

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EM QUÍMICA

BEATRIS LISBÔA MELLO

**INVESTIGAÇÕES ENVOLVENDO A ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Porto Alegre, 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EM QUÍMICA

BEATRIS LISBÔA MELLO

**INVESTIGAÇÕES ENVOLVENDO A ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Trabalho elaborado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química” do Curso de Química, como requisito para a obtenção do grau de Licenciada em Química

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nathália Marcolin Simon

Porto Alegre, 2022

CIP - Catalogação na Publicação

Mello, Beatris Lisbôa
Investigações envolvendo a alfabetização
científica: uma revisão sistemática da literatura /
Beatris Lisbôa Mello. -- 2022.
53 f.
Orientadora: Nathália Marcolin Simon.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Química, Licenciatura em Química, Porto Alegre,
BR-RS, 2022.

1. alfabetização científica. 2. ensino de ciências.
3. ensino de química. 4. revisão sistemática da
literatura. I. Simon, Nathália Marcolin, orient. II.
Título.

Ainda que eu tenha o dom de profetizar e conheça
todos os mistérios e toda a ciência; ainda que eu
tenha tamanha fé, a ponto de transportar montes, se
não tiver amor, nada serei.

I Coríntios 13:2

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso apresenta uma revisão sistemática da literatura norteadada pela pergunta: “Como se caracterizam as investigações da área do ensino de Ciências, nos últimos anos, envolvendo a alfabetização científica?”. Buscas eletrônicas por estudos publicados em periódicos nas bases de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e da Scientific Electronic Library Online (SciELO), utilizando como descritor o termo “alfabetização científica”, foram realizadas. Essas buscas foram feitas com o limite temporal de 11 anos, compreendendo os anos de 2010 a 2020. Nesse processo, foram encontrados 60 artigos no Portal de Periódicos da Capes e 28 artigos na SciELO; destes 88 artigos, 11 estavam em ambas as bases de dados. Os 77 artigos restantes passaram por uma análise prévia que consistiu na leitura dos seus resumos e no estabelecimento de critérios de exclusão. A partir desta análise prévia, 32 artigos foram selecionados para posterior leitura e análise qualitativa a fim de debater e responder a pergunta norteadora. Verificou-se que pouco mais da metade dos artigos acerca da alfabetização científica nos últimos anos encontram-se em revistas com Qualis A. Além disso, observou-se que as investigações ocorreram principalmente em instituições públicas. Os pesquisadores Lucia Helena Sasseron e Attico Chassot são os autores que apresentam o maior número de citações entre os artigos analisados; e Leonir Lorenzetti se destacou em termos de número de publicações. Identificou-se ainda que os pesquisadores da área do ensino de Ciências, nos últimos anos, relacionaram a temática de alfabetização científica com a formação de professores e utilizaram-na para a proposição de atividades na Educação Básica; também buscaram debater conceitos e propósitos desta temática e revisar a produção científica da área. Por fim, observou-se que a alfabetização científica vem sendo descrita na literatura como uma condição necessária para que as pessoas desenvolvam competências e habilidades para agir de forma crítica, consciente e autônoma na sociedade contemporânea.

Palavras-chave: alfabetização científica; ensino de ciências; ensino de química; revisão sistemática da literatura.

ABSTRACT

This course conclusion work presents a systematic review of the literature guided by the question: “How are investigations in the area of Science teaching characterized, in recent years, involving scientific literacy?”. Electronic searches were performed using the Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) and Scientific Electronic Library Online (SciELO) databases, and the term “scientific literacy” as a descriptor. These searches were conducted with a time limit of 11 years, covering the years 2010 to 2020. In this process, 60 articles were found in the database Capes and 28 articles in SciELO; among 88 articles, 11 were in both databases. The remaining 77 articles underwent a prior analysis that consisted of reading their abstracts and establishing exclusion criteria. From this preliminary analysis, 32 articles were selected for further reading and qualitative analysis to debate and answer the guiding question. It was found that just over half of the articles on scientific literacy in recent years are in journals with Qualis A. In addition, it was observed that the investigations took place in public institutions. The researchers Lucia Helena Sasseron and Attico Chassot are the authors with the highest number of citations among the analyzed articles; and Leonir Lorenzetti stood out for the number of publications. It was also identified that researchers in Science teaching, in recent years, have related the topic of scientific literacy with teacher training and used it to propose activities in Basic Education; we also sought to discuss concepts and purposes of this theme and to review the scientific production in the area. Finally, it was observed that scientific literacy has been described in the literature as a necessary condition for people to develop skills and abilities to act critically, consciously, and autonomously in contemporary society.

Keywords: scientific literacy; science teaching; chemistry teaching; systematic review of the literature.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – Linha do tempo da alfabetização científica | 10 |
| FIGURA 2 – Esquema representativo dos três eixos estruturantes da alfabetização científica | 14 |
| FIGURA 3 – Diagrama das etapas iniciais de uma revisão sistemática da literatura | 19 |
| FIGURA 4 – Diagrama das etapas de seleção dos artigos | 21 |
| FIGURA 5 – Classificação dos artigos selecionados conforme seus Qualis da área do ensino | 25 |
| FIGURA 6 – Classificação dos artigos selecionados conforme suas respectivas temáticas | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 5 |
| 2 OBJETIVOS | 7 |
| 2.1 Objetivo geral | 7 |
| 2.2 Objetivos específicos | 7 |
| 3 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA | 8 |
| 3.1 Histórico do termo alfabetização científica | 8 |
| 3.2 Diferenciação conceitual dos termos alfabetização, enculturação e letramento científico | 10 |
| 3.3 Os eixos estruturantes da alfabetização científica e o ensino de Ciências | 12 |
| 3.4 Teste de alfabetização científica básica | 16 |
| 4 METODOLOGIA DA PESQUISA | 18 |
| 4.1 Revisão sistemática da literatura | 18 |
| 4.2 Caminhos metodológicos da pesquisa | 19 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 25 |
| 5.1 Caracterização das publicações, instituições e dos pesquisadores | 25 |
| 5.2 Temática das publicações selecionadas | 26 |
| 5.2.1 Referencial teórico | 27 |
| 5.2.2 Formação de professores | 29 |
| 5.2.3 Propostas de ensino para a Educação Básica | 31 |
| 5.2.4 Revisão da literatura | 34 |
| 5.3 Referenciais teóricos das pesquisas envolvendo a alfabetização científica | 36 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 38 |
| 7 REFERÊNCIAS | 39 |
| 8 ANEXO | 46 |

1 INTRODUÇÃO

A Declaração sobre a Ciência e a utilização do Conhecimento Científico da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) defende que a ciência e a tecnologia precisam contribuir para “a melhoria da qualidade de vida da população; o aumento do nível educacional e cultural da população; a promoção de um cuidado verdadeiro para com o meio ambiente e os recursos naturais” (UNESCO, 2003, p. 11). Ao mesmo tempo, cabe à população “utilizar e questionar os conhecimentos da ciência” (COUTINHO; RUPPENTHAL, 2019, p. 72), sendo esse um dos caminhos para atingir o pleno exercício da cidadania. O processo de construção de conhecimentos provenientes das Ciências da Natureza, denominado de alfabetização científica¹ (em inglês *scientific literacy*) nos anos de 1950, passou a ser considerado importante para que as pessoas compreendessem o mundo e suas inovações e, conseqüentemente, agissem com mais consciência sobre os seus cotidianos (COUTINHO; RUPPENTHAL, 2019).

A alfabetização pode ser compreendida como sendo mais do que o simples domínio psicológico e mecânico das técnicas de ler e escrever. É o domínio dessas técnicas em termos conscientes. Não implica em uma memorização visual e mecânica de palavras, separadas de um universo existencial, mas numa atitude de criação e recriação de significados e de organização do pensamento de maneira lógica (FREIRE, 1967). Miller (1983) afirma que quando se considera o significado de ser alfabetizado como a capacidade de ler e escrever em um nível funcional, este conceito pode ser expandido de maneira que a alfabetização científica seja compreendida como a capacidade de entender e expressar uma opinião sobre assuntos científicos. Para Chassot (2018), da mesma forma que compreendemos algo escrito em um idioma que conhecemos (por exemplo, quando se entende um texto escrito em português), no caso da linguagem da ciência, podemos compreender a linguagem na qual está escrita a natureza.

Atualmente, a alfabetização científica se constitui como uma área fundamental da pesquisa em educação em Ciências², podendo ser considerada como a meta da aprendizagem e o objetivo do ensino, na medida em que pretende ampliar o conhecimento sobre ciência e tecnologia, relacionado à uma formação para a cidadania (LORENZETTI, 2016). Conforme Aragão (2019), uma pessoa alfabetizada cientificamente pode compreender os principais

¹ Neste trabalho, o conceito de alfabetização científica está fundamentado na ideia de alfabetização proposta por Paulo Freire.

² O termo Ciências, ao decorrer deste trabalho, refere-se às Ciências da Natureza.

conceitos e teorias da ciência, conseguindo aplicar o conhecimento científico nos contextos social, histórico e ambiental. Como consequência, pode-se afirmar que o ensino de Ciências deve ter como objetivo consolidar habilidades e competências que possibilitem o desenvolvimento de um pensamento crítico dos estudantes, em suas tomadas de decisão, sendo condição essencial para a formação cidadã consciente de toda a sociedade (COUTINHO; RUPPENTHAL, 2019; PEDROSA; COSTA, 2020).

Considerando a importância da alfabetização científica para o desenvolvimento social, bem como seus laços com o ensino de Ciências, neste trabalho de conclusão de curso foi realizada uma revisão sistemática da literatura para compreender como se caracterizam as investigações da área do ensino de Ciências envolvendo a alfabetização científica. A seguir, no presente documento, serão apresentados os objetivos desta pesquisa; considerações gerais da literatura acerca da definição e do histórico do termo “alfabetização científica”, dos eixos estruturantes da alfabetização científica e sua relação com o ensino de Ciências, e dos testes de alfabetização científica; os procedimentos metodológicos para a revisão sistemática; a discussão dos dados obtidos nos artigos selecionados; e, por último, algumas considerações finais sobre a investigação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão sistemática da literatura com a finalidade de analisar as publicações de periódicos nacionais da área do ensino de Ciências, dos últimos 11 anos, que envolvam a alfabetização científica.

2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar as publicações, os pesquisadores e as instituições responsáveis pelos trabalhos selecionados;
- b) Identificar as temáticas das pesquisas encontradas, bem como fazer um levantamento de aspectos característicos dos trabalhos de cada temática;
- c) Investigar quais referenciais teóricos relacionados à alfabetização científica foram utilizados pelos autores para discussão de seus resultados.

3 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A alfabetização científica pode ser compreendida como o conjunto de conhecimentos e capacidades que os educandos apresentam para ler, entender e expressar opiniões sobre contextos que envolvam Ciências e que facilitariam a compreensão sobre informações científicas (CHASSOT, 2018; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). Partindo desta definição inicial da temática de alfabetização científica, neste capítulo será debatido essa temática, desde o seu histórico e diferenças conceituais com outros termos encontrados na literatura nacional, até o teste elaborado para quantificar este constructo na sociedade.

3.1 Histórico do termo alfabetização científica

O conceito “alfabetização científica” (em inglês *scientific literacy*) teve sua primeira citação na literatura em 1958 no artigo “*Science literacy: its meaning for American schools*” de autoria de Paul Hurd. O termo *scientific literacy* foi compreendido como sinônimo de “entendimento público da ciência” (CAMARGO; PILAR; RIBEIRO, 2011; CUNHA, 2018). O interesse pela alfabetização científica, no final dos anos 1950, foi despertado pela preocupação da comunidade científica norte-americana em ter apoio público à ciência em meio à corrida espacial entre os Estados Unidos e a União Soviética (LAUGKSCH, 2000; CUNHA, 2018; KRUPCZAK; LORENZETTI; AIRES, 2020). Conforme Lorenzetti (2016), a temática de alfabetização científica se expandiu nos Estados Unidos durante a década de 1960 a partir de uma perspectiva histórica e social da ciência, objetivando compreender o seu desenvolvimento, assim como reconhecer a sua responsabilidade social.

