

## ARTIGO

# LITERACIA CIENTÍFICA: UM OLHAR SOBRE AS SUAS DIFERENTES INTERPRETAÇÕES<sup>1</sup>

MARCELO COPPI<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6734-7592>

<[mcoppi@uevora.pt](mailto:mcoppi@uevora.pt)>

ISABEL FIALHO<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1749-9077>

<[ifialho@uevora.pt](mailto:ifialho@uevora.pt)>

MARÍLIA CID<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6009-0242>

<[mcid@uevora.pt](mailto:mcid@uevora.pt)>

<sup>1</sup> Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora, Évora, Portugal.

**RESUMO:** O estudo teve por objetivo realizar uma abordagem crítica e histórica a respeito do conceito de literacia científica, da definição das palavras que compõem o termo, das suas traduções e da existência de instrumentos desenvolvidos para avaliá-la, mediante uma revisão narrativa da literatura. Observou-se que um dos motivos para as diversas perspectivas conceituais é o significado da palavra *literate*, que, no idioma inglês, pode significar ser detentor do conhecimento e, também, ser capaz de ler e escrever. Outra razão é a tradução da palavra *literacy*, a qual pode originar, no idioma português, as palavras alfabetização, literacia ou letramento, assumindo diferentes significados de acordo com a sua interpretação. Em paralelo, há fatores relacionados com a adesão teórica adotada pelos autores e com o campo de estudos da linguagem e do ensino de línguas. O conceito de literacia científica também se revela como uma das causas geradoras de imprecisões. O fato de haver uma pluralidade de significados faz com que, muitas vezes, a literacia científica seja confundida e limitada à compreensão da ciência. Por fim, a avaliação da literacia científica configura-se como fonte de debate entre os pesquisadores da área, uma vez que existem poucos instrumentos disponíveis na literatura, a maioria deles avalia aspectos e dimensões isolados da literacia científica e uma minoria demonstra os processos de validade na sua elaboração. Em síntese, o estudo evidencia as grandes polémicas na literatura que concernem a literacia científica, apresenta as principais razões de tais controvérsias e demonstra que, a despeito destes aspectos, a literacia científica é objeto de pesquisas de âmbito internacional e apresenta-se, de uma forma ampla, como o principal objetivo do ensino de ciências.

**Palavras-chave:** conceito de literacia científica, definição de literacia científica, avaliação da literacia científica.

---

<sup>1</sup> Artigo publicado com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq/Brasil para os serviços de edição, diagramação e conversão de XML.

## SCIENTIFIC LITERACY: A LOOK AT ITS DIFFERENT INTERPRETATIONS

**ABSTRACT:** The study aimed to perform a critical and historical approach to the concept of scientific literacy, the definition of the words that compose the term, their translations and the existence of instruments developed to assess it, through a narrative literature review. It was observed that one of the reasons for the different conceptual perspectives is the meaning of the word literate, which, in the English language, can mean to hold knowledge and also to be able to read and write. Another reason is the translation of the word literacy, which can originate, in the Portuguese language, the words *alfabetização*, *literacia* or *letramento*, assuming different meanings according to their interpretation. Meanwhile, there are factors related to the theoretical approach adopted by the authors and to the field of language studies and language teaching. The concept of scientific literacy also reveals itself as one of the causes generating inaccuracies. The fact that there is a plurality of concepts means that scientific literacy is often confused and limited to the understanding of science. Finally, the assessment of scientific literacy is a source of debate among researchers in the area, since there are few instruments available in the literature, most of them assess isolated aspects and dimensions of scientific literacy, and a minority demonstrate the processes of validity in their elaboration. In summary, the study highlights the major controversies in the literature concerning scientific literacy, presents the main reasons for such controversies and demonstrates that, despite these aspects, scientific literacy is the subject of international research and is widely presented as the main objective of science education.

**Keywords:** concept of scientific literacy, definition of scientific literacy, assessment of scientific literacy.

## ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA: UNA VISIÓN DE SUS DIFERENTES INTERPRETACIONES

**RESUMEN:** El objetivo del estudio consistió en realizar una aproximación crítica e histórica al concepto de alfabetización científica, a la definición de las palabras que componen el término, a sus traducciones y a la existencia de instrumentos desarrollados para evaluarla, mediante una revisión narrativa de la literatura. Se observó que una de las razones de las diferentes perspectivas conceptuales es el significado de la palabra *literate*, que en inglés puede significar ser poseedor de conocimientos y también saber leer y escribir. Otra razón es la traducción de la palabra *literacy*, que en portugués puede dar lugar a las palabras *alfabetização*, *literacia* o *letramento*, adquiriendo significados diferentes según su interpretación. Paralelamente, existen factores relacionados con el enfoque teórico adoptado por los autores y con el ámbito de los estudios lingüísticos y la enseñanza de idiomas. El concepto de alfabetización científica es también una de las causas de imprecisión. El hecho de que existan tantos conceptos hace que la alfabetización científica sea a menudo confusa y se limite a la comprensión de la ciencia. Por último, la evaluación de la alfabetización científica es una fuente de debate entre los investigadores del campo, ya que hay pocos instrumentos disponibles en la literatura, la mayoría de ellos evalúan aspectos y dimensiones aislados de la alfabetización científica y una minoría demuestra los procesos de validez en su desarrollo.

**Palabras clave:** concepto de alfabetización científica, definición de alfabetización científica, evaluación de la alfabetización científica.

## INTRODUÇÃO

Em 1999, ocorreu em Budapeste, Hungria, o Fórum Mundial de Ciência (*World Science Forum*), realizado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – UNESCO*), em cooperação com o Conselho Científico Internacional (*International Council for Science – ICSU*). Nela, estiveram presentes representantes de 155 Estados-Membros, incluindo Ministros da Ciência e Tecnologia, Investigação e Educação ou seus equivalentes, organizações intergovernamentais, organizações internacionais não governamentais e representantes da indústria e dos meios de comunicação social, a fim de definir “uma estratégia que garantiria que a ciência respondesse melhor às necessidades e aspirações da sociedade no século XXI” (UNESCO, 1999, p. 1).

Um dos produtos da conferência foi a Declaração sobre Ciência e o Uso do Conhecimento Científico (*Declaration on Science and the Use of Scientific Knowledge*), popularmente conhecida como Declaração de Budapeste, um documento que afirma ser necessário desenvolver e expandir a *scientific literacy*<sup>2</sup> “em todas as culturas e setores da sociedade, bem como competências e capacidade de raciocínio e uma apreciação dos valores éticos, de modo a melhorar a participação pública nas tomadas de decisão relacionadas com a aplicação de novos conhecimentos” (UNESCO, 1999, p. 5).

Em 2015, o Fórum Económico Mundial publicou uma lista das competências mais críticas para o século 21 (World Economic Forum, 2015), incluindo a *scientific literacy* no grupo das chamadas *foundational literacies*. Segundo esta organização, este grupo de *literacies*, composto pelas *reading literacy, numeracy, scientific literacy, ICT literacy, financial literacy and cultural and civic literacy*, é a base necessária para que os alunos construam competências – pensamento crítico e resolução de problemas, criatividade, comunicação e colaboração – e qualidades de caráter – curiosidade, iniciativa, persistência, capacidade de adaptação, liderança e conscientização social e cultural – mais avançadas e igualmente importantes (World Economic Forum, 2015).

Passadas mais de duas décadas da Declaração de Budapeste e após a recente crise causada pela pandemia da COVID-19, que evidenciou desigualdades, lacunas e vulnerabilidades na educação, a UNESCO publicou o documento Nove Ideias para a Ação Pública - Educação, Aprendizagem e Conhecimento num mundo pós-covid-19 (*Education in a post-COVID world: nine ideas for public action*) (UNESCO, 2020), no qual apresenta nove ideias para construir as bases da educação pós-pandêmica. Dentre elas, a necessidade de assegurar a *scientific literacy* no currículo, uma vez que se faz necessária uma reflexão profunda sobre o currículo, “especialmente quando lutamos contra a negação do conhecimento científico e combatemos ativamente a desinformação” (UNESCO, 2020, p. 6).

Para Rudolph (2023), a *scientific literacy* foi, provavelmente, “o objetivo mais enfatizado do ensino de ciências nos últimos 40 anos e continua a ser estudada e debatida em revistas acadêmicas e órgãos políticos até hoje” (p. 520). Atualmente, é tida como um dos eixos emergentes da investigação no ensino de ciências e apontada como uma das metas da aprendizagem e o objetivo do ensino de ciências, com o intuito de ampliar o conhecimento sobre a ciência e a tecnologia, vinculando-a a uma formação para a cidadania (Lorenzetti, 2017, 2023).

Introduzido nesse campo científico na década de 1940 (Rudolph, 2023), o termo *scientific literacy* tem sido amplamente utilizado como lema por educadores, pesquisadores e políticos, os quais o empregam em diversos contextos, de forma ampla e vaga, a fim de descrever um conjunto de competências relacionadas com a ciência (DeBoer, 2000). De acordo com Laugksch (2000), até à década de 1980, a *scientific literacy* apresentou-se como um termo incerto e indefinido. Desde então, passou a ser foco de diversos estudos (Chassot, 2003; Laugksch, 2000; Laugksch & Spargo, 1996a; Miller, 1983; Roberts, 2007, 2011; Sasseron & Carvalho, 2011; Valladares, 2021), mais objetivos e concretos, que foram realizados, principalmente, com o intuito de definir o seu conceito.

Contudo, atualmente, apesar da literatura utilizar muitas definições equivalentes entre si, ainda é difícil dar um significado inequívoco ao termo (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; Rudolph, 2023). Miller (1983), naquela época, anunciava que *scientific literacy* é “um daqueles termos que são frequentemente

---

<sup>2</sup> Optou-se por utilizar os termos originais em determinadas situações a fim de evitar problemas de interpretação. A sua tradução e discussão serão apresentados ao longo do artigo.

utilizados, mas raramente definidos” (p. 29). Shamos (1995) também referia o problema da falta de uma conceitualização clara e amplamente aceite pela comunidade científica.

