	Endereço Eletrônico
Web of Science - Coleção Principal (Clarivate Analytics / Thomson Reuters)	<a href="https://www-webofscience-com.ez7.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search">https://www-webofscience-com.ez7.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search</a>
SCOPUS (Elsevier)	<a href="https://www-scopus-com.ez7.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic#basic">https://www-scopus-com.ez7.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic#basic</a>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Os operadores lógicos utilizados nas estratégias de busca foram “AND”, para relacionar os termos entre si, e “OR”, para ampliar a busca com termos semelhantes, aplicados de forma padronizada em ambas as bases de dados. As especificações dos campos de busca (procuradores) utilizados nas bases Web of Science e Scopus estão descritas na Tabela 2

Tabela 2 - Comandos de busca.

Bases	WoS	Scopus
Buscadores	“Topic- Searches title, abstract, keyword plus, and author keywords”	“Article title, Abstract, Keywords”

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Os descritores utilizados nas buscas estão apresentados na Tabela 3. Eles foram selecionados com base em termos recorrentes na literatura sobre alfabetização científica no ensino de Química e aplicados de forma combinada com os operadores lógicos previamente definidos. Esses descritores garantiram a abrangência temática e a relevância dos resultados nas bases Web of Science e Scopus

Tabela 3 - Descritores usados nas duas bases.

<b>WoS e Scopus</b>
“chemical literacy” AND “scientific literacy” AND “chemistry”
OR “biochemistry” AND “scientific literacy” AND “chemistry”
OR “chemistry education” AND “scientific literacy” AND “chemistry”
OR “green chemistry” AND “scientific literacy” AND “chemistry”
OR “students” AND “scientific literacy” AND “chemistry”
OR “teachers” AND “scientific literacy” AND “chemistry”
OR “scientific literacy” AND “chemistry”

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O refinamento das buscas nas bases de dados foi realizado com os seguintes filtros: período entre 2014 e 2025 (*Year: 2014–2025*), idioma em inglês (*Language: English*), tipo de documento do tipo artigo científico (*Document type: Article*) e acesso aberto (*Open access: All open access*). A seleção e extração dos dados foram conduzidas de forma sistemática e exaustiva entre os dias 30 de janeiro e 10 de março de 2025, abrangendo os registros disponíveis nas bases Scopus e Web of Science. Para o tratamento dos dados, foi elaborado um script no software RStudio utilizando o pacote *bibliometrix*, conforme descrito na Tabela 4. Esse processo envolveu a unificação, seleção e sumarização das informações extraídas. A análise bibliométrica foi realizada por meio do próprio *bibliometrix*, enquanto a visualização dos dados foi feita utilizando a interface *biblioshiny*, pertencente ao mesmo pacote.

Tabela 4 - Software de gerenciamento de referências.

<b>Gerenciador de Referências</b>	<b>Endereço Eletrônico</b>
Rstudio	<a href="https://posit.co/download/rstudio-desktop/">https://posit.co/download/rstudio-desktop/</a>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Com o intuito de atender aos objetivos propostos nesta pesquisa, foram formuladas duas perguntas norteadoras: a) Quais estudos sobre alfabetização científica no ensino de Química, publicados entre janeiro de 2014 e março de 2025, abordam perspectivas metodológicas,

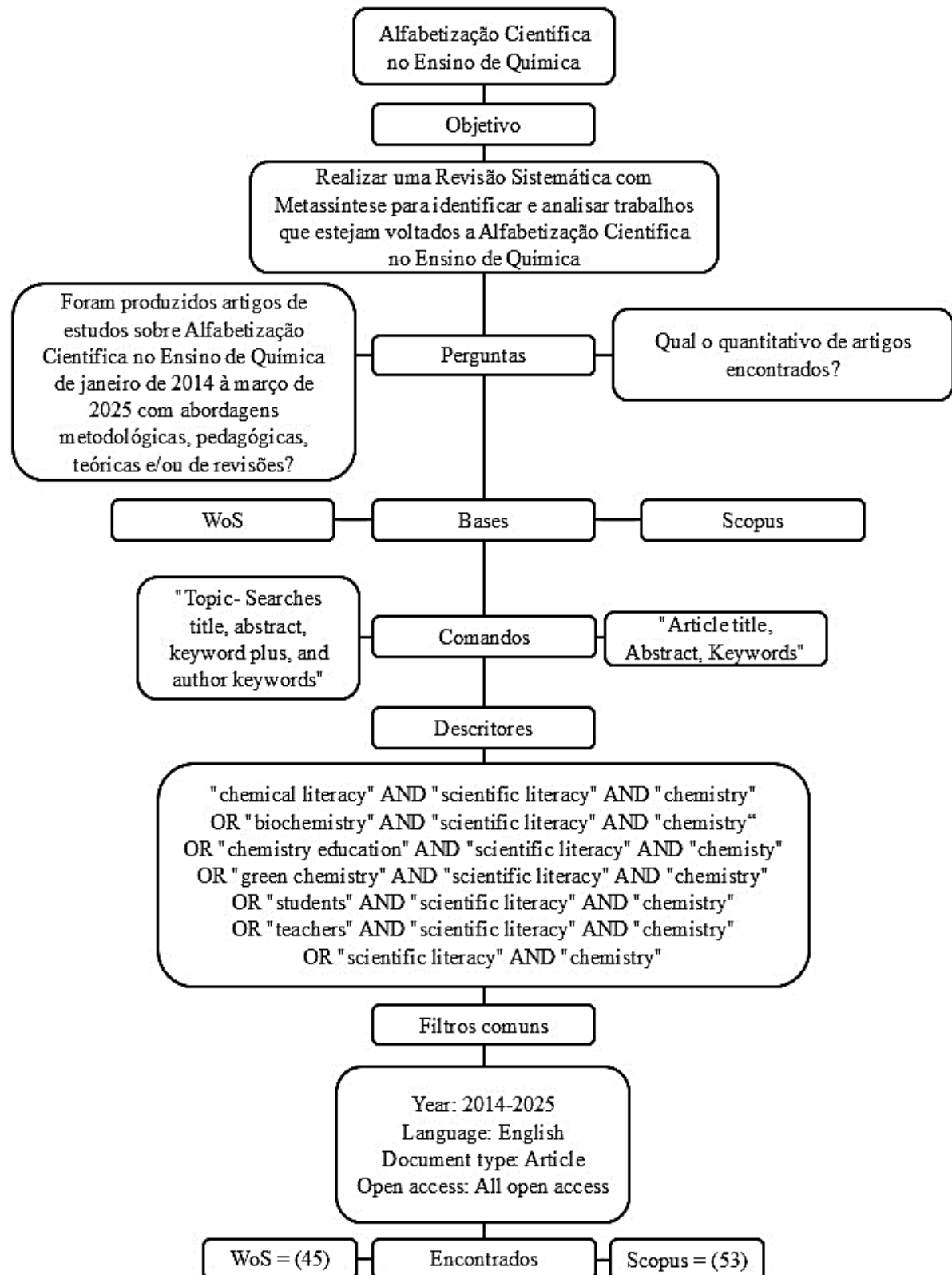
pedagógicas, teóricas e/ou de revisão? b) Qual é o quantitativo de artigos encontrados que atendem aos critérios de inclusão definidos na revisão sistemática de metassíntese?