O progresso científico e tecnológico passou a ser considerado dependente de uma educação apropriada aos avanços da ciência, o que exigia um plano educacional para sustentar este progresso. Em decorrência disto, este período pode ser considerado um marco para a educação CTSA (sigla para Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), em função dos avanços científicos e tecnológicos e dos seus impactos na sociedade (KRUPCZAK; LORENZETTI; AIRES, 2020). A história da expressão Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente começa em meados da década de 1960 e início dos anos 1970, quando diferentes pesquisadores passam a debater sobre a utilização da ciência e da tecnologia em guerras, seu impacto ambiental e o controle da aplicação dos conhecimentos científicos pelo Estado. A integração de estudos do campo CTSA tem apresentado importância significativa em países

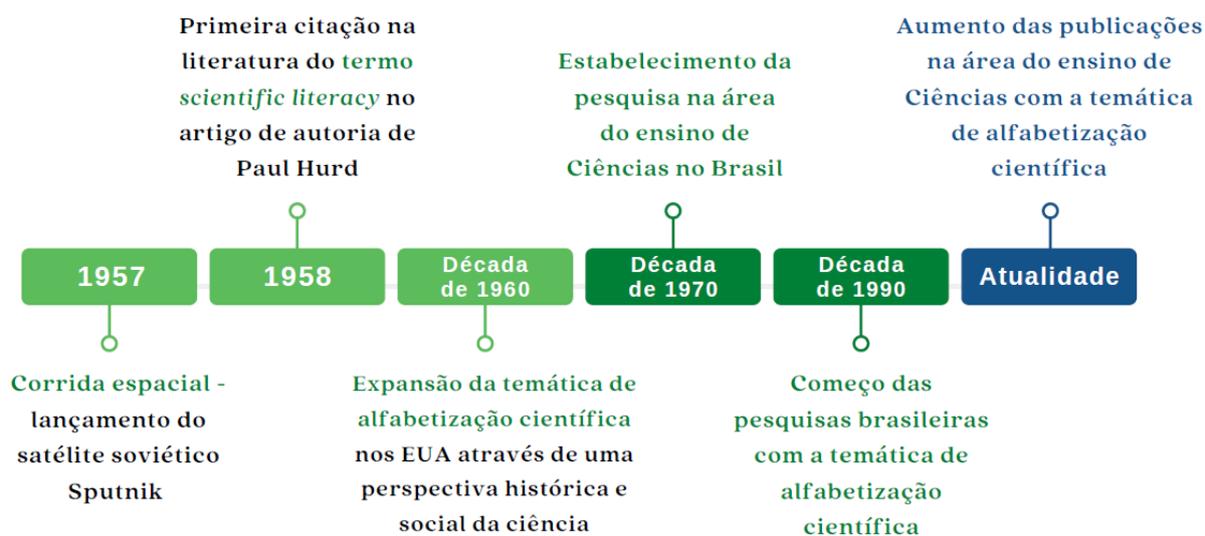
que procuram compreender a relação existente entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano (CABRAL; PEREIRA, 2011).

Neste cenário, a partir da primeira metade dos anos 1970, aumentaram as publicações sobre a *scientific literacy*. Conforme Laugksch (2000), na base de dados ERIC (do inglês *Education Resources Information Center*) podem ser encontrados mais de 330 artigos de periódicos, artigos de conferências, descrições de projetos, relatórios de projetos e editoriais relacionados à alfabetização científica entre os anos de 1974 e 1990, com a maioria das publicações após 1980.

No sistema educacional brasileiro, Santos (2007) afirma que foi somente a partir da década de 1970 que começou a se estabelecer a pesquisa na área do ensino de Ciências, tendo sido elaboradas cerca de 1.100 dissertações de mestrado e teses de doutorado entre os anos de 1972 e 2003. Conforme Lorenzetti (2016), a década de 1990 pode ser considerada como uma importante referência brasileira para o início das pesquisas com a temática de alfabetização científica. Exemplo disto foi a primeira edição do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, em 1997, em que foram apresentadas pesquisas que abordavam este tema. O primeiro trabalho brasileiro de pós-graduação sobre alfabetização científica foi produzido em 1992, em que foi debatida a alfabetização científica e os museus interativos de ciência, voltados para a educação não formal. A partir dos anos 2000 ocorre uma produção constante de dissertações e teses sobre a temática de alfabetização científica, o que amplia as discussões sobre a conceituação e importância desta temática (LORENZETTI, 2016).

Na Figura 1 pode ser encontrada uma linha do tempo sobre o histórico da alfabetização científica relatado neste subcapítulo. Essa linha do tempo tem início no final da década de 1950 e apresenta sua extensão até os dias atuais, com o aumento das publicações com a temática de alfabetização científica na área do ensino de Ciências.

Figura 1 – Linha do tempo da alfabetização científica.



Fonte: autoria própria (2022).

3.2 Diferenciação conceitual dos termos alfabetização, enculturação e letramento científico

Conforme Sasseron e Carvalho (2011) e Guridi e Cazetta (2014), podem ser encontrados na literatura nacional sobre ensino de Ciências autores que utilizam o termo “alfabetização científica”, outros que adotam a expressão “letramento científico”, e aqueles que utilizam a expressão “enculturação científica” para se referirem ao ensino de Ciências que objetiva a formação cidadã dos estudantes para o domínio e utilização dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas cotidianas.

Neste trabalho, optou-se pela utilização do termo alfabetização científica, em concordância com a compreensão de Sasseron e Carvalho (2011, p. 61) de que “a alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca”.

Nas pesquisas sobre ensino de Ciências, existe a crescente utilização do conceito “letramento científico”, que surge como uma alternativa ao conceito de “alfabetização científica”. Os processos da alfabetização e do letramento, embora relacionados e mesmo indissociáveis, apresentam suas próprias especificidades. Podemos compreender a alfabetização como sendo as habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita, no plano individual; enquanto o termo letramento refere-se às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005). A alfabetização científica pode

ser compreendida como o domínio da nomenclatura e dos conceitos científicos; enquanto o letramento científico considera as habilidades e competências necessárias para a utilização dessas informações. A partir deste entendimento, o letramento científico pode ser definido como o uso que se faz do conhecimento científico adquirido pelo cidadão (GURIDI; CAZETTA, 2014; BRANCO *et al.*, 2018). Ambos os termos têm sido utilizados como referência à importância de preparar cidadãos críticos para a vida em uma sociedade científica e tecnológica, na qual o conhecimento assume um papel essencial. Se mantivermos as diferenciações das expressões originais, poderíamos entender a alfabetização científica como a aprendizagem dos conteúdos e da linguagem científica. Por sua vez, o letramento científico poderia ser compreendido como a aplicação do conhecimento científico no cotidiano, a partir de um contexto sócio-histórico específico (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005).

O termo letramento científico é utilizado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e conceituado como a capacidade de compreender e interpretar o mundo e de transformá-lo com base em conhecimentos científicos (BRASIL, 2018; REIS; CAVALCANTE; OLIVEIRA, 2020). Assim, propõe-se nesse documento balizador que o Ensino Médio proporcione aos estudantes a compreensão e a apropriação desse modo de “se expressar” próprio das Ciências da Natureza. Sobre a importância do letramento científico para o ensino de Ciências, a BNCC afirma que:

(...) poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2018, p. 547).

Em relação a enculturação científica, Sasseron (2015) afirma que a cultura científica pode ser compreendida como o conjunto de ações e de comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação de um novo conhecimento científico. Conforme Guridi e Cazetta (2014), a alfabetização científica demanda que os estudantes compreendam o conhecimento científico como produto cultural (processo de enculturação na linguagem, nos processos e produtos da ciência). Sendo assim, a enculturação científica pode ser compreendida como um processo resultante da alfabetização científica. A enculturação científica pode ser considerada como um processo de natureza antropológica de aquisição da cultura científica. Este processo é necessário para o desenvolvimento social e desempenha uma função importante na formação da personalidade do sujeito a partir da compreensão da ciência

enquanto uma construção cultural com normas, valores e linguagem próprias e não como um conjunto de teorias e métodos a serem aplicados acriticamente (GURIDI; CAZETTA, 2014).

Contudo, apesar dos debates, Sasseron e Carvalho (2011) afirmam que, embora exista uma “pluralidade semântica”, as discussões e preocupações sobre o ensino de Ciências são as mesmas: que o conhecimento científico possa contribuir para a construção de benefícios para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente por meio de um ensino que objetive a formação cidadã (SASSERON; CARVALHO, 2011).

3.3 Os eixos estruturantes da alfabetização científica e o ensino de Ciências

Pesquisadores da área do ensino de Ciências propuseram competências básicas para caracterizar pessoas alfabetizadas cientificamente, progredindo em uma definição de alfabetização científica em que indivíduos alfabetizados consigam aplicar corretamente o conhecimento científico, assim como desenvolver habilidades de raciocínio para resolver problemas e tomar decisões em suas vidas, tanto na esfera pessoal como profissional (LAUGKSCH; SPARGO, 1996).

Nesta perspectiva, foram propostos por Miller (1983) três eixos estruturantes para a alfabetização científica: (a) compreensão dos conteúdos da ciência (abrange os significados, conceitos e nomenclaturas); (b) compreensão da natureza da ciência (entendimento sobre a dimensão epistemológica da construção do conhecimento); e (c) compreensão do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente (entendimento necessário para relacionar as influências que a ciência e a tecnologia promovem ao meio social e ambiental).

Sasseron e Carvalho (2011) aprofundam a conceituação dos três eixos propostos por Miller (1983). Conforme as autoras, o primeiro eixo refere-se à compreensão básica de termos e conhecimentos científicos necessários para o entendimento de situações cotidianas. Sobre este primeiro eixo da alfabetização científica, as autoras afirmam que “concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em diferentes situações e de modo apropriado em seu dia a dia” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75). O segundo eixo estruturante da alfabetização científica corresponde ao entendimento da natureza da ciência e dos fatores éticos que envolvem sua prática. Como consequência, compreende a ciência como um conjunto de conhecimentos em constantes transformações a partir do processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que desenvolvem estes conhecimentos. O terceiro eixo diz respeito a compreensão das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e

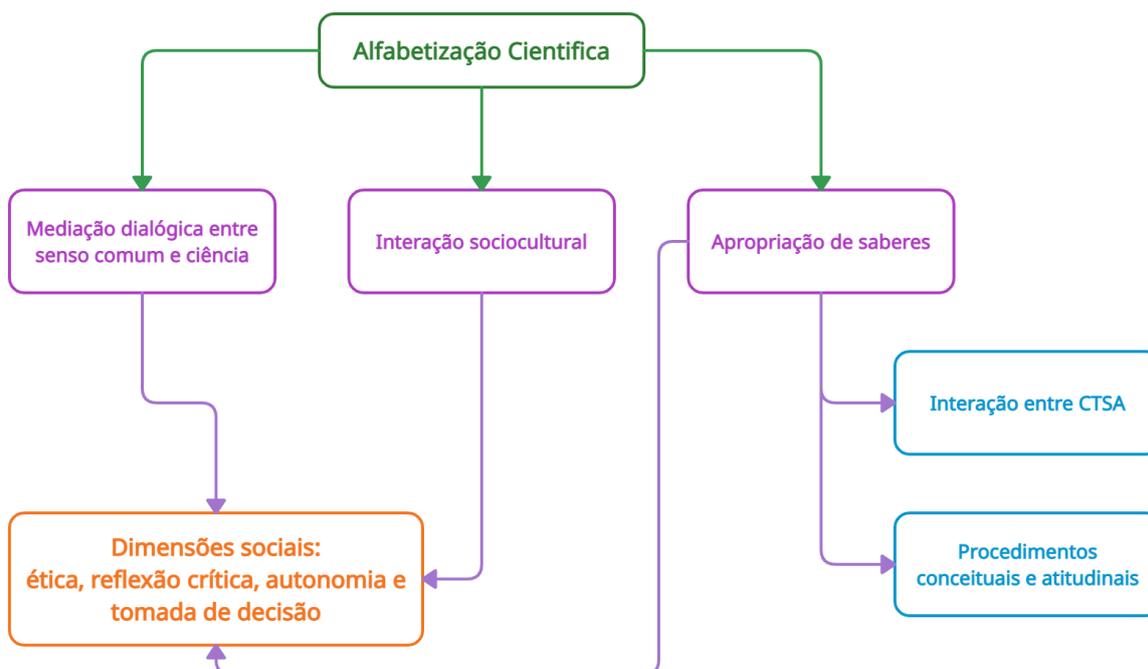
meio ambiente. Este demonstra a necessidade de se compreender as aplicações dos conhecimentos científicos considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Rodrigues *et al.* (2015) denominaram os três eixos da alfabetização científica como conceitual, cultural e sustentável. A alfabetização científica denominada conceitual seria a que diz respeito a compreensão de conceitos científicos necessários para viver na sociedade moderna; a cultural refere-se ao conhecimento que permite apreciar a beleza intelectual do saber científico; e a alfabetização científica sustentável corresponde ao conhecimento necessário para avaliar as tomadas de decisões feitas pela sociedade e por órgãos gestores (por exemplo, sobre saúde pública e proteção ambiental) (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Observa-se que eixos semelhantes aos que orientam a alfabetização científica podem ser encontrados em documentos que norteiam o ensino de Química no Brasil. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs), o ensino de Química deve desenvolver competências nos estudantes que possibilitem: a) a representação e comunicação, que envolvem a leitura e a interpretação de códigos e nomenclaturas da Química, a busca de informações e a produção e análise de textos; b) a investigação e compreensão que remetem ao uso de conceitos, modelos e procedimentos científicos relacionados com a Química; c) a contextualização sociocultural que é a utilização do conhecimento adquirido nas aulas de Química nos diferentes setores da sociedade e a sua relação com aspectos socioeconômicos, culturais e tecnológicos (BRASIL, 1999).

Os fundamentos existentes entre a compreensão conceitual de alfabetização científica e a apropriação dos conhecimentos científicos na educação básica foram sintetizados no esquema representativo da Figura 2, construído a partir das considerações de Pedrosa e Costa (2020). Dessa maneira, são apresentadas três perspectivas que derivam da alfabetização científica (e que corroboram com os três eixos estruturantes propostos por Miller): uma que resulta da mediação dialógica entre o senso comum e os saberes científicos, promovendo a cultura científica; outra baseada nos aspectos de interação socioculturais transformadores da sociedade; e a terceira perspectiva baseada na apropriação de saberes que promova a interação CTSA e contribua para a ressignificação dos procedimentos conceituais e atitudinais da sociedade (PEDROSA; COSTA, 2020).

Figura 2 - Esquema representativo dos três eixos estruturantes da alfabetização científica.



Fonte: imagem adaptada de Pedrosa e Costa (2020).