A partir de uma revisão da história da educação científica, DeBoer (2000) enuncia que há, pelo menos, nove objetivos distintos da educação científica que estão relacionados com as amplas finalidades da *scientific literacy*. Do mesmo modo, Laugksch (2000) discute cinco fatores, que serão abordados ao longo do texto, que intervêm na conceitualização do termo, originando múltiplas definições, muitas vezes imprecisas, da *scientific literacy*. Esta inconsistência na sua definição produz uma pluralidade de estratégias de intervenção, de ensino e de avaliação, fazendo com que a *scientific literacy* seja confundida e limitada, por vezes, apenas à própria educação científica.

Foi nesse enquadramento que o estudo apresentado neste artigo pretendeu realizar uma abordagem crítica e histórica a respeito do conceito de *scientific literacy*, da definição das palavras que compõem o termo, das suas traduções – principalmente para o idioma português, motivo que avigora o debate em torno do conceito de *scientific literacy*, especialmente no Brasil, país em que estas palavras podem assumir mais de uma tradução –, do respaldo teórico para a sua utilização e da existência de instrumentos desenvolvidos para avaliá-la. Propõe-se também a apresentação de uma definição de *scientific literacy* como resultado da síntese da literatura analisada.

Por meio de uma revisão narrativa da literatura, definida como uma revisão bibliográfica abrangente e apropriada para “descrever e discutir o desenvolvimento ou o ‘estado da arte’ de um determinado assunto” (Rother, 2007, p. V), o estudo procurou fazer um balanço acerca desses debates em torno da *scientific literacy*. Uma vez estabelecido este pressuposto metodológico, a pesquisa foi realizada nas seguintes bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Biblioteca do Conhecimento Online (B-on) e Google Académico, considerando estudos e pesquisas publicados nos idiomas inglês, português e espanhol. Optou-se por não estabelecer um recorte temporal, a fim de analisar a evolução do debate acerca da temática ao longo do tempo.

Neste sentido, foram combinados como descritores os seguintes termos: “*scientific literacy*”, “literacia científica”, “alfabetização científica”, “letramento científico”, “definition”, “concept”, “conceito”, “definição”, “literacy”, “literacia”, “alfabetização”, “letramento”, “assessment” e “avaliação”. Além disso, foram dispensados os estudos e pesquisas que não abordavam os quatro aspectos a serem tratados na revisão: o conceito de *scientific literacy*, a definição e as traduções das palavras que compõem o termo e os instrumentos de avaliação.

## UM POUCO DE HISTÓRIA

O reconhecimento da importância da *scientific literacy* surge, essencialmente, na década de 1950, após a Segunda Guerra Mundial e o início da corrida espacial, período em que cientistas e governantes testemunharam o grande acervo científico e militar utilizado, como por exemplo, a bomba atómica (Laugksch, 2000). Foi, também, a partir desta década e, principalmente, na seguinte que a humanidade experienciou “uma abrupta queda de qualidade de vida ocasionada pela rápida degradação ambiental”, aumentando a preocupação com as questões ambientais e sociais (Dias, 1991, p. 3).

Atrelado a esses eventos, Hurd (1958) acrescenta como um elemento impulsionador do reconhecimento da importância da *scientific literacy* o avanço das investigações nos campos da Biologia, Física e Química. O autor argumenta, por exemplo, que metade dos produtos químicos de uso corrente naquela época eram desconhecidos na década anterior e que os “plásticos e pesticidas, bióticos e detergentes, silícios e elementos sintéticos introduziram o mundo moderno da química” (Hurd, 1958, p. 13). Afirma ainda que, devido ao avanço dos estudos dos medicamentos, das moléculas, das células, das vacinas e dos vírus, a biofísica e a bioquímica se aproximavam, cada vez mais, da compreensão da natureza da vida.

Para Hurd (1958), a partir da década de 1950, a ciência, vinculada com as suas aplicações tecnológicas, passou a ser reconhecida como o traço mais característico da sociedade moderna, cujos conhecimentos tornaram-se essenciais para a cidadania. Nesse sentido, o ensino de ciências não poderia continuar a ser considerado como “um luxo intelectual restrito a poucos” (Hurd, 1958, p. 13), impondo-se o seu alargamento para toda a sociedade.

Considerando tal realidade, muitos países reconheceram que a melhor forma de evitar catástrofes e promover o avanço da ciência seria conscientizar o público em geral a respeito do potencial emprego da ciência, para o mal e para o bem (Shamos, 1995). De acordo com o autor, ensinar ciências para o público não era uma ideia nova naquela época, mas, após os cientistas tomarem consciência do uso militar da ciência, o foco passou a ser as dimensões sociais e políticas do uso da ciência e da tecnologia (Shamos, 1995). Nasce, deste modo, “um movimento pouco estruturado, mas altamente visível, em direção ao que veio a ser chamado de ‘scientific literacy’ para o público geral” (Shamos, 1995, p. 76, grifo nosso).

Até há pouco tempo, diversos estudos (Bybee, 2016; Laugksch, 2000; Silva & Sasseron, 2021; Valladares, 2021) atribuíam a Paul Hurd (1958) a primeira publicação na qual se utilizou o termo *scientific literacy*, num artigo intitulado *Science Literacy: its meaning for American Schools*, publicado na revista *Educational Leadership*, em outubro de 1958 (Rudolph, 2023). DeBoer (2000) foi um dos poucos autores a identificar o uso do termo noutros estudos publicados no mesmo ano: o artigo *The pursuit of excellence: Education and the future of America*, publicado no livro *Prospect for America: Report Number V of the Rockefeller Panel Reports*, em junho de 1958, pelo *Rockefeller Brothers Fund* o artigo *Toward a population literate in science*, de Richard McCurdy, publicado na revista *The Science Teacher*, em novembro de 1958.

Contudo, devido ao processo de digitalização alargado de materiais impressos ao longo das últimas décadas, foi possível identificar numerosas ocorrências do uso do termo *scientific literacy* anteriores a 1958 (Rudolph, 2023). Em seu estudo, Rudolph (2023) localizou publicações datadas das décadas de 1940 e 1950, sendo a primeira atribuída a Gaylord Harnwell, no artigo *A new foundation*, publicado em outubro de 1945 na revista *Review of Scientific Instruments*. Dentre outros exemplos encontrados pelo autor, estão os seguintes: um discurso de 1946 do presidente da *Caltech*, Lee DuBridge, no qual este afirma que seria vergonhoso se grande parte da população dos Estados Unidos fosse *scientifically illiterate*; a nomeação do novo diretor da *Science Teacher*, Dwight Sollberger, que se destacou pelo interesse em assegurar a *scientific literacy* para todos os indivíduos; o desenvolvimento de um critério de *scientific literacy* para medir o desempenho das escolas nesse domínio, em 1948; e a criação de um curso introdutório que transmitisse uma *scientific literacy* básica necessária para a era moderna, por Oliver Loud, professor de ciências do Antioch College, em 1950. Constatata-se, portanto, que é impreciso legitimar Paul Hurd como o introdutor do termo *scientific literacy* na literatura e que o termo não era de modo algum uma expressão nova no final da década de 1950 (Rudolph, 2023).

Embora, a princípio, esta discussão de quem foi o primeiro autor a cunhar o termo *scientific literacy* pareça algo de pouca importância, Rudolph (2023) destaca o mérito de precisar acertadamente os fatos. Especialmente quando se trata de ideias fundamentais e históricas dentro de um campo de estudo, as quais permitem a compreensão de como o termo *scientific literacy* foi utilizado no discurso público e político durante esses anos e de como essa ideia passou a definir o objetivo do ensino das ciências nas escolas, revelando muito sobre o seu valor funcional central (Rudolph, 2023).

É interessante ressaltar que o aprofundamento do debate acerca da *scientific literacy* cresce, se fortalece e, ao longo das décadas seguintes, se articula com os movimentos das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CST) e entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Contudo, conforme afirmam Oliveira e Linsingen (2019), existem três principais tradições para o movimento CTS: a europeia, organizada em um viés mais acadêmico, com o propósito de evidenciar como o conhecimento científico e tecnológico é produzido e quais os diferentes interesses envolvidos neste processo; a norte-americana, pragmática e preocupada com as consequências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos e relacionada com os movimentos sociais que vinham se estabelecendo nas décadas de 1960 e 1970; e a latino-americana, que surge da necessidade de combater o modelo hegemônico de ciência e tecnologia imposto a estas sociedades e busca o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, de modo a satisfazer as necessidades regionais.

Independente da vertente adotada, o vínculo entre a *scientific literacy* e as abordagens CTS e CTSA promoveu a evolução dos estudos nessas perspectivas, resultando em trabalhos que evidenciam, cada vez mais, a necessidade de o ensino de ciências viabilizar a participação e o engajamento da sociedade para a promoção da *scientific literacy* (Valladares, 2021). Além disso, a partir da instituição do termo, iniciou-se o período no qual o conhecimento público da ciência ganhou um impulso e a *scientific literacy* tornou-

se o objetivo principal da educação científica (Coppi et al., 2023a; DeBoer, 2000; Shamos, 1995; Yacoubian, 2018; Rudolph, 2023; Valladares, 2021).

Para Rudolph (2023), no entanto, embora o surgimento da *scientific literacy* tenha chamado a atenção da sociedade para a importância da educação científica, “fez muito pouco para fornecer orientação para a criação do tipo de educação científica de que o país precisava naquela época (em 1945) ou de que precisa desesperadamente hoje, em nossa era atual, quando a autoridade cultural e o valor da ciência estão ameaçados” (p. 521). Possivelmente, uma das principais razões encontra-se na definição do termo, a qual, desde o seu surgimento, suscita muitas dúvidas. Shamos (1995) aponta que, no período pós-Sputnik, o conceito de *scientific literacy*, além de vago e impreciso, passou a ser associado basicamente ao entendimento da ciência. Um levantamento bibliográfico realizado por Laugksch (2000) identificou que, principalmente na década de 1980, houve um aumento massivo das pesquisas envolvendo a *scientific literacy*, as quais apresentam diferentes interpretações e definições.