#### 4.2 CRITÉRIO DE EXCLUSÃO E INCLUSÃO

Foram excluídos todos os trabalhos que não apresentavam o tema da alfabetização científica no ensino de Química explicitamente no título (*title*), no resumo (*abstract*) ou nas palavras-chave (*keywords*). Também foram descartados os artigos que não estavam redigidos em inglês, que não estavam disponíveis em acesso aberto (*open access*), ou que não se enquadravam no recorte temporal definido (2014 a 2025).

De outro modo, foram incluídos apenas os artigos completos cujo conteúdo estivesse relacionado ao ensino, que não apresentassem duplicidade entre as bases e cujo endereço eletrônico estivesse funcional, possibilitando o acesso integral ao material.

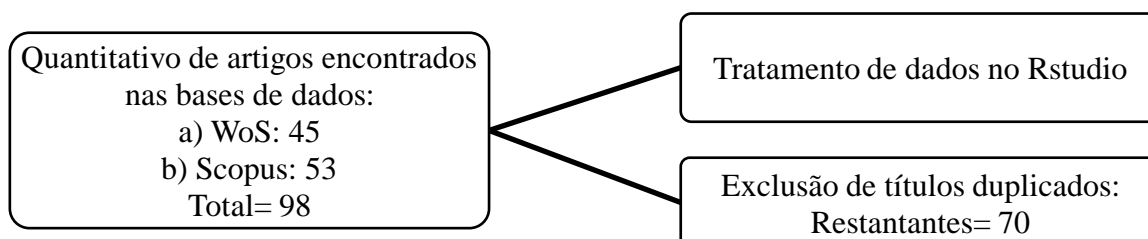
Fluxograma 1 - Processos da triagem 1.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O fluxograma 2 faz uma amostragem da segunda triagem mostrando o percurso de seleção dos artigos e exclusão dos que não estejam adequados.

Fluxograma 2 - Processos da triagem 2.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A tabela 5 mostra a terceira triagem de seleção dos artigos com base nos critérios de inclusão e exclusão.

Tabela 5 - Processo de Exclusão e Inclusão.

<b>Triagem de Inclusão</b>	<b>Critério</b>
INC1	Conste no título, nas palavras-chave, no resumo, esteja em inglês, seu conteúdo seja direcionado para o ensino e endereço eletrônico válido.
INC2	Artigos de 2014 a 2025 e com todos de acesso aberto.
INC3	Documentos completos.
<b>Triagem de Exclusão</b>	<b>Critério</b>
EXC1	Trabalhos que não constam no título, nas palavras-chave e no resumo a AC no EQ.
EXC2	Documentos sem referências.
EXC3	Documento em língua não inglesa,
EXC4	Não direcionado para o ensino.
EXC5	Endereço eletrônico inválido.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A primeira triagem correspondeu à fase de planejamento e obtenção inicial dos dados. Nessa etapa, buscou-se responder se havia publicações sobre alfabetização científica no ensino de Química (AC no EQ) no período delimitado. Com base nisso, foram definidas as perguntas de pesquisa, as bases de dados a serem utilizadas, os descritores e os filtros aplicados de forma padronizada em ambas as bases. Como resultado, foram identificados 45 artigos na Web of Science (WoS) e 53 na Scopus, totalizando 98 artigos inicialmente recuperados.

Na segunda triagem, os dados foram processados no software RStudio, utilizando-se o pacote *bibliometrix* para a unificação e tratamento das referências. Nessa etapa, foram eliminadas 28 duplicatas, restando 70 artigos para análise.

A terceira triagem, sistematizada na tabela 5, consistiu na aplicação rigorosa dos critérios de exclusão, resultando na retirada de: 27 artigos que não continham a temática da AC no EQ no título, resumo ou palavras-chave (EXC1); 7 artigos publicados em línguas diferentes do inglês (EXC3); 1 artigo que não apresentava relação com o ensino (EXC4); e 2 artigos com links inativos ou inválidos (EXC5). Nenhum artigo foi excluído por ausência de referências (EXC2).

Ao final, 41 artigos atenderam a todos os critérios de inclusão: presença do tema nos campos textuais principais (INC1), publicação entre 2014 e 2025 com acesso aberto (INC2) e disponibilidade do texto completo (INC3). Esses documentos compuseram o corpus final da análise.

#### 4.3 EXTRAÇÃO DE DADOS

Para a análise de conteúdo, foi realizada a leitura sistemática dos resumos dos 43 artigos selecionados, com base no método categorial proposto por Albano et al. (2023), que adapta a abordagem clássica de Bardin (1977). Esse método consiste na identificação de similaridades temáticas nos textos, agrupando-os em categorias analíticas previamente definidas.

No âmbito do conteúdo disciplinar da Química, adotou-se a classificação em três níveis de conhecimento, conforme proposto por Albano et al. (2023): (1) fenomenológico, relacionado a fenômenos tangíveis e diretamente observáveis; (2) teórico-conceitual, que envolve modelos, partículas, íons e outros elementos microscópicos da matéria; e (3) representacional, que abrange a linguagem simbólica da Química, como fórmulas, equações e cálculos.

Adicionalmente, foram incorporadas quatro outras categorias de análise, também fundamentadas em Albano et al. (2023), que dizem respeito a aspectos estruturais e pedagógicos do ensino de Química: (1) livro didático, enquanto ferramenta mediadora da alfabetização científica; (2) formação de professores, com foco na competência docente para promover a AC; (3) práticas experimentais, relativas à aprendizagem em laboratório; e (4) sustentabilidade, abordando a interface entre Química, meio ambiente e princípios da Química Verde.

A descrição detalhada de cada categoria, juntamente com os respectivos quantitativos de artigos classificados, encontra-se apresentada na tabela 6.

Tabela 6 - Categorias, detalhes e número de artigos.

CATEGORIA	DETALHAMENTO	Nº DE ARTIGOS
Fenomenológica	Reúne artigos que trazem as temáticas fenômenos tangíveis e observáveis a “olho nu”.	2
Teórico- Conceitual	Reúne artigos que trazem as temáticas do estudo dos modelos químicos, as partículas, os íons etc., fenômenos que dependem de microscópio.	6
Representacional	Reúne artigos que trazem as temáticas do estudo dos à linguagem, fatores sociais, culturais, etnocientíficos, as equações e os cálculos.	18
Livro Didático	Reúne artigos que trazem as temáticas do livro didático como ferramenta de AC.	1
Formação de Professores	Reúne artigos que trazem as temáticas da graduação e a eficácia do conhecimento do professor na AC.	3
Práticas	Reúne artigos que trazem as temáticas da aprendizagem em laboratório.	4
Sustentabilidade	Reúne artigos que trazem as temáticas do o meio ambiente e a Química Verde.	7

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

#### 4.4 TRATAMENTO DOS DADOS NO RSTUDIO

- I. **Bibliometrix:** Foi criado um “*R script*” no RStudio, onde foram inseridas as linhas de comando `install.packages(“bibliometrix”)` e executado para instalar o pacote *bibliometrix*, posteriormente para carregar o pacote no ambiente do R foi executado com comando `library(bibliometrix)`;
- II. **Conversão de Arquivos:** Carreguei e converti para o formato do *bibliometrix*, executando os comandos: `s <- convert2df(“C:/Users/raian/OneDrive/Documentos/TCC/Dados_Bibliográficos/scopus referencias/scopus-45.csv”, dbsource = “scopus”, format = “csv”) e w <- convert2df(“C:/Users/raian/OneDrive/Documentos/TCC/Dados_Bibliográficos/wosreferencias/savedrecs-53.txt”, dbsource = “wos”, format = “plaintext”).` Onde: `path` = caminho de diretório para o arquivo de dados a ser convertido; `dbsource` = nome da base que originou o arquivo de dados; e `format` = formato de exportação do arquivo de dados;
- III. **Unificação de Dados e Remoção de Duplicados:** Unifiquei o conteúdo dos dois arquivos de dados convertidos e armazenados nas variáveis `s` e `w` executando o comando: `u <-mergeDbSources(s, w, remove.duplicated = TRUE).` Onde: `source` =

variáveis que contém os dados convertidos, as quais foram “s” e “w”; `remove.duplicated` = onde indicando “FALSE”, removi as referências duplicadas decorrentes da unificação dos arquivos de dados;