O esquema representado na Figura 2 define a educação CTSA como resultante da apropriação de saberes. A educação realizada a partir desta abordagem enfatiza as conexões entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, tendo como objetivo auxiliar o estudante a construir conhecimentos necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões. O ensino de Ciências realizado a partir da abordagem CTSA não procura apenas exemplificar as relações entre o cotidiano e o conhecimento científico. Mas se propõe a utilizar problemas reais para buscar o conhecimento necessário para entendê-los e resolvê-los, desenvolvendo o pensamento crítico dos estudantes (KRUPCZAK; LORENZETTI, AIRES, 2020).

De acordo com Chassot (2018), despertar o interesse do estudante para a aprendizagem de Química vem sendo um dos desafios encontrados pelos professores em sala de aula, sendo que o não interesse pela Química pode estar relacionado à forma descontextualizada como acontece o seu ensino ao decorrer da educação básica. Puglieri *et al.* (2019) afirmam que o ensino de Química no Brasil se depara frequentemente com desafios relacionados ao não reconhecimento de sua aplicabilidade no cotidiano, como em aplicações tecnológicas, sociais, econômicas e ambientais. Como consequência, muitas vezes essa disciplina se torna pouco atrativa para os estudantes.

Sobre o ensino de Química e a abordagem CTSA, Leite e Rodrigues (2018) afirmam que considerar, refletir, debater e opinar sobre os aspectos sociocientíficos relacionados à questão ambiental tem se tornado cada vez mais uma exigência para os profissionais das áreas das Ciências, em especial dos professores da área da Química. Existem vários motivos para serem realizadas estratégias curriculares que promovam este debate em sala de aula, como a problematização de questões sociais e a compreensão da natureza da atividade científica (LEITE; RODRIGUES, 2018). Em concordância com a abordagem CTSA e o ensino de Química, Santos e Mortimer (2009) declaram que a abordagem de aspectos sociocientíficos pode ser realizada mediante a problematização, emergindo aspectos ambientais, éticos, sociais e culturais, de acordo com as ideias propostas na obra literária de Paulo Freire.

Menezes, Terán e Vogt (2018) relatam a possibilidade de utilizar outros espaços educativos fora do espaço geográfico da escola, os chamados espaços não formais de ensino, para que os estudantes tenham uma educação mais contextualizada. Estes espaços apresentam condições para promover a curiosidade dos estudantes sobre temas científicos, podendo promover debates científicos a partir da contextualização dos conteúdos estudados em sala de aula, onde pode ser desenvolvido o processo de alfabetização científica. Sendo assim, a alfabetização científica não precisa ser um processo restrito ao espaço das instituições escolares (MENEZES; TERÁN; VOGT, 2018).

Pode ser observado que na educação básica alguns desafios dificultam o progresso da alfabetização científica, dentre eles as metodologias pedagógicas com a apresentação de conteúdos desprovidos de reflexões críticas, puramente tecnicistas, assim como a presença de lacunas na formação inicial e continuada dos professores. A partir do objetivo de superar as dificuldades educacionais e para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo presentes no ensino de Ciências, a divulgação científica pode ser uma importante estratégia para a promoção da alfabetização científica (PEDROSA; COSTA, 2020).

A divulgação científica pode desenvolver o conceito das três dimensões da alfabetização científica: a aquisição de uma nomenclatura básica de conceitos científicos, a compreensão sobre a natureza do método científico, assim como a compreensão sobre os impactos da educação CTSA (PEDROSA; COSTA, 2020). No livro de divulgação científica “Barbies, bambolês e bolas de bilhar”, o autor Schwarcz (2009) escreve sobre a importância do ensino de Química para combater o analfabetismo científico: “conversas diretas sobre substâncias químicas e seu papel em nossas vidas podem captar o interesse de estudantes e relativizar as preocupações dos adultos” (SCHWARCZ, 2009, p. 17). Esta afirmação corrobora com Milaré, Richetti e Silva (2020), que declaram que um dos objetivos do ensino de Química

precisa ser a formação de pessoas críticas, que saibam avaliar informações e possam reconhecer *fake news*.

3.4 Teste de alfabetização científica básica

Durante a construção conceitual das ideias que compreendem a alfabetização científica, foram também desenvolvidas tentativas de realizar medidas desse constructo na sociedade (MILLER, 1983; VIZZOTTO; DEL PINO, 2020). Conforme Miller (1983), a partir da década de 1960 a Avaliação Nacional do Progresso Educacional (em inglês *National Assessment of Educational Progress – NAEP*) começou a coletar dados de estudantes pré-universitários norte-americanos sobre seu nível de conhecimento científico. Esses estudos foram os primeiros a quantificar a compreensão dos conceitos científicos das principais disciplinas da educação básica nos Estados Unidos (MILLER, 1983).

Uma das tentativas de efetuar a mensuração do conhecimento científico foi elaborada pelos pesquisadores sul-africanos Laugksch e Spargo (1996) a partir da criação do Teste de Alfabetização Científica Básica (em inglês *Test of Basic Scientific Literacy – TBSL*). Esse teste é formado por itens contextualizados dentro das áreas da Biologia, Física, Química e Saúde, apresentando proposições de situações cotidianas que podem estar corretas ou incorretas do ponto de vista científico, nas quais os respondentes precisam analisar cada uma delas. Para os autores, se quisermos avaliar o progresso realizado na promoção da alfabetização científica, é preciso quantificar este progresso de maneira válida e confiável. Nesta perspectiva, o TBSL foi construído fundamentado nas metas da alfabetização científica recomendadas pela *American Association for the Advancement of Science* (AAAS, do inglês Associação Americana para o Avanço da Ciência) com base nos conhecimentos, competências e atitudes que todos os estudantes devem possuir, como consequência da sua escolarização, para serem considerados cientificamente alfabetizados (LAUGKSCH; SPARGO, 1996).

O objetivo do teste de alfabetização científica básica encontra-se fundamentado nos três eixos estruturantes da alfabetização científica propostos por Miller, assim como na compreensão dos conceitos que a AAAS considera como parte integrante do processo de alfabetização científica. O TBSL é formado por um questionário com 110 questões, subdivididas de acordo com os eixos estruturantes da alfabetização científica, que procuram avaliar a base teórica, extensão e qualidade dos conhecimentos que a AAAS recomenda que todos os concluintes do ensino médio devam apresentar para serem considerados alfabetizados cientificamente. O TBSL também analisa se os egressos do ensino médio possuem crenças em

relação à natureza da ciência e à interação entre ciência, tecnologia e sociedade – crenças que a AAAS identifica como parte da alfabetização científica (LAUGKSCH; SPARGO, 1996). No Brasil este teste foi traduzido por Nascimento-Schulze em 2006, dez anos após a sua publicação original. Ele passou a ser utilizado por pesquisadores brasileiros em diferentes contextos da educação básica e do ensino superior (VIZZOTTO; DEL PINO, 2020). No Anexo 1 deste trabalho pode ser encontrada a versão em português do teste de alfabetização científica básica, juntamente com o seu respectivo gabarito.

Conforme descrito por Vizzotto e Del Pino (2020), para um respondente ser considerado alfabetizado cientificamente, este precisará ter uma quantidade mínima de acertos em cada uma das três subdivisões do TBSL, que correspondem aos três eixos estruturantes da alfabetização científica. Das 72 questões do primeiro eixo deve-se acertar no mínimo 45; para o segundo eixo, deve-se responder corretamente 13 das 22 questões; por sua vez, para o terceiro eixo, será preciso acertar pelo menos 10 das 16 questões. Desta maneira, será necessário um percentual mínimo de 60% de acertos como critério para que o respondente seja considerado alfabetizado cientificamente. O percentual mínimo foi definido com base no fato de que 60% de acertos costuma ser a nota mínima considerada para aprovação nas instituições de educação básica e superior (VIZZOTTO; DEL PINO, 2020).

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 Revisão sistemática da literatura

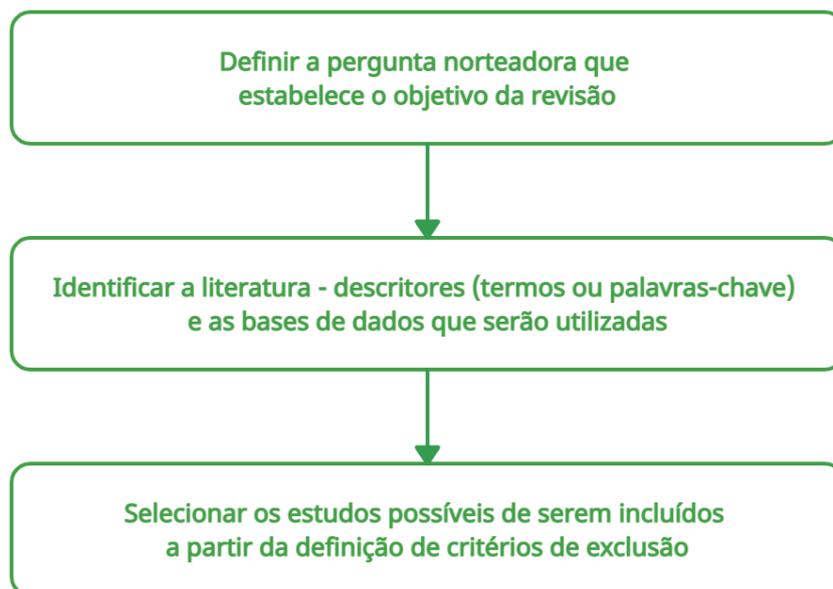
Revisão sistemática da literatura é uma forma de pesquisa teórica qualitativa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinada temática. A revisão sistemática costuma ser realizada para integrar as informações de um conjunto de estudos produzidos separadamente sobre determinado tema, que podem apresentar resultados semelhantes e/ou conflitantes, mediante a aplicação de métodos sistematizados de busca, análise crítica e síntese da informação selecionada (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

Os objetivos para a realização de uma revisão sistemática da literatura podem ser definidos pela importância da descrição do conhecimento disponível sobre uma determinada temática. Este tipo de revisão é adequado para a integração dos elementos de um conjunto de estudos realizados sobre determinada temática e também para a identificação de assuntos onde existe a necessidade de mais evidências, contribuindo para a sua investigação, fornecendo um quadro geral para o direcionamento de novas pesquisas (OKOLI, 2019).

Conforme Botelho, Cunha e Macedo (2011), a revisão sistemática da literatura é uma revisão planejada para responder a uma pergunta específica (denominada como pergunta norteadora) e que utiliza métodos explícitos e sistemáticos para selecionar e avaliar criticamente os estudos; e para coletar e analisar dados desses estudos incluídos na revisão.

Sampaio e Mancini (2007) definem três etapas iniciais para uma revisão sistemática da literatura e, através destas etapas, obter apenas publicações relevantes para o objetivo da revisão. Estas etapas se encontram esquematizadas no diagrama da Figura 3 e foram realizadas neste trabalho.

Figura 3 - Diagrama das etapas iniciais de uma revisão sistemática da literatura.



Fonte: adaptado de Sampaio e Mancini (2007).

Os descritores utilizados nas buscas eletrônicas precisam sintetizar os conceitos ou as variáveis principais investigadas no respectivo trabalho de revisão. Para selecionar os artigos para a revisão sistemática, os descritores necessitam ser sensíveis para investigar o tema, indicando um número representativo de trabalhos. Porém, não podem ser sensíveis demais, resultando em muitas publicações encontradas, dificultando de forma demasiada o trabalho de revisão (COSTA; ZOLTOWSKI, 2014).

Após a terceira etapa descrita por Sampaio e Mancini (2007), que se refere à seleção dos estudos encontrados, deve acontecer a análise detalhada das publicações selecionadas para compor o trabalho de revisão. Como consequência, torna-se necessário atribuir um olhar mais atento e cuidadoso na extração e na avaliação dos dados das publicações selecionadas (COSTA; ZOLTOWSKI, 2014).