Nos países de língua inglesa, um dos fatores responsáveis por essa pluralidade de perspectivas é o significado das palavras *literacy* e *literate*. Nos países de língua não-inglesa, principalmente de idioma português, a tradução das palavras inglesas *literacy* (*scientific literacy*) e *literate* (*to be scientific literate*) contribuem para a multiplicidade de entendimentos. À parte desses dois fatores, existe um tópico de discussão acerca da afiliação teórica dos autores e do campo de estudos da linguagem. Esses aspectos, bem como alguns outros elementos que coadjuvam este debate, serão analisados na seção a seguir.

## SIGNIFICADOS E TRADUÇÕES

Como dito anteriormente, nos países de língua inglesa, um dos impasses está no significado das palavras *literacy* e *literate*. Miller (1983) explica que o fato de se referir que um indivíduo é *literate* pode apresentar dois significados diferentes: o primeiro, de ser detentor do conhecimento (*to be learned*) e o segundo, de ser capaz de ler e escrever (*to be literate*). O autor alega, ainda, que a maioria dos debates relacionados com a *scientific literacy* falha ao distinguir o significado de ambas as palavras, gerando imprecisões (Miller, 1983).

Laugksch (2000) reforça a inconsistência e a imprecisão no significado da palavra *literate*. O autor argumenta que, no idioma inglês, um indivíduo pode ser considerado como *literate as learned*, assumindo-se como literato, *literate as competent*, tido como competente, e *literate as able to function minimally in society*, considerado não apenas como competente, mas apto a atuar em atividades específicas na sociedade (Laugksch, 2000).

Nos países de língua não-inglesa, especificamente aqueles de idioma português, o problema encontra-se na tradução da palavra inglesa *literacy*. Esta pode originar as palavras portuguesas literacia, letramento (Martins, 2010) ou alfabetização (Teixeira, 2013). De acordo com Silva e Sasseron (2021), em língua portuguesa, é comum encontrar a adoção das expressões alfabetização científica e letramento científico no Brasil e o uso de literacia científica em Portugal.

Relativamente às palavras letramento e literacia, Soares (2002) e Dionísio (2007), especialistas na área da linguística, defendem que ambas possuem o mesmo significado, sendo literacia utilizada em Portugal e letramento no Brasil. Assim como afirma Soares (2002), em Portugal, discute-se “o fenômeno da literacia, palavra recentemente introduzida no português de Portugal, lá preferida à brasileira letramento” (p. 17).

No que se refere à palavra alfabetização, enquanto esta é amplamente utilizada no Brasil, em Portugal, é utilizada em circunstâncias particulares, como na formação de adultos (Dionísio, 2007). Conforme menciona a autora, em Portugal,

não usamos o termo alfabetização. Já usámos e até reservamos para contextos muito específicos e até, muitas vezes, na educação de adultos, na alfabetização de adultos. Raramente se fala da alfabetização para os níveis iniciais, para os momentos iniciais de aprendizagem da leitura e da escrita. Alfabetização era um conceito que ocorria e que ocorre em certas situações. Por exemplo, quando estamos a nos referir à formação de adultos que não sabem ler nem escrever, e, portanto, esse processo de lhes ensinar a ler e a escrever tem sido designado como alfabetização. (Dionísio, 2007, p. 210).

Martins (2010) analisou a definição dessas palavras nos dicionários do idioma português e verificou que, em muitos deles, os conceitos de alfabetização e literacia/letramento são tidos como sinônimos. No entanto, assim como esclarece Teixeira (2013), os linguistas atribuem-lhes diferentes significados. Para Benavente et al. (1996), “o conceito de alfabetização traduz o ato de ensinar e de aprender (a leitura, a escrita e o cálculo)” (p. 4), enquanto o de letramento traduz “a capacidade de usar as competências (ensinadas e aprendidas) de leitura, de escrita e de cálculo” (p. 4).

Soares (2004a) reforça a ideia, alegando que, enquanto alfabetização está relacionada com a aquisição do sistema convencional de escrita, literacia/letramento refere-se ao uso competente da leitura e da escrita em práticas sociais. Segundo a autora, alfabetização e literacia/letramento distinguem-se “tanto em relação aos objetos de conhecimento quanto em relação aos processos cognitivos e linguísticos de aprendizagem e, portanto, também de ensino desses diferentes objetos” (Soares, 2004a, p. 97).

Martins (2010), por sua vez, argumenta que a alfabetização é uma componente da literacia/letramento. De acordo com a autora, “a grande diferença entre alfabetização e literacia reside no fato de este último conceito se referir mais ao uso das competências do que à sua obtenção” (p. 16). Lima Santos e Gomes (2004) corroboram a ideia, defendendo que as competências da alfabetização, como, por exemplo, aprender a leitura, a escrita e o cálculo, são “básicas para nos tornarmos literatos, mas não são exclusivas, já que a literacia encontra as suas fundações na alfabetização, mas não se confina apenas a objetivos educacionais, remetendo-nos para o uso apropriado que o indivíduo dá à linguagem escrita” (p. 170).

Embora concordem com a distinção entre alfabetização e literacia/letramento, Krasilchik e Marandino (2004) justificam a utilização do termo alfabetização científica alegando que, apesar da diferença semântica entre alfabetização e literacia/letramento, o primeiro termo está consolidado nas práticas sociais brasileiras. Sendo assim, as autoras consideram que a alfabetização científica “engloba a ideia de letramento, entendida como a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia, mas também participar da cultura científica da maneira que cada cidadão, individualmente e coletivamente, considerar oportuno” (Krasilchik & Marandino, 2004, p. 18).

As pesquisadoras Sasseron e Carvalho (2011) também optam pela utilização do termo alfabetização científica. A escolha é alicerçada na concepção de alfabetização idealizada por Paulo Freire, na qual, conforme expõem as autoras, é entendida como “um processo que permite o estabelecimento de conexões entre o mundo em que a pessoa vive e a palavra escrita; e de tais conexões nascem os significados e as construções de saberes” (Sasseron & Carvalho, 2011, p. 61), além de “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” (Sasseron & Carvalho, 2011, p. 61).

Dessa forma, no idioma português, *scientific literacy* pode adquirir três traduções possíveis: literacia científica, letramento científico e alfabetização científica. Sasseron e Carvalho (2011) e Silva e Sasseron (2021) acrescentam que, na literatura brasileira, embora não seja resultado de sua tradução, alguns pesquisadores utilizam a expressão enculturação científica. Os que o fazem justificam o emprego desse termo ao defenderem que o ensino de ciências deve proporcionar condições para que os alunos integrem uma cultura científica, na qual noções, ideias e conceitos científicos fazem parte do seu intelecto, permitindo-lhes participar das discussões dessa cultura (Sasseron & Carvalho, 2011; Silva & Sasseron, 2021). A mesma interpretação também ocorre em França, país em que alguns investigadores adotam a expressão *culture scientifique* (Laugksch, 2000), além de *alphabétisation scientifique* (Silva & Sasseron, 2021).

No Brasil, alguns investigadores optam, ainda, pelo uso do termo alfabetização científica e tecnológica (Kauano & Marandino, 2022; Lorenzetti, 2023; Silva & Sasseron, 2021). Esta escolha parece estar relacionada tanto com a tradução do termo francês *alphabétisation scientifique et technique*, utilizado no artigo *Alphabétisation scientifique et technique: Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, publicado por Fourez em 1994 (Silva & Sasseron, 2021), como também pela preferência teórica pela abordagem CTS, numa perspectiva crítica pertinente à dinâmica social (Lorenzetti, 2023; Richetti & Milaré, 2021). Ainda assim, há predominância da utilização dos termos letramento científico e alfabetização científica (Silva & Sasseron, 2021).

Diante do exposto, observa-se que tanto o significado como a tradução para o idioma português das palavras *literacy* e *literate*, constituem um motivo de debate entre os pesquisadores da área.

No idioma inglês, o pluralismo de significados está mais relacionado com a palavra *literate* e que se comprehende quando se diz que um indivíduo é *scientific literate*. No idioma português, a existência de, pelo menos, três traduções possíveis para a palavra *literacy* – literacia, letramento e alfabetização – está associada à definição dessas três palavras no idioma e, também, ao país em que o termo é usado, alfabetização e letramento no Brasil e literacia em Portugal. Contudo, há autores no Brasil que, mesmo reconhecendo a diferença semântica entre as palavras alfabetização e literacia/letramento, optam por utilizar a primeira, justificando o uso com base na consolidação do termo no país, como por exemplo Krasilchik e Marandino (2004), ou por entenderem que a palavra alfabetização pode assumir um significado mais amplo, como Sasseron e Carvalho (2011).

É necessário salientar, no entanto, que, ao menos no Brasil, o debate sobre a utilização de um termo ou de outro transcende a questão da tradução, refletindo uma discussão mais vinculada com a adesão teórica e com o campo de estudos da linguagem e do ensino de línguas (Cunha, 2017; Silva & Sasseron, 2021). Para Paulo Freire, por exemplo, a alfabetização não deve ser reduzida ao ensino de letras, sílabas e palavras (Freire, 2018), mas entendida como o domínio da escrita e da leitura em termos conscientes, em que um indivíduo entende o que lê e escreve o que entende (Freire, 1989).