- IV. **Planilhamento de Dados para Biblioshiny:** Para gravar os dados convertidos e unificados para um arquivo no formato “csv”, executando o comando: `write.table(u,"C:/Users/raian/OneDrive/Documentos/TCC/Dados_Bibliográficos.csv", sep = ";", row.names = FALSE)`. Onde: `source` = variável que contém os dados unificados; `path` = caminho do diretório onde o arquivo csv será gravado; `sep` = caracter de separação das colunas de dados no arquivo a ser gerado; e `row.names` = indicando “FALSE”, remover os nomes de linhas no arquivo. Após isso, converti para o formato “XLSX” do Excel;
- V. **Biblioshiny:** Incluída no pacote *bibliometrix*, a ferramenta possibilita a geração e visualização de diversas análises bibliométricas em arquivos de dados bibliográficos. No RStudio executei o comando: `biblioshiny()`, que foi aberto automaticamente no navegador Google Chrome. Na aba que abriu, foi feita a importação da planilha, onde foi gerada a nuvem de termos recorrentes (figura 1).

Após este passo a passo, foi feita a análise bibliométrica manual de cada arquivo, inspecionando-os afim de selecionar os que estiverem de acordo com os critérios de inclusão. Após isso, todos os resumos passaram por leitura e fichamento para extrair os objetivos, resultados dos estudos e classificação categorial identificando os temas predominantes. Além disso, foram criadas pastas nas quais os artigos foram dispostos de acordo com a análise categorial.

## 5 RESULTADOS ESPERADOS

### 5.1 TERMOS RECORRENTES

Nos quarenta e um artigos, foram identificados os termos de maior recorrência, a partir disso foi elaborada a nuvem de palavras utilizando o *Biblioshiny* do pacote *Bibliometrix* presente no software RStudio (2023), como mostra a figura 1.

Figura 1 - Nuvem de palavras.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

As palavras-chave mais frequentes em ordem decrescente: *scientific literacy* (26), *science education* (8), *chemistry education* (5), *curriculum* (5) e *socio-scientific issues* (5). O termo de maior incidência foi *scientific literacy* que em português é Alfabetização Científica, os outros termos na mesma ordem correspondem a Educação Científica, Educação em Química, Currículo e Questões Sociocientíficas. Essas terminologias utilizadas pelos autores, aparecem com maior intensidade para anunciar as problemáticas que envolvem os estudos, sendo fundamentais para o delineamento dessas pesquisas.

### 5.2 CATEGORIA FENOMENOLÓGICA

Nessa categoria, os fenômenos podem ser observados sem necessidade de microscópio. Uma das propostas para essa visualização é o trabalho de Shaner *et al.* (2016), discute que sobre o fenômeno da oxidação eletroquímica da água como um dos meios usados para conversão de energia solar usando o experimento HARPOON, ou Ânodos Heterogêneos

Rapidamente analisados para neutralização de sobrepotencial de oxigênio, permitindo a análise de várias composições de óxidos metálicos mistos averiguar sua atividade catalisadora de oxidação da água. O autor ainda trabalha conceitos como estequiometria, materiais, soluções e fluorescência que são evidenciados durante a experiência.

Essa observação dos fenômenos é importante para o professor trabalhar os conceitos químicos como o desenvolvido por Paristiowati, Cahyana e Bula (2019), que determinaram o efeito do modelo de aprendizagem baseada em problemas – sala de aula invertida sob o tema das taxas de reação e concluíram aprendizagem baseada em problemas influenciou a AC dos alunos a respeito da taxa de reação química.

Ambos os métodos mostram aspectos da química que podem ser visualizados e medidos, como a oxidação eletroquímica e a taxa de reação química que foram observadas em laboratório nos dois casos abordados pelos autores. Assim, os autores mostraram, que com esses métodos, conseguem trabalhar a AC ao realizar a análise dos fenômenos estudados.

### 5.3 CATEGORIA TEÓRICO- CONCEITUAL

Os conceitos químicos e teóricos são evidenciados nessa categoria, a qual abrange o invisível a “olho nu” em que há a necessidade de uso do microscópio para a visualização do mundo abstrato (atômico), e entender seus contextos cronologicamente. Para isso, os autores buscaram explicar o mundo abstrato através de métodos que usam a tecnologia como ferramenta:

Khery *et al.* (2020) avaliaram a eficiência do modelo Mobile-NOS, aplicado na aprendizagem dos alunos sobre a conceitos de Química Geral, o estudo mostrou que o modelo de aprendizagem possibilita que os alunos melhorem a compreensão da natureza da ciência, de conceitos e AC. Bem como Cahyana *et al.* (2019), ao analisar a aprendizagem a partir da web e a aprendizagem de química de formas moleculares, resultados do estudo evidenciaram influência positiva ante a AC diferindo da mídia tradicional.

Contudo, para abordar a química de forma contextualizada utilizando a transdisciplinaridade, materiais didáticos, a integração de conteúdo e linguagem e a contextualização do diálogo para explicar os conceitos, os autores Vieira e Moraes (2022), enfatizam que a sociedade necessita de cidadãos transdisciplinares com boa AC, uma forma alcançar isso está relacionado ao que os alunos têm mais afinidade e expertise, aprendizado de química por meio analogias como ferramenta para explicar conceitos científicos abstratos, desconhecidos ou complexos (como o modelo atômico quântico), por meio disso um estudo de

caso é usado para aplicar analogias musicais a fim de ensinar o conceito de átomo, partículas subatômicas e a estrutura atômica, de acordo com o modelo mecânico-quântico do átomo, a aplicação foi feita a 50 alunos portugueses de 12 a 13 anos, do sétimo ano de um curso de música do ensino fundamental, a amostragem fora em quatro escolas.

Heliawati, Rubini e Firmayanto (2020) investigaram e examinaram a eficácia dos materiais didáticos baseados na Aprendizagem Integrada de Conteúdo e Linguagem (ACL) na AC sobre a Natureza da Matéria, usando um experimento testado com 100 alunos que utilizam inglês no aprendizado de química, concluindo que os materiais didáticos sob o tema da natureza da matéria são eficazes na AC dos alunos.

Habiddin, Saputri e Santoso (2023), averiguaram o impacto da abordagem de Leitura e Composição Integrada Cooperativa (CIRC) na AC e aprendizagem de propriedades coligativas. O Método de Ensino Instrucional Direto (DITM) similar ao CIRC demonstrou melhorias significativas nos alunos do ensino médio na Indonésia. O estudo concluiu que o CIRC é eficiente em desenvolver a AC e a autorregular da aprendizagem em química.