4.2 Caminhos metodológicos da pesquisa

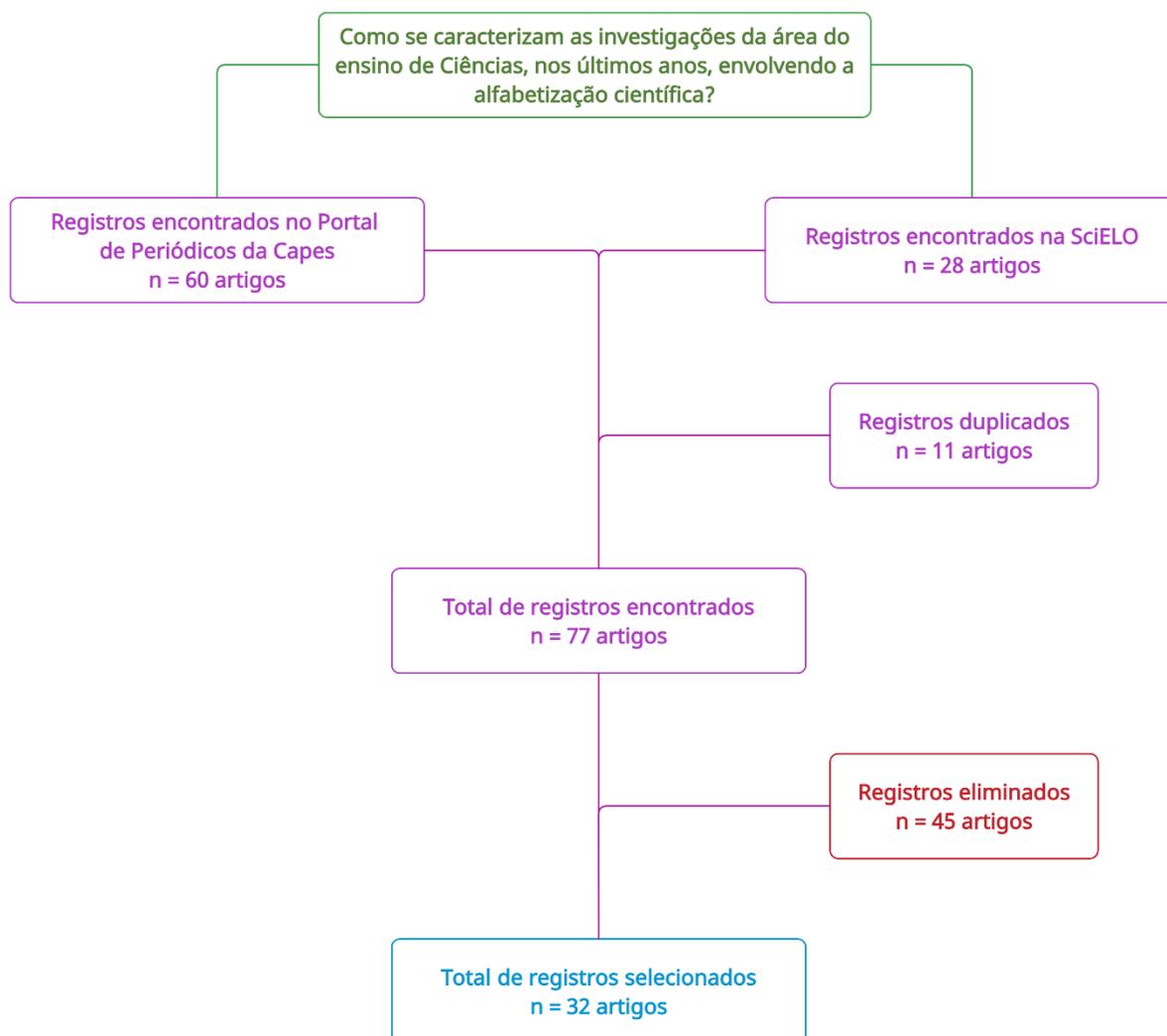
A pergunta norteadora desta pesquisa qualitativa é: “Como se caracterizam as investigações da área do ensino de Ciências, nos últimos anos, envolvendo a alfabetização científica?”. A fim de respondê-la, foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e da Scientific Electronic Library Online (SciELO), durante o mês de agosto de 2021,

utilizando o descritor “alfabetização científica”. O critério prévio para a pesquisa foi a busca por artigos que trabalhassem com alfabetização científica, com estabelecimento do limite temporal de 11 anos, compreendendo os anos de 2010 a 2020. Foram encontrados 88 artigos, sendo 60 artigos do Portal de Periódicos da Capes e os demais 28 artigos da SciELO; desses 88 artigos, 11 foram encontrados em ambas as bases de dados, de modo que o número total de artigos passou a ser igual a 77.

Após essa primeira etapa da pesquisa, foi realizada a análise prévia dos artigos encontrados por meio da leitura dos resumos das publicações, verificando se havia relevância para essa pesquisa. Nesse processo, foram eliminadas as publicações que compreendem somente a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e a Educação de Jovens e Adultos, assim como os artigos que envolvem apenas as áreas de Biologia ou Física. A partir dessa análise prévia, foram selecionados para a escrita desse trabalho 20 artigos do Portal de Periódicos da Capes e 12 artigos da SciELO, totalizando 32 artigos para a escrita do trabalho de revisão da literatura.

Todas as etapas envolvidas na seleção dos artigos selecionados neste trabalho encontram-se demonstradas no diagrama da Figura 4.

Figura 4 - Diagrama das etapas de seleção dos artigos.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O Quadro 1 descreve os principais dados sobre os 32 artigos selecionados para a escrita deste trabalho de revisão da literatura. Posteriormente, foi estabelecido um perfil qualitativo destas publicações e realizada uma classificação dos artigos em quatro diferentes temáticas para debater sobre suas principais características.

Quadro 1 - Artigos selecionados para a escrita do trabalho.

| Base de dados | | Título | Revista | Autores | Ano |
|-------------------------------|----|--|--|---|------|
| Portal de Periódicos da Capes | 1 | Alfabetização e letramento científico: dimensões da educação científica | Research, Society and Development | RUPPENTHAL, R.; COUTINHO, C.; MARZARI, M. R. B. | 2020 |
| | 2 | As pesquisas sobre educação, ciência, tecnologia e sociedade/ambiente e alfabetização científica e tecnológica socializadas no ENPEC (2011-2017) | Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas | GARCIA, B.; OLIVEIRA, A. P. de; LORENZETTI, L.; ZANLORENZI, M. A. | 2020 |
| | 3 | Monitoramento do metal cromo total na bacia dos rios garças e araguaia na área urbana de barra do garças/MT: a importância do contexto no processo de alfabetização científica | Revista Prática Docente | MUELLER, E. R.; OLIVEIRA, K. de; SANTOS, W. B. dos | 2020 |
| | 4 | O conceito de alfabetização científica e a possibilidade de interações entre cinco competências gerais da Base Nacional Comum Curricular - BNCC | Research, Society and Development | REIS, G. de A.; CAVALCANTE, L. V. da S.; OLIVEIRA, E. C. | 2020 |
| | 5 | Um levantamento bibliográfico sobre alfabetização científica a partir do google acadêmico | Revista Prática Docente | SANTOS, S. B. dos; SOUSA, E. S. de; CORDEIRO, R. S.; MARTINS, J. da S. C. | 2019 |
| | 6 | Interface tecnologias digitais no ensino de química e alfabetização científica: o que relatam os artigos científicos? | Revista Prática Docente | SANT'ANA, C. de F.; CASTRO, D. L. de | 2019 |
| | 7 | Teatro, experimentação e divulgação científica na Educação Básica: uma tríade possível para a alfabetização científica | REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática | REIS, N. A. dos; MOREIRA, L. M.; SILVA, E. L. da | 2019 |
| | 8 | Aspectos sociocientíficos e a questão ambiental: uma dimensão da alfabetização científica na formação de professores de química | REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática | LEITE, R. F.; RODRIGUES, M. A. | 2018 |
| | 9 | Revisão acerca dos temas alfabetização científica e ensino por investigação | EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação | SANTOS, W. J. dos; SILVA, I. P. da. | 2018 |
| | 10 | Teste de alfabetização científica básica: processo de redução e validação do instrumento na língua portuguesa | Revista Prática Docente | VIZZOTTO, P. A.; MACKEDANZ, L. F. | 2018 |
| | 11 | A escola enquanto ambiente de formação cidadã: uma abordagem a partir da alfabetização científica e tecnológica | Research, Society and Development | PISSAIA, L. F.; OLIVEIRA, E. C.; DEL PINO, J. C. | 2017 |
| | 12 | Indicadores de alfabetização científica: um estudo em espaços não formais da cidade de Toledo, PR | ACTIO: Docência em Ciências | FERREIRA, M.; ALVES, G. L.; CUNHA, M. B. da; LEITE, R. F. | 2017 |

| Base de dados | | Título | Revista | Autores | Ano |
|-------------------------------|----|--|--|---|------|
| Portal de Periódicos da Capes | 13 | O enfoque ciência, tecnologia e sociedade como promoção da alfabetização científica e tecnológica em museus de ciências | ACTIO: Docência em Ciências | PALMIERI, L. J.; SILVA, C. S. da; LORENZETTI, L. | 2017 |
| | 14 | Parâmetros de alfabetização científica e alfabetização tecnológica na educação em química: analisando a temática ácidos e bases | ACTIO: Docência em Ciências | LORENZETTI, L.; SIEMSEN, G. H.; OLIVEIRA, S. de | 2017 |
| | 15 | Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola | Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências | SASSERON, L. H. | 2015 |
| | 16 | Alfabetização científica: concepções de educadores | Revista Contexto & Educação | ARAÚJO, I. dos S. C.; CHESINI, T. S.; FILHO, J. B. da R. | 2014 |
| | 17 | Alfabetização científica: a evolução ao longo da formação de licenciandos ingressantes, concluintes e de professores de química | Revista Momento – Diálogos em Educação | CAMARGO, A. N. B. de; PILAR, F. D.; RIBEIRO, M. E. M.; FANTINEL, M.; RAMOS, M. G. | 2011 |
| | 18 | A alfabetização científica e tecnológica e a educação para a saúde em ambiente não escolar | Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia | MELLO, L. S. G. de; GUAZZELLI, I. R. B. | 2011 |
| | 19 | Contextualização do ensino de química pela problematização e alfabetização científica e tecnológica: uma possibilidade para a formação continuada de professores | Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências | AIRES, J. A.; LAMBACH, M. | 2010 |
| | 20 | Desafios para implementar a alfabetização científica numa comunidade de artesãos de filé | Holos | MELLO, L. S. G. de; GUAZZELLI, I. R. B. | 2010 |
| SciELO | 21 | Alfabetização científica <i>versus</i> letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? | Revista Brasileira de Educação | BERTOLDI, A. | 2020 |
| | 22 | Impactos de um processo formativo na alfabetização científica e tecnológica de licenciandos em química | <i>Educación Química</i> | FIRME, R. do N.; MIRANDA, R. D. | 2020 |
| | 23 | O uso do teste de alfabetização científica básica no Brasil: uma revisão da literatura | Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências | VIZZOTTO, P. A.; DEL PINO, J. C. | 2020 |
| | 24 | Solução mineral milagrosa: um tema para o ensino de química na perspectiva da alfabetização científica e tecnológica | Revista Ciência & Educação | MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; SILVA, L. A. R. da | 2020 |

| Base de dados | | Título | Revista | Autores | Ano |
|---------------|----|--|--|--|------|
| SciELO | 25 | Alfabetização científica na formação em ciências da natureza | InterCambios | COUTINHO, C.; RUPPENTHAL, R.; OSÓRIO, T. da R. | 2019 |
| | 26 | Ensino em ciências e educação para o patrimônio: uma fusão metodológica para o ensino de química, a preservação patrimonial e a alfabetização científica | Revista Ciência & Educação | PUGLIERI, T. S.; RIBEIRO, D. L.; SOUZA, D. M. V. de; GASTAUD, C.; YAMASAKI, A.; SCHNEID, P. S. | 2019 |
| | 27 | Caracterizando os itens de química do novo ENEM na perspectiva da alfabetização científica | Revista Ciência & Educação | PEREIRA, R. E. de S.; MOREIRA, L. M. | 2018 |
| | 28 | O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química | Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências | SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. | 2018 |
| | 29 | O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências | Revista Ciência & Educação | CUNHA, R. B. | 2018 |
| | 30 | Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de <i>scientific literacy</i> | Revista Brasileira de Educação | CUNHA, R. B. | 2017 |
| | 31 | Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente | Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências | MIRANDA, M. de S.; SUAR, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. | 2015 |
| | 32 | Alfabetização científica e educação inclusiva no discurso de professores formadores de professores de ciências | Revista Ciência & Educação | RIBEIRO, E. B. V.; BENITE, A. M. C. | 2013 |

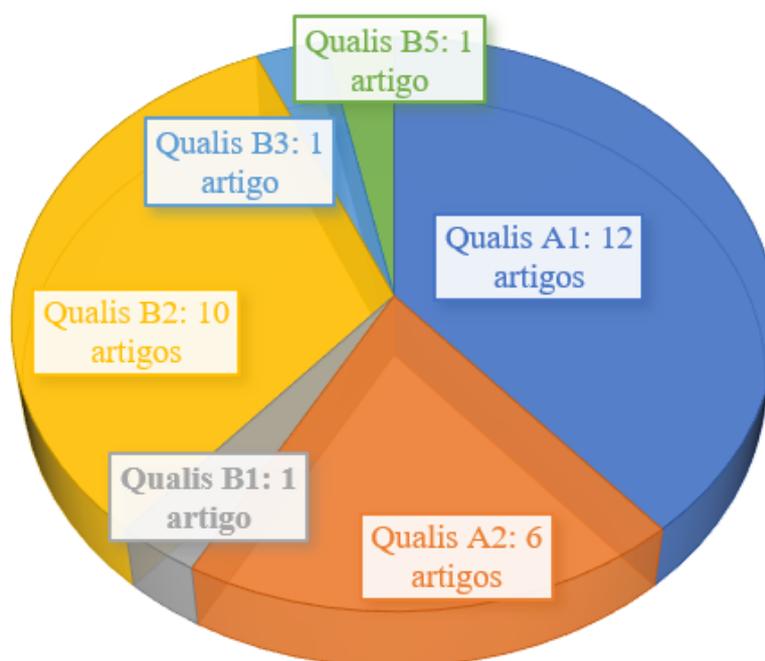
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das publicações, instituições e dos pesquisadores

As publicações selecionadas para este trabalho de revisão sistemática da literatura são de relevância para a área do ensino de Ciências e de Química porque contribuem para a compreensão de como a Educação Básica pode promover a alfabetização científica. Das 32 publicações selecionadas, considerando o Qualis da área do ensino do quadriênio 2013-2016 da Plataforma Sucupira da Capes, os artigos podem ser classificados em seus respectivos Qualis de acordo com a Figura 5. Na Plataforma Sucupira não foi possível encontrar o Qualis de uma publicação selecionada neste trabalho; por isso, o número total de artigos contabilizados na Figura 5 resulta em 31.