Para Freire (2018), ser alfabetizado significa ser capaz de estabelecer conexões entre a palavra escrita e o mundo em que vive. Nesse sentido, a alfabetização estrutura-se “junto ao processo de tomada de consciência crítica a partir de problematizações da realidade que são capazes de, a partir do universo vocabular próprio das pessoas educandas, atribuir sentidos profundos, diversos e conexos entre as palavras e o mundo” (Kauano & Marandino, 2022, p. 8), conceção esta que engloba aspectos previstos nas ideias de literacia/letramento e enculturação (Silva & Sasseron, 2021). Marandino et al. (2022) reforçam que a alfabetização freiriana é um processo “integral, problematizador, contextualizador, dialógico, que objetiva a tomada de consciência crítica de elementos teóricos e práticos rumo a práxis transformadora” (p. 98) e que esta conceção passou a nortear alguns eixos fundamentais dos estudos acerca da alfabetização científica na área da educação em ciências.

Nesta perspectiva, a utilização do termo alfabetização científica é fundamentada na aquisição de competências que permitem a um indivíduo estabelecer conexões e correspondências entre a sua realidade e o conhecimento científico, visando a compreensão da atividade científica e do seu uso para análise de situações e tomada de decisões (Silva & Sasseron, 2021). Essa conceção é utilizada por diversos autores da área do ensino de ciências (Kauano & Marandino, 2022), os quais assumem a alfabetização científica enquanto uma linguagem a ser apropriada de forma reflexiva (Chassot, 2003), possibilitando a participação e o engajamento para a transformação social (Valladares, 2021) e a construção de conhecimentos científicos para aplicá-los em situações cotidianas (Sasseron & Carvalho, 2011).

A opção pelo termo letramento científico, utilizado em inúmeras publicações brasileiras, está muito associada à abordagem CTS, cujas temáticas têm como objetivo expor os alunos a análises críticas de situações cotidianas que contrastam aspectos relacionados com a ciência, a tecnologia e a sociedade (Silva & Sasseron, 2021). Esta relação encontra abrigo em diversos estudos na área da linguagem (Kleiman, 1995; Soares, 2004b), considerando que, no letramento, a aprendizagem advém de práticas sociais e não da apropriação mecânica de um código (Silva & Sasseron, 2021). Ressalta-se, ainda, o fato de Soares (2004b) afirmar que, no Brasil, o surgimento do termo letramento esteve relacionado com o fracasso de métodos e estratégias para a alfabetização dos alunos, surgindo como alternativa para estratégias que aspiram à formação de leitores e produtores de texto.

Por sua vez, a utilização do termo enculturação científica, ainda que de baixa incidência, está relacionada com a oportunidade de vivência de diferentes aspectos da cultura científica (Silva & Sasseron, 2021). Contudo, de acordo com as autoras, é possível encontrar marcas do processo de enculturação científica nas definições de letramento científico e alfabetização científica “quando estas revelam a intenção de que o ensino de ciências permita aos estudantes o contato com diferentes aspectos da investigação científica e não apenas com os conceitos, leis e teorias” (Silva & Sasseron, 2021, p. 4).

Vale ressaltar que muitas pesquisas utilizam uma dessas palavras sem justificar o porquê da sua escolha. Isso pode estar associado ao fato de estas palavras serem classificadas como sinônimos nos dicionários da língua portuguesa (Martins, 2010), não havendo, na visão dos autores, a necessidade de justificá-lo.

Tendo em vista que este estudo faz parte de um projeto maior, que está sendo realizado por investigadores de um centro de investigação de Portugal, país em que o termo mais utilizado é a literacia (Dionísio, 2007), e fundamentado nas diferenças semânticas entre alfabetização e literacia/letramento anteriormente expostas, principalmente, no fato de que a literacia/letramento está mais relacionada com a utilização das competências do que com a sua obtenção (Martins, 2010), o presente estudo optou pela utilização do termo literacia científica em detrimento dos outros análogos a este, o qual será utilizado a partir de agora para se referir a qualquer um desses termos similares.

Nesse sentido, a seguir, será discutido outro fator gerador de vigorosas polémicas e passível de debate: o seu conceito de literacia científica.

## O CONCEITO DE LITERACIA CIENTÍFICA

Desde o surgimento do termo literacia científica, uma das questões que norteia os debates na comunidade científica é a definição do seu conceito (Laugksch, 2000). De acordo com DeBoer (2000), nem mesmo Hurd e os autores do *Rockefeller Report* se atentaram para esta questão e apenas descreveram a literacia científica, de uma forma ampla, como o “conhecimento sobre a ciência e o empreendimento científico, especialmente no contexto da importância estratégica recém-adquirida da ciência na sociedade” (DeBoer, 2000, p. 587).

Além disso, o autor refere que, embora tenha havido muitas tentativas de definir o conceito de literacia científica, nenhuma delas foi universalmente aceita. Diversas são as razões para tal cenário, sendo a mais importante, na perspectiva de DeBoer (2000), “o fato de que a literacia científica é um conceito amplo que engloba muitos temas educacionais historicamente significativos que sofreram modificações ao longo do tempo” (p. 582).

Laugksch (2000), por sua vez, apresentou cinco principais fatores capazes de influenciar a interpretação do termo literacia científica, resultando em um conceito mal definido, difuso e controverso, sendo eles: “o número de diferentes grupos de interesse preocupados com a literacia científica, diferentes definições conceituais do termo, a natureza relativa ou absoluta da literacia científica enquanto conceito, diferentes propósitos para defender a literacia científica e diferentes maneiras de avaliá-la” (Laugksch, 2000, p. 74).

Dentro do primeiro fator – grupos de interesse –, o autor distingue quatro diferentes grupos. O primeiro é representado pela comunidade da educação científica, cujo interesse principal é a relação entre a educação formal e a literacia científica. O segundo, composto por cientistas sociais e pesquisadores de opinião pública, preocupa-se com o apoio público da ciência, assim como com a participação pública de atividades científicas e tecnológicas. O terceiro grupo inclui sociólogos e educadores da ciência interessados na abordagem sociológica da literacia científica e na forma como esse conhecimento é utilizado no dia a dia. E, por fim, o quarto grupo de interesse, formado pela comunidade de educação científica informal, compreendendo museus de ciências, zoológicos, jardins botânicos, jornalistas e escritores científicos, cujo interesse está na promoção de oportunidades para que o público em geral possa se familiarizar com a ciência (Laugksch, 2000).

Relativamente ao segundo fator – diferentes definições conceituais do termo –, Laugksch (2000) afirma que, ao longo das décadas que se seguiram ao aparecimento do termo literacia científica, este foi sendo desenvolvido como conceito. Desde então, um grande número de definições e interpretações foram propostas, muitas delas fundamentadas em pesquisas e outras baseadas em percepções (Laugksch, 2000). O autor faz referência a alguns autores que iniciaram o trabalho de definição do termo literacia científica, entre eles Pella et al. (1966), Showalter (1974), Shen (1975) e Branscomb's (1981). No entanto, foi John Miller, em 1983, que propôs uma definição multidimensional para a literacia científica na sua publicação *Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review* no *Daedalus - Journal of the American Academy of Arts and Sciences* (Laugksch, 2000).

Para Miller (1983), o conceito de literacia científica deve apresentar três dimensões para se tornar de fato relevante para a condição contemporânea: a compreensão dos termos científicos, o conhecimento de como a ciência está estruturada e o entendimento do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade. De acordo com o autor, até então somente as duas primeiras eram tradicionalmente utilizadas para definir a literacia científica.

No que se refere ao terceiro fator – a natureza relativa ou absoluta da literacia científica enquanto conceito –, Laugksch (2000) argumenta sobre a falta de precisão na definição da palavra *literate*, conforme apresentado na seção anterior. De acordo com o autor, o termo pode ser entendido como literato (*literate as learned*), detentor de um conhecimento (*literate as competent*) e como aquele que possui o conhecimento e as competências mínimas aceitáveis para desempenhar um determinado conjunto de funções na sociedade (*literate as able to function minimally in society*) (Laugksch, 2000).

O quarto fator apontado pelo autor – propósito e benefícios da literacia científica – leva em consideração o fato de que, embora a ideia de literacia científica seja vista como algo positivo, as razões para defendê-la ainda têm sido pouco explicitadas. Por esse motivo, Laugksch (2000) agrupou os argumentos a favor da literacia científica em duas perspectivas: macro e micro. Na ótica macro, os argumentos abordam a conexão entre a literacia científica e o bem-estar económico de uma nação, o suporte público a favor da ciência e a relação entre ciência e cultura. De acordo com Laugksch (2000), “a visão macro dos argumentos a favor da promoção da literacia científica inclui, portanto, benefícios para as economias nacionais, a própria ciência, a formulação de políticas científicas e as práticas democráticas, bem como para a sociedade como um todo” (pp. 85-86). Na visão micro, o autor afirma que uma população cientificamente literata resultará em cidadãos mais confiantes e competentes para lidar com assuntos relacionados com a ciência e a tecnologia que emergem ao longo do seu dia a dia.

Por fim, acerca do quinto fator – avaliação da literacia científica –, Laugksch (2000) aponta que a avaliação da literacia científica pode ser realizada utilizando técnicas de observação em estudos de caso e entrevistas e por meio de questionários e testes. A escolha do instrumento a ser utilizado é feita de acordo com o grupo de interesse e com o objetivo do estudo. Este aspecto será abordado mais adiante na seção sobre a avaliação da literacia científica.

Observa-se que fatores relevantes envolvem a complexidade na definição do conceito de literacia científica. Dessa forma, a seguir são apresentadas algumas das definições que parecem ser mais relevantes no contexto da educação científica.

Miller (1998) argumenta que, para ser considerado cientificamente literato, o indivíduo deve conhecer os conceitos científicos, entender a metodologia utilizada pela ciência e compreender como a ciência e a tecnologia podem interferir na sociedade. Segundo o autor, a literacia científica deve ser vista como o nível de compreensão da ciência e da tecnologia necessária para um indivíduo atuar minimamente como cidadão e consumidor na sociedade e, nesse sentido, a definição de literacia científica não implica um nível ideal, ou mesmo aceitável, de compreensão, mas sim um nível mínimo (Miller, 1998).