Miranda e Gonçalves (2024) visaram tornar a Química descomplicada e atraente por meio de diálogos contextualizados sobre "bebidas preferidas e sua Química". O método envolveu um aluno do ensino médio do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, e investigou conceitos químicos por meio de bebidas dialogadas pelos colegas. Isso permitiu os professores abordarem separação de misturas, fermentação e moléculas como açúcar, cafeína, etanol, taurina e solubilidade de gases. Assim concluíram que o ensino contextualizado de Química permite construção do aprendizado.

Portanto, nota-se que mesmo com métodos diferentes de similitude, incorporação da linguagem, aprendizagem coparticipativa e contextualizada, onde todos os trabalhos confluem ao destacar práticas propiciam a AC. Os autores buscaram apontar saídas eficazes para que os estudantes não se limitem apenas a memorização dos conteúdos, mas entendam os conceitos, interroguem, discutam e usem o conhecimento químico em diversos contextos.

#### 5.4 CATEGORIA REPRESENTACIONAL

Para essa categoria, os artigos dão ênfase as temáticas do estudo da linguagem, da aprendizagem investigativa, dos fatores sociais, culturais, etnocientíficos, nas equações e nos cálculos que envolvem o saber da química. Assim, com intuito de avaliar e mensurar a AC, ao desenvolver ou usar instrumentos, os autores:

Coppi, Fialho e Cid (2023) analisaram dados do instrumento Avaliação da Literacia Científica Essencial (ALCE), respondido por 516 alunos do 9º ano de 20 escolas públicas de Portugal, levando em conta fatores como sexo, insucesso, gosto pela disciplina, nível socioeconômico e como se relacionam com a AC, resultando em 64,14% de literados cientificamente, bem como diferenças significativas em relação ao gosto por ciências naturais, físico-química, opção de curso e socioeconomia.

Em outro estudo, Coppi, Fialho e Cid (2023), desenvolveram e validaram o instrumento Avaliação da Literacia Científica Essencial (ALCE) para qualificar a literacia científica de alunos ao final do 3.º ciclo do Ensino Básico em Portugal, com foco nos conhecimentos de Ciências Naturais e Físico-Química. Concluindo que o ALCE é válido para essa avaliação.

Kampa *et al.* (2021), analisaram a relação entre qualificações em grande escala sob orientação padronizada e para AC com as habilidades cognitivas gerais (GCA) e o desempenho específico em biologia, física e química. O estudo indicou que as avaliações possuem variância com a GCA, porém também apresentam componentes específicos, o qual contribui para um entendimento precisa das Avaliações em Larga Escala (LSAs) na educação científica.

Homer e Ryder (2015) investigaram o impacto das qualificações Twenty-First Century Science (21CS), focadas em AC, na progressão de alunos ingleses para estudos científicos pós-obrigatórios nas disciplinas biologia, química ou física. O resultado do estudo verificou que a AC do 21CS não impactou significativamente a recepção das qualificações científicas.

Por meio da linguagem científica, leitura e da produção acadêmica, os autores Lembens e Krebs (2025), aplicaram o projeto Erasmus+ sensiMINT (programa de apoio a educação, formação, juventude e desporto da Europa), voltado para professores e alunos contexto do EQ, que consiste em ensinar os alunos a aprenderem a extrair informações de textos específicos como relatórios de laboratório, diagramas etc., bem como a produção autônoma, daí a importância em compreender e aplicar a linguagem acadêmica e os registros científicos.

Parsons e Sarju (2023), tiveram como objeto de estudo desenvolvimento de um módulo online para alunos de mestrado em Química, focado no uso de artigos para promoção da AC e o pensamento crítico, partindo da química atmosférica e ambiental à físico-química. A conclusão exibiu o entusiasmo com a abordagem flexível e inovadora, apresentando relevante desempenho bem como a valorização da aplicabilidade dos conteúdos.

Alexander e Hannink (2019), em seu trabalho desenvolveram um curso avançado e investigativo sobre Biologia do Câncer que integra conhecimentos prévios em fisiologia, biologia celular e molecular, genética e química e que buscaram promover o entendimento sobre câncer e o tratamento e como isto se associa a ciência a partir da literatura primária. Onde a conclusão mostra que a inclusão da literatura é eficaz para os cursos e é uma abordagem que aprimora a AC.

Dudas, Rundgren e Lundegård (2023), analisaram a forma que a complexidade das discussões dos alunos e sua relação a tentativa em química. Conclui-se que atividades sobre as questões da vida real promovem a imprevisibilidade e a consideração exploratória contribuindo para a compreensão da natureza da ciência e o engajamento dos alunos.

A valorização do ensino contextualizado socioculturalmente, etnocientífica e baseado em elementos do cotidiano, os autores Wai et al. (2024), desenvolveram material didático de forma contextualizada, interculturalizada e interdisciplinarizada voltada ao EQ, partindo do reconhecimento de elementos químicos presentes na Bíblia Sagrada na língua indígena Waiwai. Concluindo que as cartas produzidas apresentam um recurso pedagógico eficaz, onde a cultura e identidade indígena são valorizadas.

Dewi, Khery e Erna (2019) buscaram desenvolver a AC através da pedagogia etnocientífica no EQ. Indicando que é primordial integrar a cultura, o contexto e o cotidiano ao currículo, reconhecendo a potencialidade local e capacitando professores na promoção da AC contextual e significativa.

Dewi et al. (2021) procuraram aumentar a capacidade de AC conduzida no EQ, para até 31 alunos por meio da aprendizagem colaboração baseada na etnociência. Concluindo que essa abordagem trouxe melhoramento das atitudes, do conteúdo e dos processos científicos.

Belova e Velikina (2020) analisaram de forma qualitativa como a química vem sendo abordada em blogs de beleza e localizar os que podem contribuir para o EQ. A análise mostrou três categorias centrais de blogs — científico, semicientífico e não científico — evidenciando as variáveis na qualidade e profundidade das informações químicas, concluindo que os blogs tem potencial de recurso didático para o EQ.

Stašević *et al.* (2023) objetivou avaliar fatos químicos da vida real como pré-requisito para a alfabetização química em alunos do ensino médio. A conclusão revelou que a maioria dos alunos não alcançaram os índices satisfatórios de conhecimentos conceituais, apontando a carência de estratégias mais eficientes para o EQ.

A aprendizagem com estratégias investigativa e ativa com o uso dos métodos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), modelagem e jogos também foram objeto de interesse. Ao analisar a compreensão e como os alunos respondem à aprendizagem investigativa fundamentada em STEM, Pohan (2024) estudou 25 alunos da disciplina de Química Geral e verificou que 72% dos alunos foram beneficiados pela aprendizagem por investigação em STEM na observação, medição e análise de dados contribuiu para que eles compreendessem as leis básicas da química.

Lang *et al.* (2021) desenvolveram um processo de modelagem em Química com intuito de promover a competência de modelagem conceitual dos alunos, que é muito importante para desenvolver a AC. Identifica que o processo proposto oferece um método eficaz para desenvolver essa competência.

Bibic *et al.* (2019), apresentam nesse estudo o jogo de Realidade Virtual (RV) Bug Off Pain, formulado para melhorar a AC sobre dor crônica e venenos de aranha. Os autores concluem que a RV é um meio inovador e interessante para o ensino de bioquímica, pois promove aprendizagem lúdica imersiva e interativa.