Figura 5 – Classificação dos artigos selecionados conforme seus Qualis da área do ensino.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O Qualis é um sistema brasileiro utilizado pela Capes para analisar os periódicos científicos segundo critérios editoriais previamente estabelecidos e, como consequência, classificar a produção intelectual dos pesquisadores brasileiros vinculados aos Programas de Pós-Graduação (PPGs). Existe a demanda nos PPGs para que os seus pesquisadores submetam suas pesquisas a determinados periódicos em detrimento de outros, conforme o Qualis dos

respectivos periódicos, e isto encontra-se diretamente relacionado à ideia de prestígio da ciência e ao processo de comunicação científica (BOAS; CAMPOS; AMARO, 2021).

Em sua totalidade, as publicações selecionadas são formadas por 70 autores diferentes. Somente o pesquisador Leonir Lorenzetti, doutor em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina e professor da Universidade Federal do Paraná, está presente na autoria de três artigos; enquanto 12 pesquisadores são responsáveis, respectivamente, pela autoria de duas diferentes publicações. Sendo assim, 57 pesquisadores encontram-se na lista de autores de somente uma publicação.

Dos 12 autores com publicação de dois artigos diferentes, seis autores são professores de universidades federais, quatro autores são professores de universidades estaduais e os demais autores são professores de universidades particulares. As respectivas instituições de ensino, nas quais estes 12 pesquisadores trabalham, podem ser encontradas no Quadro 2.

Quadro 2 – Listagem das instituições de ensino dos autores com duas publicações.

| Pesquisador(a) da área do ensino de Ciências | Instituição de ensino |
|---|---|
| Cadidja Coutinho | Universidade Federal de Santa Maria |
| Eniz Conceição Oliveira | Universidade do Vale do Taquari |
| Iara Regina Bocchese Guazelli | Universidade Cruzeiro do Sul |
| José Claudio Del Pino | Universidade Federal do Rio Grande do Sul (servidor aposentado) |
| Leonardo Maciel Moreira | Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| Leonides Silva Gomes Mello | Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas |
| Maria Eunice Ribeiro Marcondes | Universidade de São Paulo |
| Patrick Alves Vizzotto | Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará |
| Raquel Ruppenthal | Universidade Federal do Pampa |
| Rita de Cássia Suart | Universidade Federal de Lavras |
| Rodrigo Bastos Cunha | Universidade Estadual de Campinas |
| Rosana Franzen Leite | Universidade Estadual do Oeste do Paraná |

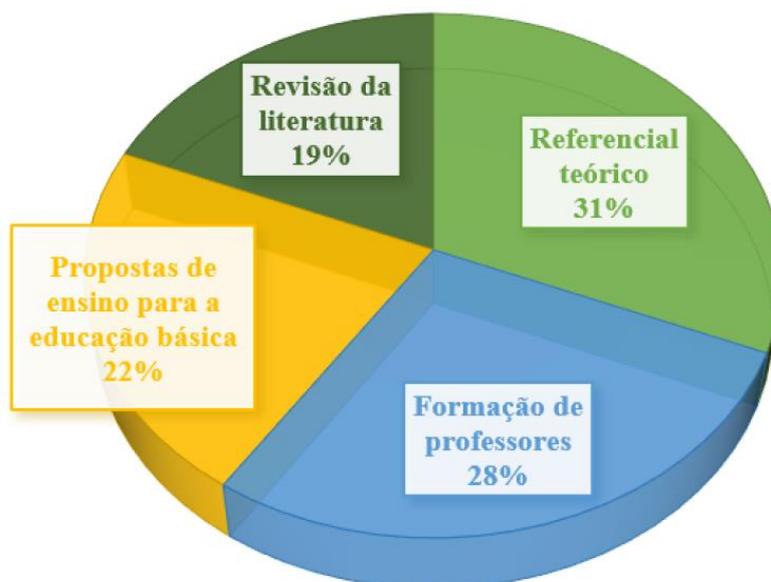
Fonte: dados da pesquisa (2022).

5.2 Temática das publicações selecionadas

A partir da leitura das publicações selecionadas para realização deste trabalho de revisão da literatura, os artigos foram classificados em quatro diferentes escopos/temáticas: a) referencial teórico; b) formação de professores; c) propostas de ensino para a educação básica; e d) revisão da literatura. Os critérios utilizados para classificação de uma publicação em uma destas quatro temáticas foram os seus elementos textuais, como os objetivos do artigo e o que era discutido ao decorrer do texto. Este trabalho se propôs a debater, em um subcapítulo específico para cada temática, os principais elementos apresentados nas publicações

selecionadas. Na Figura 6 podem ser encontrados os percentuais de publicações referentes a cada uma das temáticas em que os artigos foram classificados.

Figura 6 – Classificação dos artigos selecionados conforme suas respectivas temáticas.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

5.2.1 Referencial teórico

Dos 32 artigos selecionados para a escrita deste trabalho, dez compreendem a temática referencial teórico. Estes artigos foram classificados nesta temática porque trabalham com conceitos teóricos sobre a alfabetização científica e suas diferenças conceituais, como a divergência existente entre os termos alfabetização e letramento científico. Sendo também trabalhada as relações existentes entre a alfabetização científica e o ensino de Ciências, assim como a importância deste ensino para promoção da alfabetização científica.

Conforme Sasseron (2015), a alfabetização científica tem se configurado no objetivo principal do ensino de Ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes científicos e os condicionantes que afetam a construção destes conhecimentos a partir de uma visão histórica e cultural. Neste contexto educacional, a alfabetização científica pode ser compreendida como a capacidade construída para a análise de situações que permitam a tomada de decisões e posicionamentos que evidenciam as relações entre a ciência e a sociedade (SASSERON, 2015).

Lorenzetti e Delizoicov (2001) afirmam que o objetivo da alfabetização científica não deve ser de formar futuros cientistas, ainda que para isso possa contribuir. A sua finalidade

precisa ser que os assuntos científicos sejam cuidadosamente apresentados e debatidos, compreendendo seus significados e aplicados para o entendimento do mundo. Nesta perspectiva, Cunha (2018) declara a relevância da seguinte questão, tanto para pesquisadores da área do ensino de Ciências como para profissionais que atuam em políticas públicas na área educacional: “qual conteúdo deve ser selecionado para que a educação básica não seja voltada apenas para futuros cientistas, mas para cidadãos que possam escolher qualquer campo de atuação?” (CUNHA, 2018, p. 33).

Sobre a função social da escola no processo de alfabetização científica, os autores Pissaia, Oliveira e Del Pino (2017) afirmam que a escola precisa exercer uma função social enquanto espaço de construção do conhecimento onde a alfabetização científica aconteça em sua plenitude a partir do exercício da reflexão e contextualização dos conteúdos. Isto corrobora com a afirmação de Freire (1967) de que a alfabetização deve ser mais que o simples domínio psicológico e mecânico das técnicas ler e escrever, pois a alfabetização deve estar baseada no domínio destas técnicas em termos conscientes.

A promoção da alfabetização científica dos estudantes deve começar ainda na formação das matrizes curriculares dos cursos (PISSAIA; OLIVEIRA; DEL PINO, 2017). Nesta perspectiva, Reis, Cavalcante e Oliveira (2020) afirmam que a alfabetização científica pode estar estritamente relacionada com o ensino nas escolas da educação básica, pois existem possibilidades para que seja discutida e trabalhada nos currículos escolares. Conforme Chassot (2018), as disciplinas precisam compreender as diferentes realidades culturais e geográficas dos estudantes. Sendo assim, o entendimento sobre ciência se torna subjetivo à medida em que os estudantes a compreendem, tornando a construção do conhecimento científico um processo único para cada pessoa (CHASSOT, 2018).

Reis, Cavalcante e Oliveira (2020) afirmam que o conhecimento não deve permanecer engavetado na mente do estudante. Se a pessoa sabe um determinado conteúdo, ela conseguirá utilizar este conhecimento para interagir e colaborar nas transformações sociais. A aquisição de conhecimentos científicos pode contribuir para a melhoria da sociedade em que o estudante está inserido. E a aplicação dos conhecimentos científicos na vida cotidiana pode ser compreendida como uma evidência da presença da alfabetização científica (REIS; CAVALCANTE; OLIVEIRA, 2020).

Os autores Pereira e Moreira (2018) descrevem os três eixos estruturantes da alfabetização científica construídos por Miller (1983) e descritos posteriormente no trabalho de revisão bibliográfica realizado por Sasseron e Carvalho (2011). A publicação selecionada destes autores procurou compreender se as ferramentas comumente utilizadas para avaliar a

aprendizagem em Ciências na Educação Básica possibilitam conhecer em que medida os estudantes foram alfabetizados cientificamente. Para isto foram analisadas as questões de Química do caderno 1 (azul) do ENEM (sigla para Exame Nacional do Ensino Médio) do período de 2009 a 2015. Os resultados obtidos com a pesquisa demonstram que existe uma divergência entre a matriz de referência do ENEM, que contemplam os eixos estruturantes da alfabetização científica, em relação aos itens de Química avaliados no exame (PEREIRA; MOREIRA, 2018).

5.2.2 Formação de professores

Dos 32 artigos selecionados para a escrita deste trabalho, nove compreendem a temática de formação de professores. Entre estas nove publicações selecionadas, sete correspondem a formação inicial de professores, enquanto as outras duas se referem a formação continuada docente. Destas nove publicações, somente uma trabalha com educação inclusiva (RIBEIRO; BENITE, 2013) e descreve a necessidade de preparar os professores durante a sua formação inicial para promover a alfabetização científica no contexto da educação inclusiva. Esta publicação foi escrita pelas pesquisadoras Eveline Borges Vilela Ribeiro e Anna Maria Canavarro Benite, professoras da Universidade Federal de Goiás. De acordo com estas pesquisadoras, a complexidade de ensinar Ciências em salas de aulas inclusivas é evidenciada pela falta de preparo dos professores e das escolas em transpor a linguagem científica para as pessoas com diferentes necessidades de aprendizagem.

A publicação das autoras Ribeiro e Benite (2013) teve como objetivo analisar compreensões sobre alfabetização científica e temáticas de educação inclusiva nos discursos de professores formadores de Ciências e Matemática em uma Instituição de Ensino Superior do estado de Goiás. Para alcançar este objetivo, foram realizadas entrevistas com professores da Instituição que se disponibilizaram a participar. Não foi realizada uma pergunta sobre o que estes professores compreendiam sobre o conceito de alfabetização científica, mas sobre a importância de uma pessoa entender coisas básicas a respeito da ciência para sua utilização no cotidiano. Os professores participantes, de maneira geral, se expressaram favorável à ideia de que o exercício efetivo da cidadania somente pode ser realizado mediante a aquisição de conhecimentos científicos. Para isto, ações e estruturas adaptativas são requeridas na educação inclusiva, pois a inclusão das pessoas não consiste apenas em sua matrícula na escola, mas, sim, no oferecimento de todas as condições para que elas se mantenham durante todo o processo educativo e possam aprender (RIBEIRO; BENITE, 2013).

A publicação dos autores Aires e Lambach (2010) descrevem os resultados obtidos em uma pesquisa sobre as possibilidades de aproximação entre a formação continuada de professores de Química da Educação Básica e os princípios da alfabetização científica, assim como dos fundamentos pedagógicos de Paulo Freire. Esta pesquisa foi realizada em um curso de formação continuada de professores da rede pública estadual do Paraná e como resultado foi possível afirmar que os professores têm dificuldade em compreender e, sobretudo, aplicar os princípios da alfabetização científica, da contextualização e da proposta freireana. Foi possível também identificar que os professores apresentam dificuldade para a utilização das TIC (sigla para Tecnologias de Informação e Comunicação) no ensino de Química.

Conforme Aires e Lambach (2010), a base teórica do curso de formação continuada foi fundamentada na alfabetização científica e na contextualização de acordo com a perspectiva freireana; enquanto a base operacional foi alicerçada na utilização das TIC. A justificativa da escolha da base teórica sobre alfabetização científica e contextualização, a partir do referencial freireano, está baseada na necessidade de uma formação na educação básica que supere a perspectiva da memorização dos conteúdos, para uma decodificação destes. De acordo com a compreensão freireana, a perspectiva de decodificação dos conteúdos precisa superar a educação bancária, no sentido de uma educação que possibilite a formação cidadã, viabilizada pela valorização das relações entre os conteúdos e o contexto socioeconômico e cultural em que os estudantes fazem parte (AIRES; LAMBACH, 2010).

De acordo com a perspectiva freireana, para que a alfabetização aconteça, será preciso que o estudante seja exposto a um problema resultante do seu contexto social. Esta é uma das razões para que, na área do ensino de Ciências, tem sido adotado o referencial freireano na compreensão das temáticas de alfabetização científica, de contextualização e problematização de um determinado conteúdo. Contudo, Paulo Freire em sua obra literária não utilizou o termo contextualização, mas argumentou que será a partir da situação existencial e concreta do estudante que deve ser organizado o conteúdo a ser ensinado em sala de aula. Como consequência, na compreensão freireana, contextualizar seria partir da situação existencial concreta dos sujeitos, a qual depende da investigação e reflexão da realidade em que estão inseridos (AIRES; LAMBACH, 2010).

As autoras Miranda, Suar e Marcondes (2015) relatam a análise dos níveis investigativos de uma sequência didática de Química e dos indicadores de alfabetização científica proporcionados por esta sequência em estudantes do Ensino Médio. O artigo foi classificado na temática formação de professores porque busca compreender as possíveis contribuições das ações desenvolvidas para a formação inicial da licencianda participante.