Em estudos anteriores (Miller, 1983a, 1987, 1989, 1992, citados por Miller, 1998), o autor argumenta que, além dos aspectos citados acima, é necessário dominar um vocabulário básico de termos e conceitos científicos. Esta ideia vai ao encontro daquela apresentada por Chassot (2003), na qual a ciência é entendida como uma linguagem e, sendo assim, ser cientificamente literato é ser capaz de ler e interpretar os fenômenos naturais. O autor define literacia científica como “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (Chassot, 2000, p. 19) e compara a dificuldade desse processo com a dificuldade de ler um texto num idioma desconhecido. Tal perspectiva é partilhada por Viechteski et al. (2012), os quais defendem que os conhecimentos adquiridos pelo indivíduo através do domínio da linguagem das ciências são “fundamentais para a sua ação na sociedade, auxiliando-o nas tomadas de decisões que envolvam o conhecimento científico” (p. 858).

Para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development* – OECD), “o conhecimento da ciência e da tecnologia de base científica contribui de forma significativa para a vida pessoal, social e profissional dos indivíduos, sua compreensão é fundamental para a preparação para a vida de uma pessoa jovem” (INEP, 2015, p. 3). Nesse sentido, a OECD define a literacia científica como “a capacidade de se envolver com questões relacionadas com a ciência e com as ideias da ciência, como um cidadão reflexivo” (OECD, 2017a, p. 22), declarando que “uma pessoa cientificamente literata está disposta a se envolver em discursos fundamentados sobre ciência e tecnologia, o que requer competências para explicar fenômenos científicamente, avaliar e projetar investigações científicas e interpretar dados e evidências científicamente” (p. 22).

Por sua vez, o Conselho da União Europeia (*Council of the European Union* – CEU), referindo-se à literacia científica como competência em ciência (Siarova et al., 2019), a concebe como uma

competência-chave, relacionada com a “capacidade e a disposição de explicar o mundo natural utilizando o conjunto de conhecimentos e a metodologia empregada, incluindo observação e experimentação, para identificar perguntas e tirar conclusões baseadas em evidências” (Council of the European Union, 2018, p. 9). O CEU associa a competência em ciência às competências em tecnologia e engenharia, pelo fato destas estarem relacionadas com as aplicações de conhecimentos e metodologias da competência em ciência, em virtude de aspirações ou necessidades humanas (Council of the European Union, 2018). Nesse sentido, “as competências em ciência, tecnologia e engenharia envolvem uma compreensão das mudanças causadas pela atividade humana e da responsabilidade como cidadão individual” (Council of the European Union, 2018, p. 9).

Siarova et al. (2019) alegam que, embora a OECD e o CEU apliquem conceitos distintos, a essência do conceito de literacia científica e de competência científica é semelhante, evidenciando a importância da compreensão do impacto da ciência, da tecnologia e da atividade humana na sociedade e a responsabilidade dos cidadãos.

O Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (*National Research Council – NRC*), através dos Padrões Nacionais de Educação Científica (*National Science Education Standards*), documento que estabelece o que estudantes estadunidenses precisam conhecer, entender e ser capazes de saber fazer para serem considerados cientificamente literatos em cada série/ano, define literacia científica como “o conhecimento e a compreensão dos conceitos e processos científicos necessários para a tomada de decisões pessoais, a participação em assuntos cívicos e culturais e a produtividade econômica” (NRC, 1996, p. 22). De acordo com o documento, ser cientificamente literato significa que

uma pessoa pode perguntar, encontrar ou determinar respostas a perguntas derivadas da curiosidade sobre experiências cotidianas. Isso significa que uma pessoa tem a capacidade de descrever, explicar e prever fenômenos naturais. A literacia científica implica ser capaz de ler com compreensão artigos sobre ciência na imprensa popular e participar de conversas sociais sobre a validade das conclusões. A literacia científica implica que uma pessoa possa identificar questões científicas subjacentes às decisões nacionais e locais e expressar posições que sejam científica e tecnologicamente informadas. Um cidadão literato deve ser capaz de avaliar a qualidade das informações científicas com base em sua fonte e nos métodos usados para gerá-las. A literacia científica também implica a capacidade de apresentar e avaliar argumentos com base em evidências e de aplicar adequadamente as conclusões de tais argumentos. (NRC, 1996, p. 22).

O diretor do Projeto 2061, desenvolvido pela Associação Americana para o Avanço da Ciência (*American Association for the Advancement of Science – AAAS*), George Nelson, em seu artigo *Science Literacy for All in the 21st Century* (Nelson, 1999), aponta que, de acordo com as instituições AAAS, Academia Nacional de Ciências e Associação Nacional de Professores de Ciências (*National Academy of Sciences e National Science Teachers Association – NSTA*), a literacia científica consiste no “conhecimento de determinados fatos, conceitos e teorias científicas importantes; o exercício de hábitos mentais científicos; e compreensão da natureza da ciência, as suas conexões com a matemática e a tecnologia, o seu impacto sobre os indivíduos e o seu papel na sociedade” (Nelson, 1999, p. 15).

Bybee (2012) refere-se à literacia científica como o objetivo central da educação científica, tratando-se do “conhecimento científico e uso desse conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões relacionadas à ciência” (p. 65).

Howell e Brossard (2021), por sua vez, criticam as definições anteriores e defendem que, devido à complexidade contemporânea da ciência, das questões sociais e das redes de informação, uma definição de literacia científica deve considerar “todo o ‘ciclo de vida das informações científicas’” (p. 1). Embora não proponham uma definição para a literacia científica, os autores sustentam que, na atualidade, um indivíduo cientificamente literato necessita de capacidades e competências que lhe permita

1) compreender como a ciência é produzida e o que isso significa para o modo como a ciência se relaciona com a sociedade mais ampla, ou “literacia científica cívica”; 2) compreender como as informações científicas aparecem e se propagam pelos sistemas de mídia, ou “literacia científica em mídia digital”; e 3) compreender como as pessoas interpretam as informações

científicas quando se deparam com elas, ou “literacia científica cognitiva”. (Howell & Brossard, 2021, p. 2).

DeBoer (2000), numa perspectiva singular, sugere que se deva aceitar “o fato de que a literacia científica é simplesmente sinônimo de compreensão da ciência pelo público e que esse é necessariamente um conceito amplo” (p. 594). Segundo o autor, alguns investigadores admitiram que a literacia científica é apenas um lema útil para educadores e pesquisadores da área do ensino apoiarem a melhoria do ensino de ciências e, desta forma, “falar de literacia científica é simplesmente falar da própria educação científica” (DeBoer, 2000, p. 582).

Em um estudo mais recente, Rudolph (2023) afirma que a literacia científica é simplesmente “a compreensão da ciência que idealmente esperaríamos de um não especialista, ou seja, alguém que não esteja em uma carreira que implique o uso técnico de conceitos científicos, teorias, vocabulário, técnicas e afins” (p. 521). Em sua pesquisa, o autor afirma existirem diversas acepções para o termo literacia científica e apresenta quatro que, para ele, são as mais proeminentes, as quais são descritas a seguir.

Na primeira, estabelecida entre as décadas de 1950 e 1960, a fim de manter a elite científica num sistema político democrático, a literacia científica foi definida como o conhecimento necessário para que “o cidadão comum aprenda o suficiente sobre os cientistas e sobre como eles trabalham para apreciar e apoiar o empreendimento científico” (Rudolph, 2023, p. 526). Nesse sentido, a educação científica era concebida para fomentar o apreço e o respeito do público pela ciência, a fim de garantir a continuidade do financiamento público (Rudolph, 2023).

Na segunda acepção, iniciada no início da década de 1970 e mais voltada para uma compreensão crítica da ciência e da sociedade, o entendimento de literacia científica estava mais associado à compreensão das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Esta mudança se fez necessária devido a um seguimento crescente do público que passou a vincular a ciência com as armas de guerra, com a poluição do meio ambiente e com os perigos para a saúde e para o bem-estar. Desta forma, a definição de literacia científica passou a incluir o reconhecimento dos efeitos nocivos e das limitações do empreendimento científico, numa tentativa de reabilitar a imagem da ciência e “reconduzir o público à era de ouro do generoso apoio federal aos cientistas e à pesquisa científica”, referindo-se às duas décadas anteriores (Rudolph, 2023, p. 527).

A terceira acepção, que surgiu no fim da década de 1970, ganhando força nas duas décadas a seguir, relacionava-a mais com o desenvolvimento económico. Nesse período, a ideia de literacia científica passou a estar mais associada com o desenvolvimento de “competências técnicas e habilidades profissionais para aqueles que estão prestes a ingressar em carreiras relacionadas com a ciência, bem como para o público em geral, que não é ligado à ciência, eliminando assim os limites entre os dois” (Rudolph, 2023, p. 527).

Por fim, a quarta acepção, uma das mais recentes, associa a literacia científica ao conhecimento básico do conteúdo de ciências. Rudolph (2023) alega que esta visão teve origem no crescente enfoque nas avaliações padronizadas, que ganharam força na década de 1970, principalmente nos Estados Unidos. Afirma, ainda, que o surgimento dos testes de literacia científica e, no final do século XX e início do século XXI, das avaliações internacionais Estudo Internacional de Tendências em Matemática e Ciências (*Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS*) e do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (*Programme for International Student Assessment – PISA*), fez com que o conceito de literacia científica fosse reduzido a algo que pode ser testado, normalmente, associado à recordação de fatos básicos (Rudolph, 2023).