A promoção, da ciência cidadã e de questões sociocientíficas é o objetivo de outros autores. Saija (2022), objetivou avaliar se a método Orientação, Exploração, Explicação, Ética Discussão e Consolidação (OE3C) baseada em questões sociocientíficas locais (SSI) melhora a AC de alunos do ensino médio. Indicando que tal abordagem é relevante, com bons resultados na performance dos alunos e na observação sobre o aprendizado, sugerindo que o método pode ser incorporado ao EQ.

Urváľková e Janoušková (2019) buscaram destacar o potencial da ciência cidadã promovendo o EQ e combatendo desafios educacionais da União Europeia, devido ao abandono escolar e a aprendizagem durante a vida. Conclui-se que a ciência cidadã é um meio promissor de aproximação dos cidadãos da ciência e da educação química.

Ao analisar os estudos, é evidente que a AC é um sistema complexo que exige abordagens diversas e sensíveis ao contexto dos estudantes. Os diferentes métodos como avaliações diagnósticas, textos científicos, implantação de elementos culturais e tecnológicos. Foram escolhidos para tornar o acesso a ciência significativo. Podemos inferir, que essas práticas possibilitam aos estudantes desenvolverem o pensamento crítico, o entendimento conceitual e a independência. Além disso, os autores enfatizam a necessidade da ciência cidadã e das questões sociocientíficas para a construção do cidadão.

### 5.5 CATEGORIA LIVRO DIDÁTICO

A temática do livro didático como ferramenta de AC permite ao educador trabalhar a cognição do estudante foi abordada pelos autores Çelik e Karataş (2022), com o objetivo de analisar a forma com que a Natureza da Ciência (NdC) é tratada em livros didáticos de química do 9º ano, levando em conta as editoras, os tipos de escolas e os tópicos. O estudo mostrou que boa parte das referências à NdC tem relação com estrutura cognitivo-epistêmica científica, com baixa ênfase no ângulo socioinstitucional e nenhuma citação a estrutura do poder político. Conclui-se que há a necessidade de maiores esforços voltados a prática e a pesquisa para que o ensino da NdC seja fortificado, com ênfase no aspecto socioinstitucional.

Os autores relacionam o livro didático com a AC, ao ressaltar uma falha que possui relevância na maneira como a ciência é abordada nos materiais didáticos como a ausência de abordagens amplas e críticas dos aspectos da NdC. Como a validação e inserção em contextos sociais, políticos e culturais é importante. Ao enfatizar, que estes materiais possuem foco quase exclusivo na cognição-epistêmica da ciência, privando os estudantes de uma visualização íntegra e crítica, que é primordial ao desenvolvimento da argumentação e autonomia do estudante.

### 5.6 CATEGORIA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Nessa categoria, a AC é desenvolvida com ênfase nas práticas pedagógicas, na formação docente, na retenção dos estudantes e nos frameworks curriculares. Walag *et al.* (2022), ao investigar a influência da AC na eficiência de professores de ciências, verificou a existência de correlação positiva entre AC e o ensino, nos conhecimentos de CTS e conteúdo de ciências da terra biologia, química e física, vida e saúde. Entretanto, o conhecimento em física e a Natureza da Ciência foram negativos na associação significativa. Concluindo que os conteúdos práticos e contextualizados deixam a confiança docente robusta e melhoram o ensino de ciências.

Zhang *et al.* (2024) analisaram o impacto dos CUREs (Experiências de Pesquisa de Graduação Baseadas em Cursos) na AC e retenção de alunos, principalmente as minorias, nos cursos biologia e química. Os resultados exibiram que os alunos de grupos minoritários mostraram ganho relevante em AC nos cCUREs se comparados aos alunos brancos/asiáticos. Portanto, os mCUREs tiveram um significativo aumento na taxa de retenção de alunos durante um ano. Não houve diferenças importantes por carreiras em STEM. O estudo conclui a eficácia das práticas CUREs para a promoção da inclusão e o aprendizado científica.

Além disso, Evans *et al.* (2020) desenvolveram o Biochemical Literacy Framework (BCLF), modelo que visa definir habilidades fundamentais para a formação de bioquímicos graduados, orientando o currículo baseado práticas pedagógicas. O estudo aponta que a alfabetização bioquímica possui sete habilidades conectadas: pensamento crítico, autogestão, comunicação, letramento informacional, letramento visual, habilidades práticas e conhecimento de conteúdo. O modelo busca ainda o fomento de inovação curricular e debates educacionais.

Portanto, os autores mostraram que com foco no currículo, nas práticas, as competências docentes bem como o impacto pedagógico delas, e como podem convergir para a AC inovando o currículo de forma eficaz no ensino superior. Além disso, os estudos mostram ainda, que a AC é um fator que determina a continuidade e o desempenho dos estudantes do tanto no nível superior quanto no básico, apesar de serem distintos reforçando a necessidade da integração estratégica das habilidades críticas e práticas de forma significativa.

## 5.7 CATEGORIA PRÁTICA

Nessa categoria são agrupados os estudos com enfoque metodológico de laboratório de química. Que com base nos objetivos educacionais são voltados ao melhoramento da AC. Com foco, em desenvolver as práticas laboratoriais voltada a química orgânica, Bur *et al.* (2021) descreveram uma pesquisa com base no currículo (CURE) voltado a cursos de laboratório de química orgânica, no qual os alunos sintetizam moléculas e aferem a afinidade de ligação com proteínas utilizando RMN de flúor. A conclusão mostra habilidades em síntese orgânica, biofísica e letramento científico, com ganhos superiores aos obtidos em laboratórios tradicionais desenvolvidos pelos estudantes.

Gao *et al.* (2024) desenvolveram um inovador experimento de bromação  $\alpha$  de compostos carbonílicos para utilização no EQ orgânica, fazendo uso de perbrometo de hidrobrometo de piridina como agente de bromação. O experimento se mostrou seguro, de alto rendimento e viável economicamente e bem-sucedido. A atividade possibilitou aos estudantes o desenvolvimento de habilidades práticas, letramento científico e consciência inovadora.

Para a temática contemporânea da energia limpa (química verde), bem como desenvolver a criticidade, os autores Lin *et al.* (2018) fizeram um experimento laboratorial para alunos de graduação que unificasse eletroquímica e química verde através estudo de capacitores de dupla camada elétrica. A experiência mostrou habilidades de prática eletroquímica, criticidade e letramento científico, bem como a conscientização a respeito da energia limpa e renovável.

Para abordar a tecnologia mesclando virtual e presencial para criar um ambiente de aprendizagem, os autores Bortnik et al. (2017) avaliaram a eficácia de um laboratório virtual de química estudantes universitários, por meio do emprego de componentes virtuais e presenciais. A conclusão revela que essa combinação de ambientes virtuais e práticas presenciais é uma abordagem eficaz para o EQ analítica devido ao aumento nas habilidades de pesquisa e o letramento científico dos alunos.

Os autores relacionam as práticas laboratoriais presenciais, inovadoras e virtuais diretamente com a AC, bem como o meio com a qual contribuem para desenvolver diversas habilidades importantes ao entendimento crítico da ciência. Incluindo temas como as químicas orgânica, verde e a eletroquímica com métodos ativos. Além disso, o laboratório é tido como espaço singular a AC. A experimentação permite promover não só o domínio de técnicas e conceitos, mas a reflexão a respeito de temas da atualidade como a sustentabilidade e a inovação. Por isso, observa-se que o ambiente de laboratório se transforma em instrumento fundamental na formação dos estudantes.