Como resultado deste artigo, foi relatado que a conduta do professor é essencial para o desenvolvimento de habilidades por parte dos estudantes e, por mais que a licencianda tentasse ter uma postura de professora mediadora do conhecimento, em alguns momentos ela sentiu-se com dificuldades para isso. Como consequência, a publicação evidencia a necessidade de mudanças nos cursos de formação inicial de professores, de maneira a permitir que os futuros professores tenham a oportunidade de elaborar, ministrar e avaliar propostas didáticas, relacionando os aspectos teóricos e práticos estudados durante a sua graduação, para realização de um ensino investigativo que promova a alfabetização científica na Educação Básica (MIRANDA; SUAR; MARCONDES, 2015).

A publicação das autoras Miranda, Suar e Marcondes (2015), corroboram com a obra literária de Chassot (2018) afirmando que alfabetizar cientificamente vai muito além de simplesmente compreender os conhecimentos do cotidiano. É preciso sistematizar o pensamento de maneira lógica e construir um conhecimento crítico do mundo que nos cerca. Nesta perspectiva, as autoras afirmam que o ensino por investigação pode contribuir para a promoção da alfabetização científica, pois busca colocar o estudante frente a problemas a serem resolvidos. Estas autoras convergem também com a obra literária de Sasseron e Carvalho, afirmando que as atividades investigativas precisam direcionar os estudantes a relatar, explicar, elaborar hipóteses, analisar os dados fornecidos, assim como estimular a sua curiosidade científica. E quando essas habilidades são desenvolvidas e alcançadas, a alfabetização científica pode ser promovida em sala de aula (MIRANDA; SUAR; MARCONDES, 2015).

Os autores Camargo *et al.* (2011) afirmam que muitas pessoas não conseguem usar adequadamente a leitura e a escrita para lidar com às demandas sociais e utilizar suas habilidades para continuar a aprender e se desenvolver ao decorrer da vida. De acordo com Araujo, Chesini e Filho (2014) o ensino de Ciências deve acontecer de tal maneira que este consiga servir ao propósito de alcançar a justiça social. Isso inclui estabelecer uma educação científica que coloque as pessoas em contato também com os possíveis malefícios decorrentes da exploração e destruição do meio ambiente.

Os avanços científicos e tecnológicos têm transformado significativamente a sociedade contemporânea. Porém, a presença da tecnologia no cotidiano não aproxima necessariamente as pessoas do conhecimento científico. A partir da falta de compreensão dos conhecimentos científicos, as pessoas tendem a ser simples usuárias da tecnologia por não conseguirem avaliar as consequências da aplicação desses conhecimentos. Considerando este cenário de mudanças socioculturais, existe a necessidade de adaptação dos currículos da formação docente, inicial e continuada, para preparar os professores para as demandas sociais, como a utilização das

tecnologias de informação e comunicação e a interdisciplinaridade (ARAÚJO; CHESINI; FILHO, 2014). De acordo com Sasseron (2008), os professores precisam ser formados para despertar curiosidade e questionamentos nos estudantes, levando-os à investigação e à elaboração de conclusões próprias, interpretações das notícias científicas e compreensão das maneiras como a pesquisa científica ocorre e interfere na sociedade.

Conforme Araujo, Chesini e Filho (2014), a escola pode ser um espaço propício para o desenvolvimento da educação científica a partir do reconhecimento docente da importância dessa tarefa. Nesta perspectiva, Leite e Rodrigues (2018) afirmam que a compreensão dos aspectos sociocientíficos pelo professor de Química é de extrema relevância, tendo em vista que deve ser trabalhado em sala de aula conhecimentos com temáticas sociais e culturais, além da científica. Assim, a educação básica irá contribuir para o crescimento pessoal e social dos estudantes, tornando-os capazes de atuar em sociedade de forma consciente (LEITE; RODRIGUES, 2018).

5.2.3 Propostas de ensino para a Educação Básica

Do total de 32 artigos selecionados para a escrita deste trabalho, sete apresentam propostas de ensino para a Educação Básica. Destas propostas de ensino, três aconteceram somente em ambiente escolar, sendo uma referente a aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica proposto pelos pesquisadores Laugksch e Spargo (1996). Em contrapartida quatro publicações têm suas propostas realizadas em espaços não formais de ensino, sendo que duas propostas são concomitantes ao ambiente escolar. E, por sua vez, as outras duas publicações compõem a mesma pesquisa etnográfica³ realizada em um bairro do município de Alagoas pelas pesquisadoras Leonides Mello, professora da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, e pela Iara Guazzelli, professora da Universidade Cruzeiro do Sul.

Conforme as autoras Mello e Guazzelli (2010), a alfabetização científica pode proporcionar a compreensão das relações existentes entre os saberes populares, os saberes científicos e o desenvolvimento tecnológico. A conscientização da sociedade através da alfabetização científica pode contribuir para a redução da discriminação, da exclusão e da violência. Estas autoras realizaram no ano de 2009 uma pesquisa etnográfica para conhecer o cotidiano de pescadores e de artesãs de filé⁴ de um bairro do município de Maceió para realizar o planejamento de um programa de alfabetização científica que valorizasse o saber popular

³ Pesquisa etnográfica consiste na obtenção de dados descritivos através do contato direto do pesquisador com a situação estudada. Este tipo de pesquisa enfatiza mais o processo do que o produto e sua maior preocupação é retratar a perspectiva dos participantes (LUDKE; ANDRÉ, 2013).

⁴ Artesãs de filé correspondem as mulheres que tecem, bordam, costuram e engomam o artesanato de filé que consiste em uma rede de nó tecida a mão, semelhante às redes de pescar.

criado e (re)criado naquela comunidade. Verificaram que a alfabetização científica é importante para o exercício da cidadania para os moradores daquela comunidade porque possibilitará que estas pessoas possam: a) se organizar para trabalhar utilizando material ecologicamente correto; b) desenvolver parcerias para a recuperação e preservação da lagoa que margeia suas moradias; c) compreender o funcionamento do corpo humano evitando dores e problemas ergonômicos decorrentes da tecedura; e d) ter o discernimento necessário para tomar decisões em situações que envolvam as relações de poder ali existentes. Esta pesquisa corrobora com a importância de processos de formação fora do espaço escolar e, como consequência, com a dimensão social indissociável da alfabetização científica (MELLO; GUAZZELLI, 2010).

As autoras Mello e Guazzelli (2011) descreveram sua pesquisa etnográfica em uma segunda publicação onde relataram que o objetivo da pesquisa era planejar e implementar um programa de alfabetização científica voltado às artesãs de um bairro de Maceió, e posteriormente se estendendo também aos pescadores da região, sendo um dos itens prioritários desse programa a educação para a saúde voltada para a comunidade. Os autores constataram o grande potencial da alfabetização científica para promover a educação e saúde daquela comunidade. Mello e Guazzelli (2010; 2011) utilizam a descrição de alfabetização científica proposta por Chassot (2018) em que a AC é um conjunto de conhecimentos que não apenas ajuda os seres humanos a fazer uma leitura do mundo onde vivem, mas também compreenderem a necessidade de transformá-lo em uma sociedade melhor, preocupada com a qualidade de vida da sua população.

Conforme Mello e Guazzelli (2011), a educação CTSA tem como objetivo maior apresentar um ensino de Ciências voltado à formação científica e tecnológica para que as pessoas sejam capazes de tomar decisões responsáveis, baseadas na ciência e tecnologia, considerando as dimensões éticas e culturais. Cada vez mais se torna mais necessário oportunizar para a sociedade acesso às informações científicas e tecnológicas, pois este conhecimento pode contribuir para a melhoria da saúde e da qualidade de vida da sociedade. Como consequência, pode-se afirmar que a alfabetização científica, numa perspectiva CTSA, busca realizar uma educação voltada ao cotidiano das pessoas de forma interdisciplinar e tematizada, como defendia Paulo Freire que na sua obra literária afirma que os professores não podem trabalhar conteúdos descontextualizados e fora da realidade dos estudantes (MELLO; GUAZZELLI, 2011).

Os autores Reis, Moreira e Silva (2019) descrevem a realização de uma atividade teatral, na modalidade teatro de fantoches, como promotora da alfabetização científica. Os

autores afirmam que o teatro pode ser uma alternativa para o desenvolvimento da alfabetização científica; sendo que o teatro pode trabalhar com os aspectos conceituais da ciência, assim como também pode debater sobre suas relações sociais, culturais e éticas. Nesta perspectiva, o teatro pode ser uma importante ferramenta para a popularização da ciência, objetivando à alfabetização científica (REIS; MOREIRA; SILVA, 2019).

Os autores Mueller, Oliveira e Santos (2020), descreveram um projeto realizado na Universidade Federal de Mato Grosso que teve como objetivo ensinar Química a partir de um problema real e local, demonstrando ao decorrer do processo educativo a importância do conhecimento químico na compreensão das ações antrópicas no meio ambiente. A problematização escolhida foi a determinação do cromo, metal altamente tóxico, utilizando a técnica de espectrometria de absorção atômica. A (provável) presença de metais pesados tóxicos nas águas de dois rios que abastecem as estações de tratamento da região estudada se constitui como um problema social e a partir da identificação do metal cromo poderia ser compreendida a importância da alfabetização científica. Conforme os autores, o sentido da alfabetização científica realizada nesta proposta de ensino está baseado no fato de que à medida que as coletas e análises foram requisitando leituras e interpretações por parte do estudante, este adquiriu condições de explicar o fenômeno de contaminação das águas dos rios (MUELLER; OLIVEIRA; SANTOS, 2020).

5.2.4 Revisão da literatura

Do total de 32 artigos que compõem este trabalho de revisão, seis compreendem a temática de revisão da literatura. Estes seis artigos de revisão da literatura convergem em seus referenciais teóricos porque somente um artigo não fundamenta a sua escrita nos pesquisadores Leonir Lorenzetti e Lucia Helena Sasseron. Por sua vez, o pesquisador Demétrio Delizoicov, doutor em Educação pela Universidade de São Paulo e professor da Universidade Federal de Santa Catarina, encontra-se presente como referência nas seis publicações de revisão da literatura.

Os autores Sant'ana e Castro (2019) realizaram uma pesquisa bibliográfica com a finalidade de compreender os relatos de experiências existentes em artigos científicos sobre a utilização de tecnologias digitais que contribuíram para o ensino de Química. Para esta pesquisa foi realizada uma busca na base de dados do Portal de Periódicos da Capes com o limite temporal de 2011 a 2018. Observou-se que os autores dos artigos analisados contextualizaram

os conteúdos de Química com diferentes temas sociais. Entretanto, as tecnologias digitais utilizadas ainda eram pouco diversificadas.

Na publicação de Sant'ana e Castro (2019), os autores convergem com a compreensão de Chassot sobre a importância de os estudantes adquirirem leitura crítica do mundo e serem agentes transformadores de mudanças sociais a partir da contextualização de conteúdos curriculares e temas sociais de seu cotidiano. Sant'ana e Castro (2019) citam os autores Chassot e Freire afirmando que existe a responsabilidade do professor auxiliar na mudança dos educandos para cidadãos mais críticos a partir de reflexões promovidas nas aulas por temas sociocientíficos. Incorpora-se nesta perspectiva o entendimento sobre como está acontecendo esta (trans)formação crítica social no ensino médio, uma vez que os estudantes costumam apresentar dificuldades com a disciplina de Química, considerando esta de difícil compreensão e abstrata (SANT'ANA; CASTRO, 2019).

Na publicação de Palmieri, Silva e Lorenzetti (2017), os autores realizaram uma pesquisa documental com o objetivo de identificar as ações educativas realizadas em museus de Ciências com elementos do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) para a promoção da alfabetização científica. Os trabalhos analisados apontam para a importância de o ensino de Ciências utilizar o enfoque CTSA para atingir uma efetividade na alfabetização científica e a necessidade de estreitar relações entre museu e escola. Conforme os autores, a escola não tem condições de proporcionar aos estudantes todas as informações científicas necessárias para a compreensão do mundo atual e os museus de Ciências podem contribuir para a formação crítica dos cidadãos com relação as questões sobre ciência e tecnologia (PALMIERI; SILVA; LORENZETTI, 2017). Os mesmos autores declaram que os pesquisadores da área do ensino de Ciências afirmam sobre a necessidade de um olhar diferenciado ao ensino fundamentado pela criticidade e desenvolvimento constante exigido pela sociedade contemporânea marcada pelo avanço científico e tecnológico. Considerando este contexto de ensino, “a partir do final do século XX, os museus de ciências deixam de ser apenas um local de lazer, tornando-se um espaço educativo privilegiado pelos educadores, onde permite a vivência de situações de aprendizagem livres de formalidades” (PALMIERI; SILVA; LORENZETTI, 2017, p. 22). Sendo assim, os museus de Ciências são capazes de reconfigurar a ciência e a tecnologia na população em geral e, principalmente, nos estudantes da educação básica a partir da integração de questões ambientais, éticas e políticas da produção científica (PALMIERI; SILVA; LORENZETTI, 2017).

Na publicação dos autores Santos *et al.* (2019) foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de elaborar um perfil histórico bibliométrico da produção científica acadêmica

sobre a alfabetização científica disponível no *Google Acadêmico*. Esta pesquisa foi feita exclusivamente na base de dados do *Google Acadêmico*, utilizando o descritor “alfabetização científica” e a aplicação dos filtros de pesquisa: *allintitle* (o descritor precisa ser encontrado no título da publicação), não inclusão de citações e publicação até o ano de 2017. Os autores afirmam que existe um pequeno grupo de pesquisadores com tradição de publicação na área, considerando a significativa quantidade de autores associados a apenas um único artigo.