Dentre os muitos esforços empenhados na tentativa de descrever o conceito e sistematizar os elementos da literacia científica, o estudo de Roberts (2011), que ampliou a discussão do seu estudo de 2007 (Roberts, 2007), e de Valladares (2021) têm grande relevância, principalmente no contexto escolar. Roberts (2011), com o intuito de discutir e analisar a concorrência sobre o conceito de literacia científica e de não se perder nos pormenores associados às dezenas de definições para o termo, compilou diversas significações presentes na literatura do campo de investigação em educação em ciências e as organizou em duas visões majoritárias recorrentes nos currículos para educação científica, visões I e II. Para o autor, “uma visão fornece aos educadores profissionais, investigadores, legisladores e ao público

uma resposta à pergunta geral: 'O que uma pessoa cientificamente literata deve saber e ser capaz de fazer?' (Assim, 'imaginamos' a pessoa cientificamente literata)." (Roberts, 2011, p. 12).

A visão I, considerada internalista (Silva & Sasseron, 2021), está mais relacionada com os produtos, os processos e as características do empreendimento científico, bem como com o desenvolvimento da compreensão conceitual, ou seja, com a disciplina de ciências propriamente dita (Roberts, 2011). De acordo com Roberts (2011), na perspectiva da visão I, a ciência escolar está orientada para desenvolver um conjunto de potenciais cientistas.

A visão II, considerada externalista (Silva & Sasseron, 2021), refere-se aos aspectos e situações em que a ciência desempenha comprovadamente um papel nos assuntos humanos, ou seja, que a ciência expressa, impõe e recebe da sociedade, incluindo, mas não se limitando, ao pensamento e à atividade científica (Roberts, 2011). Na ótica da visão II, mais alinhada com a abordagem CTS e, mais recentemente, com o movimento da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), a ciência escolar está orientada para que os alunos compreendam e enfrentem situações relacionadas com a ciência que, quando adultos, se confrontarão como cidadãos (Roberts, 2011).

De acordo com o autor, a principal diferença entre a visão I e II não está na definição de literacia científica, mas nos propósitos formativos (Roberts, 2011). Tais propósitos, segundo Silva e Sasseron (2021) orientam a escolha dos conteúdos, dos objetivos e das abordagens didáticas adotadas em sala de aula, reconhecendo que a visão I envolve elementos e atividades tradicionais, enquanto a visão II considera as ações e as relações do ensino de ciências no dia a dia dos alunos. Valladares (2021) corrobora a ideia, afirmando que ambas as visões resultam do avanço da investigação no âmbito da abordagem CTS mas, enquanto a visão I reflete uma imagem positivista da ciência, isolada da sociedade, "cujas práticas de ensino se concentravam em alcançar os conceitos canônicos da ciência" (p. 564), a visão II repercute uma ciência pós-positivista, vinculada à sociedade, "cujas práticas de ensino mudaram, concentraram-se no contexto tecnológico e social no qual a ciência é desenvolvida" (p. 565).

Em seu estudo, Valladares (2021) analisou as principais visões de literacia científica desenvolvidas nos últimos 20 anos e caracterizou o contexto histórico associado às duas visões propostas por Roberts (2011), apresentando uma terceira visão. De acordo com Valladares (2021), essa nova visão advém do avanço dos estudos em CTS, que permitiu demonstrar como a sociedade e a cultura são co-construídas pela ciência, exigindo uma nova visão de literacia científica.

A visão III, além de expandir o escopo conceitual de literacia científica desenvolvido na visão II, assume o ensino de ciências para além da sua contextualização social e agrega questões relacionadas com o envolvimento social e o impacto cidadão (Valladares, 2021). Essa visão compreende três aspectos inovadores: a fusão dos significados fundamentais e derivados de literacia científica; a introdução das noções de engajamento e participação na ciência; e a inclusão de uma agenda política e emancipatória alinhada com os valores de equidade e de justiça social (Valladares, 2021).

Para a autora, esses três aspectos alinham a visão III com os desafios do século XXI, em virtude de este estar mais propenso à volatilidade, à incerteza, à complexidade, à ambiguidade e ser cada vez mais difícil de antever e gerir. Alega ainda que,

a fim de transformar as relações humanas e, consequentemente, os diferentes mecanismos de injustiça e de lacunas econômicas, culturais e sociais, e alterar as crescentes expressões de ódio e violência contra determinados grupos sociais, bem como interromper a exacerbação da crise ambiental, não basta contextualizar a ciência e refletir sobre seus múltiplos riscos e impactos, mas é necessária uma orientação diferente da educação científica e um conjunto de competências que promovam maior ativismo social e ação individual e coletiva. (Valladares, 2021, p. 565)

Silva e Sasseron (2021) corroboram a ideia, afirmando que a visão III de Valladares (2021) integra e transcende as construções teóricas presentes nas visões I e II de Roberts (2011), atualizando a ideia de literacia científica necessária para o século XXI.

Em síntese, percebe-se que, desde a origem do termo até aos dias atuais, diversos estudos procuraram identificar, clarificar, categorizar e discriminar a ideia de literacia científica e o seu real significado para a educação científica e para o público (Rudolph, 2023). No entanto, o fato é que "a literacia científica, em outras palavras, nunca foi realmente uma coisa específica" (Rudolph, 2023, p. 528) e que não há uma identidade ou um significado único para o termo.

A existência de múltiplas definições reflete a complexa tarefa de dar significado à literacia científica, pois trata-se de um conceito que está em constante mudança e sujeito a contextos sociais, culturais e políticas (Queiruga-Dios et al., 2020; Rudolph, 2023). Essa conjuntura está relacionada com o fato de que, desde meados do século passado, os estudos na área da educação em ciências discutem e incorporam novas perspectivas à ideia de literacia científica, a qual, na atualidade, deve ser mais ampla e explicitamente voltada à transformação social (Silva & Sasseron, 2021). Além disso, é preciso reconhecer que, conforme afirmam Kauano e Marandino (2022), o conceito de literacia científica, assim como o do movimento CTS, se desenvolveu ao longo do tempo e a partir de diferentes conceções de ciência e da sua relação com a educação e com a sociedade.

Ainda assim, a análise realizada descreve de forma concisa como a literacia científica deixou de limitar-se à leitura e escrita de textos científicos para incluir o âmbito social, substituindo uma visão transmissiva por uma visão transformadora. Além disso, é possível afirmar que, dentro deste conglomerado de definições, atualmente, a literacia científica, além de incluir competências cognitivas, afetivas, comunicativas e tecnológicas, está associada às competências e ao conhecimento científico-tecnológico necessários para: compreender a ciência, explicar fenômenos naturais, solucionar problemas, participar ativamente em questões relacionadas com assuntos científicos e para compreender as suas diversas aplicações na sociedade, como nas ciências médicas, na engenharia, nas telecomunicações, entre outras áreas, que permitem uma maior participação e envolvimento da ciência num contexto social (Valladares, 2021).

Uma vez apresentadas as questões conceituais básicas que envolvem os debates a respeito da literacia científica, a seção a seguir analisará como ela tem sido avaliada ao longo do tempo. Embora esta análise não se debruce sobre o debate acerca do conceito de literacia científica, ilustra a forma como ela tem sido avaliada e apresenta alguns dos principais instrumentos utilizados para avaliá-la.

## **A AVALIAÇÃO DA LITERACIA CIENTÍFICA**

Apesar do vigoroso debate em torno do termo e do conceito de literacia científica, até à década de 1980 poucas pesquisas eram realizadas com o objetivo de avaliá-la (Miller, 1983; Rudolph, 2023). Segundo Miller (1983), antes da década de 1960 os testes eram realizados a nível escolar e, na sua maioria, aplicados a populações selecionadas de algumas escolas, o que, para uma avaliação nacional, era insuficiente.

No ano de 1979, uma pesquisa americana, realizada pela Fundação Nacional da Ciência dos Estados Unidos (*National Science Foundation*), aplicou um teste a adultos a fim de avaliar as suas atitudes em relação à ciência e à tecnologia. O teste utilizou uma amostra considerável da população estadunidense, contando com uma quantidade de itens suficientes para medir cada uma das três dimensões da literacia científica e, para que o indivíduo pudesse ser considerado cientificamente literato, era necessário um mínimo de acertos em cada uma das três áreas (Miller, 1983). Os resultados da pesquisa indicaram que apenas 7% dos avaliados foram qualificados como cientificamente literatos, dos quais a maioria eram homens, com idade acima de 35 anos e universitários graduados. Miller (1983) salienta que mesmo entre os licenciados, apenas um quarto foi considerado cientificamente literato.

Na década de 1980, principalmente após a publicação do artigo de Miller (1983), muitos trabalhos passaram a ser conduzidos com o objetivo de avaliar o conhecimento dos alunos em relação às três dimensões de literacia científica (Laugksch & Spargo, 1996a). Em outro artigo (Laugksch & Spargo, 1996b), os autores afirmam que as dimensões propostas por Miller (1983) – a natureza da ciência, o conhecimento da ciência e o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade – orientaram a maioria das pesquisas nacionais e internacionais a respeito da literacia científica, as quais vêm sendo realizadas nos Estados Unidos, Grã-Bretanha, Comunidade Europeia, China, Japão, Suécia, Canadá, Austrália e Coreia do Sul.

Contudo, Laugksch e Spargo (1996b) alegam que na maior parte das pesquisas que desenvolveram instrumentos de avaliação da literacia científica, os pesquisadores propuseram testes separados para cada uma dessas dimensões. Os autores apresentam os testes mais reconhecidos até então, elaborados a fim de avaliar uma das três dimensões da literacia científica propostas por Miller (1983), são

eles: o *Test on Understanding Science* (TOUS), elaborados por Cooley and Klopfer em 1961; o *Nature of Scientific Knowledge Scale* (NSKS), proposto por Rubba and Anderson em 1978; o *Nature of Science Scale* (NOSS) criado por Kimball em 1968; e o *Views of Science-Technology-Society* (VOSTS), elaborado por Aikenhead e Ryan em 1992.