## 5.8 CATEGORIA SUSTENTABILIDADE

Nessa categoria, são trazidas as temáticas do meio ambiente e a Química Verde. Do ponto das questões da aprendizagem investigativa sociocientífica, a manutenção de ambiente sustentável, da natureza da ciência e roteiros, os autores Georgiou e Kyza (2023), ao utilizar a Aprendizagem Baseada em Inquérito Sociocientífico (SSIBL), designaram 93 alunos do ensino médio de química para o grupo SSIBL ( $n = 46$ ) ou para o grupo de controle ( $n = 47$ ), que participou do ensino Business-As-Usual (BAU), obtendo dados quantitativos do Questionário de Alfabetização Científica Global (GSLQ) antes e depois da intervenção de aprendizagem para avaliar a percepção dos alunos sobre a natureza da ciência e sua responsabilidade de realizar a manutenção de um ambiente sustentável e para promover a AC dos alunos para uma cidadania responsável.

Hanifha *et al.* (2023) em seus estudos buscaram analisar a eficácia dos roteiros de atividades com base em questões sociocientíficas (SSI) a respeito da AC e a conscientização ambiental de estudantes de graduação em Química. A pesquisa mostrou que os roteiros SSI se sobressaíram ante aos tradicionais, o qual torna a pesquisa eficaz.

Com ênfase, em recursos e o desenvolvimento sustentável, de materiais a respeito dos líquidos iônicos e o uso da tabela periódica, os autores Hofmann e Merz (2024), em seu texto destacam a importância da Química para promover dos Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável (ODS) e instigar o aumento da AC. Concluindo que a comunidade química deve incentivar a formação de estudantes responsáveis pelo papel da Química na sustentabilidade, impulsionando a pesquisa como alicerce para os avanços sustentáveis.

Perna, Kämpfi e Aksela (2022) buscaram com seu texto mostrar o desenvolvimento de materiais de aprendizagem a respeito dos líquidos iônicos com base em pesquisa educacional, a fim de promover a AC e a compreensão da química sustentável. O estudo apontou a eficácia da atividade ao engajar alunos em diversos níveis de importância e que os futuros professores observaram que os líquidos iônicos são interessantes e motivadores no EQ.

Silva Júnior *et al.* (2024), investigaram a eficácia do uso da Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável (PT-GSC) no ensino médio, considerando seus desafios e oportunidades educacionais e concluíram que a utilização da PT-GSC desenvolve a AC crítica sendo uma ferramenta interdisciplinar que permite introduzir conceitos de Química Verde.

O EQ verde e energias renováveis melhoram entendimento conceitual e a produção de textual, a partir do método Scrum e a tecnologia da web, Vogelzang, Admiraal e Van Driel (2020), em seu estudo investigaram o emprego do método Scrum no EQ do ensino médio para aprimorar o entendimento conceitual dos alunos e a promoção da AC. A conclusão mostrou que os estudantes que trabalharam com Scrum melhoraram o desempenho conceitual e elaboraram textos com mais qualidade, salientando o potencial da abordagem baseada em Química Verde para desenvolver competências científicas eficazes.

Chen e Liu (2018) desenvolveram uma unidade didática sobre energias renováveis. no curso de Química para envolver alunos. Revelou a pesquisa que os alunos apresentaram melhora significativa nos conceitos científicos, AC e habilidades de argumentação com base em evidências, evidenciando o potencial do uso de tecnologias digitais da web a fim de promover o gosto e o engajamento socioambiental.

Os autores, ao ligar a AC a prática educacional inovadora, a qual possibilita a inclusão dos conteúdos científicos a questões sociocientíficas e sustentáveis, demonstraram como métodos como o inquérito sociocientífico, a utilização de materiais didáticos como a Tabela Periódica da Química Verde, líquidos iônicos e estratégias como Scrum e a tecnologia podem impactar positivamente na AC por meio da compreensão da ciência e a consciência ambiental. Além disso, há o favorecimento da promoção da capacidade argumentação dos estudantes com base em evidências científicas, ampliando a AC não limitando-os a mera memorização de conteúdo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alfabetização científica (AC) se consolida como um eixo central na formação de sujeitos críticos, autônomos e capazes de interpretar o mundo à luz da ciência. No contexto do ensino de Química, sua relevância é destacada diante das dificuldades históricas de compreensão dos conceitos químicos e da necessidade de integrá-los à realidade cotidiana dos estudantes. A presente pesquisa teve como objetivo compreender como a AC tem sido abordada na literatura científica voltada ao ensino de Química, por meio de uma Revisão Sistemática com Metassíntese da análise do conteúdo categorial dos artigos selecionados.

Este estudo, identificou 41 artigos publicados entre 2014 e 2025 que atenderam aos critérios de inclusão, oriundos de bases científicas reconhecidas internacionalmente (Scopus e Web of Science). A análise categorial permitiu organizar os estudos em sete categorias principais: fenomenológica, teórico-conceitual, representacional, livro didático, formação de professores, práticas e sustentabilidade. Dessas, destacaram-se em número e profundidade os estudos voltados às dimensões representacional, teórico-conceitual e de sustentabilidade, revelando uma ênfase na linguagem científica, no uso de tecnologias educacionais e nas abordagens interdisciplinares com foco em questões socioambientais.

Os resultados demonstram que os autores dos estudos analisados têm construído e proposto práticas pedagógicas inovadoras que favorecem a AC, incluindo metodologias ativas, o uso de recursos digitais, a contextualização do ensino e a valorização de saberes culturais e ambientais. Também foi possível observar que a AC tem sido concebida como uma competência multifacetada, que vai além do domínio conceitual, abrangendo também aspectos procedimentais, argumentativos e ético-sociais.

Apesar dos avanços, a análise revelou lacunas significativas, como a subexploração de práticas voltadas à formação docente continuada, a escassez de abordagens voltadas ao livro didático como ferramenta crítica e a necessidade de ampliar os estudos voltados a contextos escolares mais diversos. Portanto, este trabalho contribui para o mapeamento sistematizado das contribuições acadêmicas sobre a AC no ensino de Química e oferece subsídios teórico-metodológicos que podem orientar práticas educativas mais críticas, inclusivas e cientificamente letradas.

Espera-se que os resultados aqui apresentados sirvam de base para o aprimoramento das práticas docentes e para o desenvolvimento de novas investigações que aprofundem a

integração entre Alfabetização Científica, o Ensino de Química e os desafios contemporâneos da educação.

## REFERÊNCIAS

- ALBANO, Wladimir Mattos et al. Principais dificuldades apontadas no Ensino-Aprendizagem de Química para o Ensino médio: revisão sistemática. 2023. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/5700/10945>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- ALEXANDER, Stephen; HANNINK, Mark. Exploring the molecular genetic foundations of cancer biology and how biomedical advances are made in an advanced undergraduate course. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 47, n. 4, p. 408-416, 2019. Disponível em: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bmb.21247>. Acesso em: 21 abr. 2025.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo (la reto, & a. Pinheiro, trad.) Lisboa: edições 70. **Publicação original**, 1977.
- BELOVA, Nadja; VELIKINA, Irina. Analysing the chemistry in beauty blogs for curriculum innovation. **Chemistry Teacher International**, v. 2, n. 2, p. 20180028, 2020. Disponível em: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/cti-2018-0028/html>. Acesso em: 21 abr. 2025.
- BIBIC, Lucka et al. Bug off pain: An educational virtual reality game on spider venoms and chronic pain for public engagement. 2019. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.8b00905>. Acesso em: 21 abr. 2025.
- BORTNIK, Boris et al. Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices. **Research in Learning Technology**, v. 25, 2017. Disponível em: <https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/1968>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Versão final. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal.pdf](https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.
- BUR, Scott K. et al. Fragment-based ligand discovery using protein-observed 19F NMR: a second semester organic chemistry CURE project. **Journal of chemical education**, v. 98, n. 6, p. 1963-1973, 2021. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jchemed.1c00028>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- BYBEE, Rodger W. Achieving scientific literacy. **The science teacher**, v. 62, n. 7, p. 28, 1995. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/c7c19b2a4e1ab1463c22f8d952bbb5fd/1?cbl=40590&pq-origsite=gscholar>. Acesso em: 08 mar. 2025.
- CAHYANA, Ucu et al. The Influence of Web-Based Learning and Learning Independence toward Student's Scientific Literacy in Chemistry Course. **International Journal of Instruction**, v. 12, n. 4, p. 655-668, 2019. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1230055>. Acesso em: 21 abr. 2025.