Entre as publicações analisadas por Santos *et al.* (2019), os três autores com maior número de publicação foram: Lucia Helena Sasseron, Leonir Lorenzetti e Augusto Fachin Terán. Com base nesta pesquisa, foi identificada que a publicação mais antiga com a expressão alfabetização científica no título foi o artigo do pesquisador Gilberto Lacerda de 1997, intitulado “Alfabetização científica e formação profissional”, sendo seu objetivo descrever a alfabetização científica no contexto do ensino profissionalizante. Esta publicação de 1997 corrobora com a literatura que indica a década de 1990 como o período que, no Brasil, emergem os debates sobre o conceito de alfabetização científica (SANTOS; *et al.*, 2019).

5.3 Referenciais teóricos da alfabetização científica

A partir da análise das publicações selecionadas para este trabalho, foi possível identificar os seguintes autores com o maior número de citações: Lucia Helena Sasseron com citações em 22 artigos; Attico Chassot em 20 artigos; Demétrio Delizoicov em 15 artigos; Paulo Freire em 11 artigos; e Leonir Lorenzetti em 10 artigos. Esses dados demonstram a importância dos trabalhos realizados por esses pesquisadores para a área do ensino de Ciências. Pode também ser constatada a importância das instituições públicas para as pesquisas realizadas com a temática de alfabetização científica, conforme descrito no Quadro 3.

Quadro 3 – Listagem das universidades públicas dos principais pesquisadores da temática de alfabetização científica.

| Pesquisador(a) da área do ensino de Ciências | Universidade pública |
|---|---|
| Attico Chassot | Universidade Federal do Rio Grande do Sul (servidor aposentado) |
| Demétrio Delizoicov | Universidade Federal de Santa Catarina |
| Leonir Lorenzetti | Universidade Federal do Paraná |
| Lucia Helena Sasseron | Universidade de São Paulo |

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Sobre os pesquisadores que apresentam tradição na publicação de artigos com a temática de alfabetização científica, os dados obtidos neste trabalho convergem com as informações da publicação de Cunha (2018) em que foi realizada uma pesquisa para identificação das semelhanças entre os conceitos de alfabetização e de letramento científico. Para isso, foram selecionados cinco artigos de cada conceito entre os trabalhos com maior número de citações no Google Acadêmico até agosto de 2016. Entre os cinco artigos da temática alfabetização científica, encontram-se na lista de autoria os pesquisadores Attico Chassot, Lúcia Helena Sasseron, Leonir Lorenzetti e Demétrio Delizoicov; corroborando com os dados obtidos neste trabalho de revisão da literatura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados após a análise dos 32 artigos selecionados neste trabalho de revisão da literatura, permitiu estabelecer um perfil qualitativo das publicações sobre alfabetização científica no período de 2010 a 2020. Foi possível constatar que pouco mais da metade dos artigos foram publicados em revistas com Qualis A e as pesquisas foram desenvolvidas principalmente em instituições públicas. Os pesquisadores Lucia Helena Sasseron e Attico Chassot são os autores que apresentam o maior número de citações entre os artigos analisados; enquanto o pesquisador Leonir Lorenzetti se destacou em termos de número de publicações.

A alfabetização científica vem sendo descrita na literatura como uma condição necessária para que as pessoas desenvolvam competências e habilidades necessárias para agir de forma crítica, consciente e autônoma na sociedade contemporânea. Nesta perspectiva, a alfabetização científica precisa acontecer para que as pessoas possam compreender a ciência e a tecnologia para promoção de uma melhor qualidade de vida e do bem-estar social.

Conforme escrito por Nascimento-Schulze (2006), o conceito de alfabetização científica pode ser considerado tanto um slogan educacional internacionalmente conhecido como um objetivo educacional contemporâneo. Como consequência, vem ganhando destaque no ensino de Ciências debates que buscam proporcionar aos estudantes da educação básica a compreensão do conhecimento científico de maneira que possam intervir sobre seus cotidianos. E, conforme as publicações analisadas neste trabalho, a literatura afirma que estes debates fazem parte da alfabetização científica e buscam promover a educação em Ciências com a finalidade da formação cidadã, indo além da aprendizagem conceitual. Desta maneira, pode-se declarar que a alfabetização científica proporciona maior responsabilidade social para o ensino de Química.

7 REFERÊNCIAS

AIRES, J. A.; LAMBACH, M. Contextualização do ensino de química pela problematização e alfabetização científica e tecnológica: uma possibilidade para a formação continuada de professores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, 2010.

ARAGÃO, S. B. C. **Alfabetização científica na formação inicial de professores de ciências: análise de uma unidade curricular planejada nessa perspectiva.**

Tese de Doutorado em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 236, 2019.

ARAÚJO, I. dos S. C.; CHESINI, T. S.; FILHO, J. B. da R. Alfabetização científica: concepções de educadores. **Revista Contexto & Educação**, v. 29, n. 94, p. 4-26, 2014.

BOAS, R. F. V.; CAMPOS, F. de F.; AMARO, B. Análise dos critérios formais de qualidade editorial: a política de classificação de periódicos científicos a partir do Qualis Periódicos. **Revista Informação & Informação**, v. 26, n. 1, p. 28-52, jan./mar.2021.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Revista Eletrônica Gestão e Sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BRANCO, A. B. de G.; BRANCO, E. P.; IWASSE, L. F. A.; NAGASHIMA, L. A. Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, v. 3, p. 702-713, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília, Ministério da Educação, 1999.

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

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino

fundamental. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, p. 123-146, 2016.

CABRAL, C. G.; PEREIRA, G. R. **Introdução aos estudos CTS**. Natal: Editora da UFRN, v. 1, 2011, 76 p.

CAMARGO, A. N. B. de; PILAR, F. D.; RIBEIRO, M. E. M.; FANTINEL, M.; RAMOS, M. G. A Alfabetização Científica: a evolução ao longo da formação de licenciandos ingressantes, concluintes e de professores de Química. **Revista Momento - Diálogos em Educação**, v. 20, n. 2, p. 19-29, 2011.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2018, 360 p.

COSTA, A. B.; ZOLTOWSKI, A. P. C. Como escrever um artigo de revisão sistemática. **Manual de produção científica**, v. 2, p. 55-70, 2014.

COUTINHO, C.; RUPPENTHAL, R.; OSÓRIO, T. da R. Alfabetização científica na formação em ciências da natureza. **InterCambios**, v. 6, n. 1, p. 70-82, jun.2019.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. da S. Modelagem e o “fazer ciência”. **Revista Química Nova na Escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1967, 148 p.

GURIDI, V.; CAZETTA, V. Alfabetização científica e cartográfica no ensino de ciências e geografia: polissemia do termo, processos de enculturação e suas implicações para o ensino. **Revista Estudos Culturais**, n. 1, 2014.

KRUPCZAK, C.; LORENZETTI, L.; AIRES, J. A. Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2020.

LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. **Public Understanding of Science**, v. 5, p.331-359, 1996.

LAUGKSCH, R. C. *Scientific Literacy: A Conceptual Overview*. **Science Education**, v. 84, 2000.

LEITE, R. F.; RODRIGUES, M. A. Aspectos sociocientíficos e a questão ambiental: uma dimensão da alfabetização científica na formação de professores de química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n.3, p. 38-53, 2018.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2001.

LORENZETTI, L. A Alfabetização Científica na Educação em Ciências. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 1-3, jul./dez. 2016.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 2 ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2013, 128 p.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, p. 1-4, 2005.

MELLO, L. S. G. de; GUAZZELLI, I. R. B. Desafios para implementar a alfabetização científica numa comunidade de artesãos de filé. **Holos**, v. 2, p. 32-41, 2010.

MELLO, L. S. G. de; GUAZZELLI, I. R. B. A alfabetização científica e tecnológica e a educação para a saúde em ambiente não escolar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 22-41, 2011.

MENEZES, S. B.; TERÁN, A. F.; VOGT, R. C. Alfabetização científica usando o tema dos quelônios amazônicos. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 2, n. 1, p. 92-105, 2018.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; SILVA, L. A. R. da. Solução mineral milagrosa: um tema para o ensino de química na perspectiva da alfabetização científica e tecnológica. **Revista Ciência & Educação**, v. 26, 2020.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.

MIRANDA, M. de S.; SUAR, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 555-583, 2015.

MUELLER, E. R.; OLIVEIRA, K. de; SANTOS, W. B. dos. Monitoramento do metal cromo total na bacia dos rios Garças e Araguaia na área urbana de Barra do Garças/MT: a importância do contexto no processo de alfabetização científica. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 3, p. 1666-1682, 2020.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. Um estudo sobre alfabetização científica com jovens catarinenses. **Psicologia: teoria e prática**, v. 8, n. 1, p. 95-106, 2006.

OKOLI, C. Por: DUARTE, D. W. A.; MATTAR, J. Guia para realizar uma Revisão Sistemática de Literatura. **EAD em Foco**, v. 9, n. 1, 2019.

PALMIERI, L. J.; SILVA, C. S. da; LORENZETTI, L. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade como promoção da alfabetização científica e tecnológica em museus de ciências. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 21-42, 2017.

PEDROSA, S. M. P. de A.; COSTA, L. F. Biotecnologia, alfabetização científica e formação de professores face às urgências da educação contemporânea. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, 2020.

PEREIRA, R. E. de S.; MOREIRA, L. M. Caracterizando os itens de química do novo ENEM na perspectiva da alfabetização científica. **Revista Ciência & Educação**, v. 24, n. 2, p. 467-480, 2018.

PISSAIA, L. F.; OLIVEIRA, E. C.; DEL PINO, J. C. A escola enquanto ambiente de formação cidadã: uma abordagem a partir da Alfabetização Científica e Tecnológica. **Research, Society and Development**, v. 6, n. 4, p. 342-351, 2017.

PUGLIERI, T. S.; RIBEIRO, D. L.; SOUZA, D. M. V. de; GASTAUD, C.; YAMASAKI, A.; SCHNEID, P. S. Ensino em ciências e educação para o patrimônio: uma fusão metodológica para o ensino de química, a preservação patrimonial e a alfabetização científica. **Revista Ciência & Educação**, v. 25, n. 2, p. 449-466, 2019.

REIS, N. A. dos; MOREIRA, L. M.; SILVA, E. L. da. Teatro, experimentação e divulgação científica na Educação Básica: uma tríade possível para a alfabetização científica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n.1, p. 209-227, 2019.

REIS, G. de A.; CAVALCANTE, L. V. da S.; OLIVEIRA, E. C. O conceito de Alfabetização Científica e a possibilidade de interações entre cinco competências gerais da Base Nacional Comum Curricular - BNCC. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020.

RIBEIRO, E. B. V.; BENITE, A. M. C. Alfabetização científica e educação inclusiva no discurso de professores formadores de professores de ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 19, n. 3, p. 781-794, 2013.

RICHETTI, G. P.; FILHO, J. de P. A. Automedicação: um tema social para o ensino de química na perspectiva da alfabetização científica e tecnológica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 85-108, 2009.

RODRIGUES, L. do N.; BATISTA, R. S.; LEITE, S. Q. M.; GRECO, S. J.; NETO, A. C.; JUNIOR, V. L. Educação química no projeto escolar “Quixaba”: alfabetização científica com enfoque CTSA no ensino fundamental a partir de temas sociocientíficos. **Orbital: the electronic journal of chemistry**, v. 7, n. 1, p. 59-80, 2015.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SANT'ANA, C. de F.; CASTRO, D. L. de. Interface tecnologias digitais no ensino de química e alfabetização científica: o que relatam os artigos científicos? **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 621-640, 2019.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SANTOS, W. L. P dos; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, 191-218, 2009.

SANTOS, S. B. dos; SOUSA, E. S. de; CORDEIRO, R. S.; MARTINS, J. da S. C. Um levantamento bibliográfico sobre alfabetização científica a partir do *Google Acadêmico*. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 641-652, 2019.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no Ensino Fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. Tese de Doutorado em Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 265, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67, 2015.

SCHWARCZ, J. **Barbies, bambolês e bolas de bilhar – 67 deliciosos comentários sobre a fascinante química do dia-a-dia**. 1 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2009, 240 p.

UNESCO. **A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação**. Brasília: UNESCO; ABIPTI, 2003, 72 p.

VIZZOTTO, Patrick Alves; PINO, JOSÉ CLÁUDIO DEL. O uso do teste de alfabetização científica básica no Brasil: uma revisão da literatura. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, p. 1-24, 2020.

8 ANEXO

Anexo 1 – Teste de Alfabetização Científica Básica

Instruções:

1- As perguntas estão na forma de afirmações. Por favor, leia cuidadosamente cada frase e assinale se a afirmação é verdadeira (V), falsa (F), ou se você realmente não sabe a resposta, assinale (?).

2- Em algumas questões, uma frase escrita em *itálico* aparecerá antes da afirmação que você deverá analisar. Por favor, considere esta frase verdadeira! A afirmação a qual você deve responder se refere à frase que não está em *itálico*.

Por favor, responda todas as afirmações, cuidadosamente.