Gormally et al. (2012) corroboram a ideia, afirmando que diversos instrumentos foram desenvolvidos para avaliar aspectos individuais de competências relacionadas com a literacia científica, mas nenhum é capaz de medir todas as competências. Em seu estudo, as autoras apresentam apenas 11 instrumentos, os quais incluem itens sobre competências relativas aos processos científicos não laboratoriais, como a definição de ciência, sobre o vocabulário e o conteúdo da ciência, sobre o pensamento e o raciocínio crítico e sobre a qualidade, a credibilidade e a interpretação da pesquisa científica.

Fives et al. (2014), alegam que os instrumentos atuais se baseiam em algum grau de conhecimento complexo de uma ou mais disciplinas científicas específicas e que a maioria não inclui a avaliação da atitude dos alunos em relação à ciência. Coppi et al. (2023c), ao realizarem uma revisão sistemática de literatura sobre a avaliação da literacia científica a partir da década de 1990, identificaram somente 13 instrumentos, utilizados em 43 estudos. Os autores constataram que a maioria dos instrumentos avalia as diferentes competências de literacia científica e foram desenvolvidos para os alunos do Ensino Médio.

Laugksch e Spargo (1996b) também evidenciaram que a maior parte dos instrumentos desenvolvidos apresentavam limitações metodológicas consideráveis. Com exceção daqueles que avaliam a dimensão do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, os instrumentos têm se baseado em um número relativamente pequeno de itens, com validade de conteúdo não especificada (Laugksch & Spargo, 1996b). Os autores revelam, ainda, que muitas das pesquisas recorriam a entrevistas e a questionários presenciais ou por telefone, o que tornava o estudo caro e demorado, restringindo o seu uso a pesquisas com alto financiamento e com poucos participantes.

Os estudos de Gormally et al. (2012) e de Coppi et al. (2023c) reforçam tais limitações metodológicas, principalmente no que diz respeito à apresentação dos processos de validação dos instrumentos. Gormally et al. (2012), considerando os estudos analisados, afirmam que as propriedades psicométricas dos instrumentos utilizados nestes estudos que avaliaram a literacia científica eram desconhecidas, sendo este fator limitador para a generalização dos resultados.

Coppi et al. (2023c), por sua vez, identificaram que apenas seis dos 13 instrumentos identificados apresentam e descrevem os processos de recolha de evidências de validade baseadas no conteúdo e na estrutura interna. Dos outros sete, quatro indicam-nos, mas não os descrevem, e três retratam parcialmente os processos, especificando apenas a recolha de evidências de validade baseadas na estrutura interna dos instrumentos, deixando as evidências de validade baseadas no conteúdo apenas com a informação de que o instrumento passou pela avaliação de um painel de especialistas (Coppi et al., 2023c).

Levando em consideração a diversidade de instrumentos desenvolvidos desde a década de 1980, a fim de avaliar conteúdos e competências específicas nas diversas áreas das ciências, a seguir, serão abordados os cinco instrumentos mais utilizados nas publicações indexadas nas bases de dados B-On, SciELO, Google Académico e RCAAP, a saber: o *Test of Basic Scientific Literacy* (TBSL), o *Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS), o *Scientific Literacy Assessment* (SLA), o *Global Scientific Literacy Questionnaire* (GSLQ) e o *Scientific Inquiry Literacy* (ScInqLiT) (Coppi et al., 2023c). Acrescenta-se a estes o instrumento de Avaliação da Literacia Científica Essencial (ALCE), desenvolvido por Coppi et al. (2023b), um instrumento de análise qualitativa, desenvolvido por Sasseron e Carvalho (2008), e dois instrumentos internacionais de avaliação, o PISA e o TIMSS.

## **Os instrumentos**

Embora não se trate de um instrumento propriamente dito, Sasseron e Carvalho (2008) sugerem uma análise qualitativa da presença de indicadores de literacia científica em argumentações feitas pelos alunos após uma sequência didática de investigação proposta pelas autoras. Elas afirmam que as

habilidades associadas ao trabalho do cientista como a seriação, organização e classificação das informações, raciocínio lógico e proporcional, levantamento e teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação são trabalhadas e desenvolvidas pelos alunos em sala de aula e podem atuar como indicadores da literacia científica.

Esses indicadores representam competências das ciências e do fazer científico “desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele” (Sasseron & Carvalho, 2008, p. 338).

No que se refere aos instrumentos de avaliação, os pesquisadores Laugksch e Spargo (1996a) desenvolveram e validaram um instrumento capaz de avaliar a literacia científica dos estudantes finalistas do Ensino Médio, o TBSL. O teste é composto por 110 itens, no formato “verdadeiro-falso-não sei”, baseados em cinco secções do *Science for All Americans*, programa desenvolvido pelo Projeto 2061 da AAAS, que estabelece recomendações sobre os conhecimentos e as competências que todos os estudantes americanos deveriam ter nas disciplinas científicas ao concluírem o Ensino Médio (AAAS, 1989).

Os itens do TBSL cobrem “ideias e atitudes importantes sobre a ciência, cuja compreensão foi considerada por centenas de especialistas, com o objetivo de abranger o sentido do indivíduo cientificamente alfabetizado” (Nascimento-Schulze, 2006, p. 102). Para isso, o teste é dividido em três subtestes distintos, baseados nas três dimensões constitutivas de literacia científica propostas por Miller (1983), a saber: natureza da ciência, conhecimento do conteúdo da ciência e impacto da ciência e da tecnologia na sociedade.

Outro instrumento disponível é o TOSLS, desenvolvido e validado por Gormally et al. (2012) com base nas

definições-chave estabelecidas em documentos e análises de políticas educacionais para definir os principais aspectos da literacia científica para este instrumento (AAAS, 1993, 2010; National Academy of Sciences, 1997; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003; Sundre, 2003; Picone et al., 2007; Holbrook e Rannikmae, 2009; Bray Speth et al., 2010). (Gormally et al., 2012, p. 336).

O TOSLS é composto por 28 itens de múltipla escolha especificamente elaborados para avaliar a qualidade da informação e dos argumentos científicos expostos na mídia por cientistas, por meio de evidências e dados. Segundo as autoras, os itens estão contextualizados “em torno de problemas do mundo real, por exemplo, avaliar a confiabilidade de um site da internet que contém informações científicas ou determinar o que constituiria evidência para apoiar a eficácia de um produto de condicionamento físico” (Gormally et al., 2012, p. 365).

As autoras sugerem que o TOSLS seja aplicado no início e fim do processo educacional para que ele seja capaz de detectar os ganhos na aprendizagem entre o pré e pós teste. Dessa maneira, o TOSLS objetiva a identificação da lacuna entre a literacia científica que está a ser ensinada pelos professores e aquela que está a ser aprendida pelos alunos (Gormally et al., 2012).

O SLA, elaborado por Fives et al. (2014), representa um dos poucos instrumentos desenvolvidos para avaliar a literacia científica dos alunos do Ensino Fundamental II. Segundo os autores, as competências e as habilidades consideradas como necessárias para a literacia científica utilizadas na construção do SLA foram baseadas em documentos propostos por agências de educação científica, como a AAAS, a NSTA, a NRC e a OECD (Fives et al., 2014). A partir destes documentos foram geradas seis componentes da literacia científica, a saber: o papel da ciência, o pensar e o fazer científicos, a ciência e a sociedade, letramento em mídia científica, a matemática na ciência e a motivação e as crenças científicas (Fives et al., 2014).

O instrumento é dividido em duas secções distintas, a *SLA-Demonstrated* e a *SLA-Motivation and Beliefs*. A primeira seção é composta por 26 itens de múltipla escolha relacionados com os componentes cognitivos da literacia científica, como o papel da ciência, o pensamento científico, a relação entre ciência e sociedade e a importância da matemática na ciência. A segunda, contém 25 itens no formato da escala de *Likert*, que examinam os componentes afetivos da literacia científica, como a autoeficácia, a epistemologia pessoal para a ciência, a motivação e as crenças (Fives et al., 2014).

O GSLQ, proposto por Mun et al. (2015), é composto por 48 itens que avaliam a literacia científica em relação aos hábitos de pensamento, ao caráter e aos valores, à ciência como uma atividade humana e à metacognição e à autogestão. Desenvolvido para avaliar alunos do Ensino Médio, o instrumento é alicerçado nas conceções de literacia científica propostas por estudos que representam uma síntese da pesquisa sobre literacia científica (Mun et al., 2015).

O ScInqLiT, desenvolvido por Wenning (2007), avalia diferentes competências de literacia científica, tais como: identificar e controlar variáveis; reconhecer e analisar explicações e modelos alternativos; tirar conclusões apropriadas das evidências; compreender e analisar os dados; construir e interpretar gráficos; elaborar hipóteses; projetar procedimentos experimentais; e identificar problemas a serem investigados (Wenning, 2007). De acordo com o autor, o teste baseia-se no documento *Science and Its Ways of Knowing* e não deve ser interpretado como um teste de desempenho, mas como um instrumento capaz de identificar fragilidades na compreensão dos alunos, de melhorar a prática educacional e de avaliar a eficácia do programa educacional referente às competências da investigação científica. Composto por 35 itens, o ScInqLiT é destinado aos alunos dos Ensinos Fundamental II e Médio.

Por fim, o ALCE, desenvolvido por Coppi et al. (2023b), avalia as competências de literacia científica dos alunos no final do Ensino Fundamental II, nos domínios cognitivos de compreensão, análise e avaliação de fenômenos, problemas e situações do quotidiano que envolvam conhecimentos e competências de conteúdos desenvolvidos nas disciplinas de Ciências Naturais e Físico-Química (Coppi et al., 2023b). O instrumento é composto por 34 itens, em um formato adaptado do verdadeiro-falso, fundamentados nos principais documentos curriculares portugueses em vigência, e apresenta-se como uma ferramenta útil para identificar possíveis lacunas entre os objetivos de ensino e a proficiência dos alunos em literacia científica e para que os professores possam refletir sobre as metodologias, planos de aula e estratégias usadas em sala de aula, a fim de alterá-los para melhor desenvolver a literacia científica dos alunos (Coppi et al., 2023b).