ÇELİK, S.; KARATAŞ, F. Ö. Representation of nature of science in chemistry textbooks: Employing reconceptualized family resemblance approach as a framework. **Hacettepe University Journal of Education**, v. 37, n. 3, p. 1200-1212, 2022. Disponível em: [www.efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/plugins/uploads/files/3956-published.pdf](http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/plugins/uploads/files/3956-published.pdf). Acesso em: 22 abr. 2025.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh>. Acesso em: 01 ago. 2024.

CHEN, Shih-Yeh; LIU, Shiang-Yao. Reinforcement of scientific literacy through effective argumentation on an energy-related environmental issue. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 14, n. 12, p. em1625, 2018. Disponível em: <https://www.ejmste.com/article/reinforcement-of-scientific-literacy-through-effective-argumentation-on-an-energy-related-5589>. Acesso em: 23 abr. 2025.

COPPI, Marcelo; FIALHO, Isabel; CID, Marília. Assessing portuguese elementary school students' scientific literacy: application of the ALCE instrument. **Social Sciences**, v. 12, n. 7, p. 374, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-0760/12/7/374>. Acesso em: 21 abr. 2025.

COPPI, Marcelo; FIALHO, Isabel; CID, Marília. Developing a scientific literacy assessment instrument for Portuguese 3rd cycle students. **Education Sciences**, v. 13, n. 9, p. 941, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/9/941>. Acesso em: 21 abr. 2025.

DA SILVA JÚNIOR, Carlos Alberto et al. The Role of the Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry in a High School Educational Context. **Sustainability**, v. 16, n. 6, p. 2504, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/6/2504>. Acesso em: 23 abr. 2025.

DE SOUSA, Diana Araújo et al. Textos de divulgação científica no ensino de química: Contribuições para a alfabetização científica na educação básica. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS**, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/714>. Acesso em: 08 mar. 2025.

DEWI, C. A.; KHERY, Y.; ERNA, M. An ethnoscience study in chemistry learning to develop scientific literacy. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**, v. 8, n. 2, p. 279-287, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85069497964&doi=10.15294%2Fjpii.v8i2.19261&partnerID=40&md5=9dce07fbdbee5bd34b80f800e97cf35>. Acesso em: 21 abr. 2025.

DEWI, Citra Citra Ayu et al. The effect of contextual collaborative learning based ethnoscience to increase student's scientific literacy ability. **Journal of Turkish Science Education**, v. 18, n. 3, p. 525-541, 2021. Disponível em: <https://mail.tused.org/index.php/tused/article/view/1296>. Acesso em: 21 abr. 2025.

DUDAS, Cecilia; RUNDGREN, Carl-Johan; LUNDEGÅRD, Iann. Exploratory considerations in chemistry education—didactic modelling for complexity in students' discussions. **Science & Education**, v. 32, n. 2, p. 481-498, 2023. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-021-00316-w>. Acesso em: 21 abr. 2025.

GAO, Yongguang et al. Application of  $\alpha$ -bromination reaction on acetophenone derivatives in experimental teaching: a chemical innovation experiment engaging junior undergraduates.

**BMC chemistry**, v. 18, n. 1, p. 38, 2024. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1186/s13065-024-01145-y>. Acesso em: 23 abr. 2025.

GEORGIU, Yiannis; KYZA, Eleni A. Fostering chemistry students' scientific literacy for responsible citizenship through socio-scientific inquiry-based learning (SSIBL).

**Sustainability**, v. 15, n. 8, p. 6442, 2023. Disponível em: [https://www.mdpi.com/2071-](https://www.mdpi.com/2071-1050/15/8/6442)

1050/15/8/6442. Acesso em: 21 abr. 2025.

HABIDDIN, Habiddin; SAPUTRI, Cyndi Yanis; SANTOSO, Aman. The potency of cooperative integrated reading and composition in building chemistry students' scientific literacy and self-regulated learning. **Eclética Química**, v. 48, n. 3, p. 27-35, 2023. Disponível em: <https://revista.iq.unesp.br/ojs/index.php/ecletica/article/view/1388>. Acesso em: 21 abr. 2025.

HANIFHA, S. et al. Socioscientific issue-based undergraduate student worksheets on scientific literacy and environmental awareness. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**, v. 12, n. 4, p. 504-513, 2023.

Disponível em: [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85182682309&doi=10.15294%2fjpii.v12i4.45817&partnerID=40&md5=a2785536b2c1d9735607310c938b8acd)

85182682309&doi=10.15294%2fjpii.v12i4.45817&partnerID=40&md5=a2785536b2c1d9735607310c938b8acd. Acesso em: 23 abr. 2025.

HELIAWATI, Leny; RUBINI, Bibin; FIRMAAYANTO, Rudi. The effectiveness of content and language integrated learning-based teaching material in the topic of the nature of matter on scientific literacy. **Journal for the Education of Gifted Young Scientists**, v. 8, n. 3, p. 1061-1070, 2020. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/pub/jegys/issue/55332/736654>. Acesso em: 21 abr. 2025.

HOMER, Matt; RYDER, Jim. The impact of a science qualification emphasising scientific literacy on post-compulsory science participation: An analysis using national data.

**International Journal of Science Education**, v. 37, n. 9, p. 1364-1380, 2015. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2015.1036151>. Acesso em: 21 abr. 2025.

HOFMANN, Sandra; MERZ, Leo. Contribution of the Swiss Chemistry Community to SDGs—Perspective of the SCNAT Platform Chemistry. **Chimia**, v. 78, n. 6, p. 379-383, 2024.

Disponível em: [https://www.chimia.ch/chimia/article/view/2024\\_379](https://www.chimia.ch/chimia/article/view/2024_379). Acesso em: 23 abr. 2025.

KAMPA, Nele et al. The relation between science achievement and general cognitive abilities in large-scale assessments. **Intelligence**, v. 86, p. 101529, 2021. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160289621000131>. Acesso em: 21 abr. 2025.

KHERY, Yusran et al. Mobile-nature of science model of learning for supporting student performance on general chemistry classroom. 2020. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/d/217769/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=29890a936639862f45cb9a987dd599dce9759bf5>. Acesso em: 31 jul. 2024.

LANG, Vanessa et al. A Novel Modelling Process in Chemistry: Merging Biological and Mathematical Perspectives to Develop Modelling Competences. **Education Sciences**, v. 11, n. 10, p. 611, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/11/10/611>. Acesso em: 21 abr. 2025.