1. [] A Terra é tão antiga quanto o universo.
2. [] Nossa galáxia contém apenas alguns milhares de estrelas.
3. [] A luz da estrela mais próxima ao nosso sol leva apenas alguns minutos para chegar até nós.
4. [] No universo, há muitos outros corpos celestes semelhantes ao nosso sol.
5. [] A maioria do nosso conhecimento sobre o universo advém da observação de fatias muito pequenas do espaço e pequenos intervalos de tempo.
6. [] Em comparação com o diâmetro da Terra, uma camada muito espessa de ar envolve o nosso planeta.
7. [] Muitos dos planetas e luas do nosso sistema solar parecem ser capazes de suportar a vida como nós a conhecemos.
8. [] Existe água em estado líquido, em algumas luas do Sistema Solar.
9. [] *O eixo da Terra é inclinado.* Essa inclinação produz mudanças sazonais no clima da Terra.
10. [] Variações de radiação no interior quente da Terra são a principal causa das mudanças climáticas na Terra.
11. [] O clima da Terra mudou muito pouco ao longo dos últimos milhares de anos.
12. [] Os oceanos e a atmosfera possuem uma pequena tolerância às alterações causadas pela atividade humana.

13. [] *Elementos químicos como carbono, oxigênio, nitrogênio e enxofre, movem-se lentamente através dos solos, oceanos e atmosfera. Ao fazê-lo, os elementos mudam suas combinações químicas.*
14. [] A atmosfera da Terra não foi alterada pela presença da vida.
15. [] As atividades humanas pouco modificaram a superfície terrestre do planeta, seus oceanos e atmosfera.
16. [] Os cientistas compartilham certas crenças e atitudes sobre o que eles fazem e como eles enxergam o seu trabalho.
17. [] A ciência aceita fatos que não ocorrem em padrões consistentes.
18. [] A ciência presume que as leis físicas são as mesmas em todos os lugares e tempos do universo.
19. [] Há muitos aspectos de nossas vidas que não podem ser examinadas de maneira científica.
20. [] Existem passos pré-determinados que os cientistas seguem para chegar, sem falhas, ao conhecimento científico.
21. [] Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é comprovada através da observação de fenômenos.
22. [] Os cientistas discordam sobre os princípios de raciocínio lógico que conectam as evidências com as conclusões.
23. [] O processo de propor e testar hipóteses não é uma das principais atividades dos cientistas.
24. [] *Os cientistas tentam dar sentido aos fenômenos dando explicações para eles. Essas explicações raramente usam princípios científicos atualmente aceitos.*
25. [] As teorias científicas devem explicar observações adicionais que não foram utilizadas no desenvolvimento das teorias anteriores.
26. [] A evidência científica pode ser tendenciosa (ou seja, distorcida) conforme os dados são interpretados, gravados, relatados ou selecionados.
27. [] Os cientistas podem enfatizar diferentes interpretações das evidências de acordo com seu contexto, crenças e valores pessoais.
28. [] Os cientistas tentam identificar possíveis vieses no trabalho de outros cientistas.
29. [] Ao levar a cabo uma investigação, nenhum cientista deve sentir que ele / ela deve chegar a um determinado resultado.

30. [] Apesar de ser uma atividade realizada por muitas pessoas diferentes, a ciência quase nunca reflete os valores e pontos de vista relacionados com a sociedade (por exemplo, pontos de vista sobre mulheres e convicções políticas).
31. [] A disseminação da informação científica não é importante para o progresso da ciência.
32. [] Os campos científicos como a química e a biologia possuem limites ou fronteiras.
33. [] Os órgãos (por exemplo, os diferentes departamentos governamentais) que fornecem dinheiro para pesquisas, influenciam a direção da ciência.
34. [] Devido a tradições fortemente arraigadas na ciência, a maioria dos cientistas se comporta de forma profissional e ética (ou seja, de uma forma moral e honesta).
35. [] Ética científica (ou seja, sistema de moral) está preocupada, entre outras coisas, com o possível prejuízo que as experiências científicas podem causar.
36. [] Ética científica (ou seja, sistema de moral) está preocupada, entre outras coisas, com os possíveis efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação.
37. [] Os cientistas raramente podem trazer respostas definitivas a questões de debate público (por exemplo, energia nuclear ou conservação do meio ambiente).
38. [] *Os biólogos classificam os organismos em grupos e subgrupos.* Isso é feito de uma forma que não está relacionada com a estrutura e o comportamento dos organismos.
39. [] Manter uma grande variedade de espécies na Terra não é importante para os seres humanos.
40. [] Ao obter a energia e a matéria necessárias para a vida, os seres humanos são independentes das teias alimentares.
41. [] Cada gene é uma sequência específica da molécula de DNA.
42. [] A "mistura" de genes por meio da reprodução sexuada resulta em uma grande variedade de combinações gênicas na prole.
43. [] Muitas das funções básicas de organismos, tais como a extração de energia a partir de nutrientes, são realizadas ao nível da célula.
44. [] A informação genética codificada em moléculas de DNA não desempenha nenhum papel na montagem de moléculas de proteína.
45. [] Os processos químicos na célula são controlados de dentro e de fora da célula.
46. [] *A maioria dos organismos têm muitas células diferentes.* A maioria dessas células desempenham apenas as funções básicas, comuns a todas as células.
47. [] Em um ecossistema, cada espécie depende, direta ou indiretamente, de outras espécies.
48. [] A interdependência dos organismos em um ecossistema muitas vezes resulta em um sistema quase estável durante longos períodos de tempo.

49. [] Os ecossistemas sofrem alterações com as mudanças climáticas.
50. [] Os ecossistemas sofrem alterações quando diferentes espécies aparecem.
51. [] Os organismos vivos não compartilham com outros sistemas naturais os mesmos princípios de conservação de matéria e energia.
52. [] Apenas uma pequena parte da vida na Terra é mantida por transformações de energia a partir do sol.
53. [] Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados.
54. [] O carvão e o petróleo foram formados há milhões de anos.
55. [] *O dióxido de carbono foi removido da atmosfera ao longo de milhões de anos. Através da queima de combustíveis como o carvão e o petróleo, o dióxido de carbono passou de volta para a atmosfera, a um ritmo muito mais rápido do que quando foi removido da atmosfera.*
56. [] As atuais formas de vida da Terra evoluíram a partir de ancestrais comuns ao longo de milhões de anos.
57. [] A vida na Terra existe há apenas alguns milhares de anos.
58. [] Novas combinações ou mutações de genes dos pais não resultam em novas características, que podem ser herdadas.
59. [] A seleção natural costuma resultar em organismos com características bem adaptadas para sobrevivência em ambientes específicos.
60. [] A evolução não é uma escada em que as formas de vida inferiores são todas substituídas por formas superiores.
61. [] O conceito moderno da evolução fornece um princípio unificador para a compreensão da história da vida na Terra.
62. [] Novos instrumentos e técnicas que estão sendo desenvolvidos através da tecnologia pouco contribuem para a pesquisa científica.
63. [] A tecnologia apenas fornece ferramentas para a ciência, raramente fornece motivação e direção para as pesquisas.
64. [] Os engenheiros podem projetar soluções para todos os nossos problemas.
65. [] Em curto prazo, a engenharia afeta as sociedades e culturas mais diretamente do que a pesquisa científica.
66. [] *As decisões de engenharia, sem falhar com certeza envolvem julgamentos científicos. Estas decisões também envolvem valores sociais e pessoais.*
67. [] *Na engenharia, um projeto leva em conta todas as limitações (por exemplo, as leis da física, economia e política). Um ótimo projeto resulta em algum resultado razoável (ou seja, equilíbrio) entre as diferentes restrições.*

68. [] Os projetos de engenharia precisam ser testados.
69. [] *Os efeitos de uma grande quantidade de objetos relativamente simples (por exemplo, fogões solares) podem ser individualmente pequenos. No entanto, estes efeitos podem ser significativos, coletivamente.*
70. [] Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, todos os efeitos colaterais de novos projetos tecnológicos são previsíveis.
71. [] As reações psicológicas das pessoas perante o risco (por exemplo, o seu medo de voar ou dirigir) equiparam-se à realidade dos riscos envolvidos.
72. [] Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro é investido. Qualquer sistema tecnológico pode falhar.
73. [] As forças sociais e econômicas dentro de um país têm pouca influência sobre quais tecnologias serão desenvolvidas dentro desse país.
74. [] A tecnologia teve pouca influência sobre a natureza da sociedade humana.
75. [] Os fatos técnicos relevantes, por si só, geralmente não resolvem as questões relacionadas à tecnologia (por exemplo, se uma estação de energia nuclear deve ser construída perto de uma cidade) escolhendo um lado, a favor ou contra a decisão.
76. [] O efeito gerado pelas decisões de um grande número de indivíduos distintos pode influenciar na utilização de tecnologia em larga escala, tanto quanto a pressão realizada pelos governos.
77. [] A maioria das soluções relativas à problemas tecnológicos é baseada em informações incompletas.
78. [] Todas as coisas do mundo físico são constituídas por diferentes combinações de cerca de 100 elementos químicos.
79. [] Dependendo da temperatura e pressão, as substâncias podem existir em diferentes estados físicos (por exemplo: sólido, líquido ou gasoso).
80. [] A forma como os átomos se conectam é determinada pela disposição dos elétrons no exterior de cada átomo.
81. [] Existe um baixo nível de radiação natural no ambiente que nos rodeia.
82. [] No universo, a energia só aparece em um formato.
83. [] Sempre que a energia, em um formato ou local diminui, a energia em outro lugar ou formato aumenta em um montante equivalente.
84. [] Arranjos de átomos em moléculas não estão relacionados com os diferentes níveis de energia das moléculas.
85. [] A energia, assim como a matéria, ocorre em unidades discretas no nível atômico.

86. [] Nada no universo está em repouso, estando sempre se movendo em relação à outra coisa.
87. [] As alterações nos movimentos sempre acontecem devido aos efeitos de forças desequilibradas.
88. [] As coisas parecem ter cores diferentes porque eles refletem ou dispersam a luz visível em diferentes comprimentos de onda.
89. [] Cada objeto no universo exerce forças gravitacionais sobre todos os outros objetos.
90. [] As forças eletromagnéticas que atuam entre os átomos são muito mais fortes do que as forças gravitacionais que atuam entre eles.
91. [] As forças magnéticas e elétricas são independentes umas das outras.
92. [] Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos.
93. [] Apesar das variações nas características tais como tamanho e cor da pele, os seres humanos são uma única espécie.
94. [] A tecnologia tem sido de pouca utilidade para superarmos as nossas desvantagens biológicas em nossas rotinas.
95. [] A taxa de mortalidade dos bebês independe de fatores como saneamento básico, higiene e cuidados médicos.
96. [] A tecnologia tem acrescentado muito para as escolhas que as pessoas fazem em relação ao controle de quantos filhos terão e qual momento mais adequado para isso.
97. [] Os sistemas de órgãos do corpo humano possuem funções que não são especializadas.
98. [] O sistema imunológico desempenha um papel importante na autoproteção dos animais em relação às doenças.
99. [] *O controle interno (ou seja, coordenação) é necessário para gerir e coordenar sistemas de órgãos complexos no corpo humano. Os hormônios desempenham um papel importante nesse controle.*
100. [] Qualquer animal recém-nascido vai mostrar certos padrões de comportamento sem terem sido ensinados para tal comportamento.
101. [] O comportamento resulta da interação entre os fatores genéticos e ambientais.
102. [] Muito do aprendizado parece ocorrer através da interação de um novo pedaço de informação com um pedaço de informação já existente.
103. [] As ideias das pessoas geralmente não influenciam na aprendizagem.
104. [] Para que funcione normalmente, o corpo humano não precisa da substituição de materiais do qual é constituído.

105. [] A boa saúde depende do esforço coletivo das pessoas de tomar medidas para manter seu ar, solo e água preservados.
106. [] Os genes anormais jamais afetam o modo de funcionamento das partes do corpo humano, nem dos seus sistemas.
107. [] Uma boa saúde mental não está relacionada com a interação dos aspectos psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais.
108. [] Os conceitos sobre o que é uma boa saúde mental são os mesmos em diferentes períodos da história.
109. [] As anomalias biológicas podem causar alguns tipos de perturbações psicológicas graves.
110. [] A angústia psicológica (como a morte de um membro próximo da família) não afeta as chances das pessoas de se tornarem doentes.

Obrigado - você chegou ao final do teste!

Fonte: LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. **Public Understanding of Science**, v. 5, p.331-359, 1996.

Gabarito do Teste de Alfabetização Científica Básica

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1. F | 23. F | 45. V | 67. V | 89. V |
| 2. F | 24. F | 46. F | 68. V | 90. V |
| 3. F | 25. V | 47. V | 69. V | 91. F |
| 4. V | 26. V | 48. V | 70. F | 92. F |
| 5. V | 27. V | 49. V | 71. F | 93. V |
| 6. F | 28. V | 50. V | 72. V | 94. F |
| 7. F | 29. V | 51. F | 73. F | 95. F |
| 8. V | 30. F | 52. F | 74. F | 96. V |
| 9. V | 31. F | 53. V | 75. V | 97. F |
| 10. F | 32. F | 54. V | 76. V | 98. V |
| 11. F | 33. V | 55. V | 77. V | 99. V |
| 12. V | 34. V | 56. V | 78. V | 100. V |
| 13. V | 35. V | 57. F | 79. V | 101. V |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 14. F | 36. V | 58. F | 80. V | 102. V |
| 15. F | 37. V | 59. V | 81. V | 103. F |
| 16. V | 38. F | 60. V | 82. F | 104. F |
| 17. F | 39. F | 61. V | 83. V | 105. F |
| 18. V | 40. F | 62. F | 84. F | 106. F |
| 19. V | 41. V | 63. F | 85. V | 107. F |
| 20. F | 42. V | 64. F | 86. V | 108. F |
| 21. V | 43. V | 65. V | 87. V | 109. V |
| 22. F | 44. F | 66. V | 88. V | 110. F |