LEMBENS, Anja; KREBS, Rita Elisabeth. Analysing and developing linguistically responsive tasks within the frame-work of the cross-disciplinary Erasmus+ project sensiMINT. **Chemistry Teacher International**, v. 7, n. 1, p. 19-30, 2025. Disponível em: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/cti-2022-0041/html>. Acesso em: 21 abr. 2025.

LIN, Yannan et al. Design of an extended experiment with electrical double layer capacitors: Electrochemical energy storage devices in green chemistry. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3630, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/10/3630>. Acesso em: 23 abr. 2025.

MIRANDA, Mayker; GONÇALVES, Gabrielly. Your Favorite Beverage is an Opportunity to Talk About Chemistry: Didactic Application to the Brazilian High School. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, p. 225-228, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/orbital/article/view/21513>. Acesso em: 21 abr. 2025.

PARISTIOWATI, Maria; CAHYANA, Ucu; BULAN, Bening Irsa Setara. Implementation of problem-based learning–flipped classroom model in chemistry and its effect on scientific literacy. **Universal Journal of Educational Research**, v. 7, n. 9, p. 56-60, 2019. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/105914707/UJERS7-19590740-libre.pdf?1695595193=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImplementation\\_of\\_Problem\\_based\\_Learning.pdf&Expires=1745417500&Signature=aNR~ruD8~RTlmJrxfwfV4Cy4t023YjLuy1Y3XDgKgWH4JdhoSZ~a~pc0Z76yn8qVZsF8yFpMzvU68J7TzJPegpyB~eLaD3QK313qrlXJPe4IMk1x10SrgzizqU25h-HVSrlErfLVWc6Gow~KB-lhV~CFPLfGyOpwZmPhASYj4Y~ZlkhY7VzTidB4v7cgVv9IsA8SAEJp0Roc0ANGbvIMkWKbW06rMBHdkyG20bdrDJLtU58UiM5JGDOs6XhnykENYOuc4gkTfsXmwsZmlEK6ob9KY3x74HwlG5VJTQ0oW49O83PS7afgASzBvYh0BPQzHpTin8mOiZVZ3hfA8uiA\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/105914707/UJERS7-19590740-libre.pdf?1695595193=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImplementation_of_Problem_based_Learning.pdf&Expires=1745417500&Signature=aNR~ruD8~RTlmJrxfwfV4Cy4t023YjLuy1Y3XDgKgWH4JdhoSZ~a~pc0Z76yn8qVZsF8yFpMzvU68J7TzJPegpyB~eLaD3QK313qrlXJPe4IMk1x10SrgzizqU25h-HVSrlErfLVWc6Gow~KB-lhV~CFPLfGyOpwZmPhASYj4Y~ZlkhY7VzTidB4v7cgVv9IsA8SAEJp0Roc0ANGbvIMkWKbW06rMBHdkyG20bdrDJLtU58UiM5JGDOs6XhnykENYOuc4gkTfsXmwsZmlEK6ob9KY3x74HwlG5VJTQ0oW49O83PS7afgASzBvYh0BPQzHpTin8mOiZVZ3hfA8uiA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 22 abr. 2025.

PARSONS, Andrew F.; SARJU, Julia P. Led Learning in Action: Development of an Online Chemistry Course for Final-Year Undergraduates. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 5, p. 1877-1884, 2023. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.2c01207>. Acesso em: 21 abr. 2025.

PERNA, Johannes; KÄMPPI, Vilja; AKSELA, Maija. Supporting the relevance of chemistry education through sustainable ionic liquids context: a research-based design approach. **Sustainability**, v. 14, n. 10, p. 6220, 2022.

Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/10/6220>. Acesso em: 23 abr. 2025.

POHAN, Lisa. Implementation Of Stem-Based Inquiry In Learning Fundamental Laws Of Chemistry: Students' Perception And Response. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**, v. 13, n. 3, 2024. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85210090817&doi=10.15294%2f87cp1c76&partnerID=40&md5=15e5691c3618da1d72a91d25f945090b>. Acesso em: 21 abr. 2025.

ROQUE, Nídia Franca; SILVA, José Luis PB. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química nova**, v. 31, p. 921-923, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/b4nKFbZSwDVNcfB6cxXRdPP/?lang=pt>. Acesso em: 02 ago. 2024.

RSTUDIO. Versão 2024.12.0+353. 2024. Disponível em: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

SAIJA, M. et al. Enhancement of high school students' scientific literacy using local-socioscientific issues in OE3C instructional strategies. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**, v. 11, n. 1, p. 11-23, 2022. Disponível em:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85128173235&doi=10.15294%2fjpii.v11i1.33341&partnerID=40&md5=73b2ae6735bad026906e669527f7728c>. Acesso em: 21 abr. 2025.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://observatorioieb.com.br/docs/docs540003478.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2025.

SHANER, Sarah E. et al. Discovering inexpensive, effective catalysts for solar energy conversion: an authentic research laboratory experience. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 4, p. 650-657, 2016. Disponível em:

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.5b00591>. Acesso em: 21 abr. 2025.

SOARES, Magda. A reinvenção da alfabetização. **Presença pedagógica**, v. 9, n. 52, p. 15-21, 2003. Disponível em:

[http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/programa\\_aceleracao\\_estudos/reive\\_ncao\\_alfabetizacao.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/programa_aceleracao_estudos/reive_ncao_alfabetizacao.pdf). Acesso em: 01 ago. 2024.

STAŠEVIĆ, Filip et al. Do Serbian high school students possess knowledge of basic chemical facts related to real life as a prerequisite for chemical literacy? **Journal of the Serbian Chemical Society**, v. 88, n. 3, p. 343-354, 2023. Disponível em:

<https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=0352-51392200083S>. Acesso em: 21 abr. 2025.

TEIXEIRA, Francimar Martins. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, p. 795-809, 2013. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cvyYXDxFtjVvMQygWwVTzrF/?lang=pt>. Acesso em: 04 ago. 2024.

URVÁLKOVÁ, Eva Stratilová; JANOUŠKOVÁ, Svatava. Citizen science—bridging the gap between scientists and amateurs. **Chemistry Teacher International**, v. 1, n. 2, p. 20180032, 2019. Disponível em:

<https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/cti-2018-0032/html>. Acesso em: 21 abr. 2025.

VIEIRA, Hugo; MORAIS, Carla. Musical analogies to teach middle school students topics of the quantum model of the atom. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 8, p. 2972-2980, 2022. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.2c00289>. Acesso em: 21 abr. 2025.

VOGELZANG, Johannes; ADMIRAAL, Wilfried F.; VAN DRIEL, Jan H. Effects of Scrum methodology on students' critical scientific literacy: the case of Green Chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 21, n. 3, p. 940-952, 2020.

Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/rp/d0rp00066c>. Acesso em: 23 abr. 2025.

WAI, Tewton Wai et al. Chemical Elements of the Periodic Table in Indigenous Language as a Teaching Resource for Contextualized Chemistry/Science Teaching. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, p. 306-310, 2024. Disponível em:

<https://periodicos.ufms.br/index.php/orbital/article/view/21635>. Acesso em: 21 abr. 2025.

WALAG, Angelo Mark P. et al. A Canonical Correlation Analysis of Filipino Science Teachers' Scientific Literacy and Science Teaching Efficacy. *International Journal of Instruction*, v. 15, n. 3, p. 249-266, 2022. Disponível em:

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1355575.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.