Relativamente às avaliações internacionais, dois instrumentos têm grande importância na avaliação da literacia científica, o PISA e o TIMSS. O PISA é um programa de avaliação internacional, organizado pela OECD, realizado trienalmente, desde 2000. Destina-se aos alunos na faixa etária dos 15 anos dos países da OECD e de economias parceiras e tem por objetivo principal fornecer indicadores capazes de auxiliar o processo de desenvolvimento de políticas públicas educacionais dos países participantes (OECD, 2017b).

A avaliação abrange as áreas do conhecimento da leitura, matemática e ciências e adota a perspectiva da literacia. Em relação à área da leitura, o PISA avalia até que ponto os alunos são capazes de utilizar as suas competências de leitura para interpretar diversos tipos de textos que, provavelmente, irão contactar durante a sua vida. Na matemática, é avaliado o uso do conhecimento e das competências matemáticas para resolver diferentes desafios e problemas numéricos e espaciais. E na área da ciência, o PISA avalia a capacidade de utilizar os conhecimentos e competências científicas para compreender, interpretar e resolver situações e desafios científicos (OECD, 2017b).

O PISA enfatiza a aplicação dos conhecimentos e das competências aprendidas na escola para a resolução de problemas e de desafios de situações cotidianas. Mais do que avaliar o domínio de um conteúdo escolar específico pelos alunos, a avaliação do PISA analisa a

capacidade de usar seus conhecimentos e competências para enfrentar os desafios da vida real. Essa orientação reflete uma mudança nas metas e objetivos curriculares, concentrando-se mais no que os alunos podem fazer com o que aprendem na escola. (OECD, 2017b, p. 22).

Na área da ciência, foco das provas de 2006 e 2015, avalia-se a literacia científica mais relacionada com a visão II de Roberts (Valladares, 2021), a qual é definida pelo PISA como “a capacidade de se envolver com questões relacionadas à ciência e com as ideias da ciência, como um cidadão reflexivo” (OECD, 2017a, p. 22) e requer competências para

explicar fenômenos cientificamente - reconhecer, oferecer e avaliar explicações para uma série de fenômenos naturais e tecnológicos; avaliar e projetar investigações científicas - descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente; interpretar

dados e evidências cientificamente - analisar e avaliar dados, afirmações e argumentos em uma variedade de representações e tirar conclusões científicas apropriadas. (OECD, 2017a, p. 22).

O TIMSS também é uma avaliação comparativa internacional. Patrocinado pela Associação Internacional para a Avaliação do Desempenho Educacional (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement – IEA*), o TIMSS avalia a cada quatro anos, desde 1995, os conhecimentos dos alunos dos 4.º e 8.º anos de escolaridade, nas áreas da matemática e das ciências. Os resultados da avaliação permitem estabelecer uma comparação entre os níveis de ensino dos alunos dos países participantes e auxilia a tomada de decisão e acompanhamento das reformas curriculares e de práticas de ensino em matemática e ciências (NCES, 2018).

Embora o TIMSS não explice o termo literacia científica, é possível verificar a sua presença no enquadramento de avaliação (IEA, 2017), estando mais associada à visão I de literacia científica de Roberts (Valladares, 2021). Este deixa claro que, na medida em que a compreensão da ciência dos alunos se desenvolve, eles se tornam “cada vez mais capazes de tomar decisões informadas sobre si mesmos e sobre seu mundo para que, quando adultos, possam se tornar cidadãos informados, capazes de distinguir fatos científicos de ficção e compreender a base científica de importantes questões sociais, econômicas e ambientais” (IEA, 2017, p. 29).

A avaliação de ciências dos 4.º e 8.º anos diferenciam-se quanto aos conteúdos, porém baseiam-se nos mesmos domínios cognitivos: conhecer, aplicar e raciocinar. De acordo com a IEA (2017),

na quarta série, há mais ênfase em ciências da vida do que em sua contraparte, a biologia, na oitava série. Na oitava série, a física e a química são avaliadas como domínios de conteúdo separados e recebem mais ênfase do que na quarta série, na qual são avaliadas como um único domínio de conteúdo (ciências físicas). Os três domínios cognitivos (conhecimento, aplicação e raciocínio) são os mesmos em ambas as séries, abrangendo a gama de processos cognitivos envolvidos no aprendizado de conceitos científicos e, em seguida, na aplicação desses conceitos e no raciocínio com eles. (p. 30).

Relativamente aos instrumentos mais utilizados na literatura apresentada, observa-se que estes se baseiam em diferentes programas, parâmetros e referenciais de literacia científica. Além do fato de cada instrumento ter sido desenvolvido para determinado país e contexto, essas diferenças também podem estar associadas às questões anteriormente discutidas, principalmente no que diz respeito ao conceito de literacia científica. Em referência às avaliações internacionais, observa-se que estas estão alicerçadas em objetivos concretos de literacia científica e que, independentemente do conceito utilizado, fornecem, para além de comparações entre os países participantes, relatórios individuais que têm como objetivo contribuir para as tomadas de decisão a respeito da educação de cada país.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo teve como objetivo realizar uma abordagem crítica e histórica das características mais discutidas pela comunidade científica acerca da literacia científica e permitiu demonstrar que o grande debate em torno desta temática assenta, principalmente, em cinco dissensos: a perspectiva teórica, a tradução das palavras *literacy* e *literate* e do termo *scientific literacy* e os seus respetivos significados, a definição do conceito de literacia científica e a forma de avaliá-la.

Compreende-se que, apesar das diferenças semânticas observadas nas traduções e nos significados das palavras originadas, a maioria dos autores utiliza as palavras *literate*/letrado/literato/alfabetizado como sinônimos, ao se referir a um indivíduo que é capaz de ler e escrever, mas que também é detentor do conhecimento. No que se refere à utilização desses três termos, observou-se que, em Portugal, privilegia-se o emprego do termo literacia científica, enquanto no Brasil preferem-se os termos letramento científico e alfabetização científica, a depender das acepções teóricas dos investigadores. Vale ressaltar que, no idioma português, esta forma de entender a tradução de *literate* e, consequentemente, de *literacy*, associa esta última mais ao significado de literacia/letramento do que ao de alfabetização, uma vez que, como discutido anteriormente, o significado de alfabetização está mais relacionado com a capacidade de ler e de escrever.

É de se referir, também, que, para muitos autores, em especial no Brasil, o debate acerca da utilização dos termos letramento científico ou alfabetização científica parece estar muito mais vinculado ao campo de pesquisa da linguística e do ensino da língua do que ao campo de pesquisa em ensino de ciências. Fato este que reforça a ideia de que a adoção de um ou outro termo pode ser entendido a partir das perspectivas teóricas assumidas.

No que diz respeito ao conceito de literacia científica, fica evidente que este passou de uma visão transmissiva de conhecimentos científicos para uma visão sociocultural, a qual considera a relação do ensino da ciência com a sociedade, e, por fim, para uma visão transformadora, comprometida com a participação, a emancipação, o engajamento e o impacto social dos cidadãos e alinhada com os valores de equidade e de justiça social.

Constata-se, no entanto, que o conceito de literacia científica integra uma multiplicidade de significados que, geralmente, o associa à compreensão da ciência. Com o intuito de assumi-lo não apenas como um sinônimo de entendimento público da ciência, conforme recomendam alguns autores, mas ainda considerá-lo como um conceito amplo e estabelecer um conceito síntese, resultado da análise que foi realizada neste estudo, propõem-se uma definição que assume a literacia científica como a compreensão do empreendimento científico e a utilização consciente dos conhecimentos científicos e tecnológicos para a resolução de problemas, para a explicação de fenômenos naturais do cotidiano, assim como para a participação ativa em debates de assuntos científicos que envolvem a sociedade, respaldada por argumentos científicos e tecnologicamente fundamentados, permitindo ao indivíduo atuar como cidadão.

Quanto ao processo de avaliação da literacia científica, observa-se que este passou a ser foco de interesse principalmente após a década de 1980, quando muitas pesquisas tiveram como objetivo a avaliação do nível de literacia científica dos indivíduos. Verifica-se que a maioria dos instrumentos desenvolvidos antes dos anos 2000 avaliam apenas uma dimensão da literacia científica. No caso dos demais instrumentos, constatou-se que estes avaliam diferentes competências e conteúdos relacionados com a literacia científica.

Ainda assim, fica evidente o fato de que uma grande quantidade de pesquisas que desenvolveram instrumentos de avaliação da literacia científica, durante ambos os períodos, não apresentam claramente os processos de recolha de evidências de validade utilizados na construção dos instrumentos e, quando os apresentam, estes afiguram-se frágeis e incompletos. O estudo também revela o número reduzido de instrumentos de avaliação da literacia científica, principalmente para os alunos do Ensino Fundamental II.

No âmbito internacional, o PISA e o TIMSS, além de atuarem como avaliações comparativas em larga escala, realizam um diagnóstico da situação da educação científica de cada país participante, fornecendo importantes indicadores do nível de literacia científica dos alunos respondentes.

Em síntese, o estudo revela alguma complexidade em traduzir e adaptar conceitos entre diferentes idiomas e contextos e demonstra que, apesar desta questão, a perspectiva teórica dos autores tem grande impacto na opção de utilização de um termo ou de outro. Evidencia, também, que não existe um conceito sólido e imutável de literacia científica e que este modifica-se em função do tempo, dos contextos, dos momentos históricos, entre outros fatores. Aponta, ainda, a necessidade do desenvolvimento de novos instrumentos de avaliação da literacia científica, para os diversos setores e atores da sociedade, inclusive instrumentos de avaliação de sala de aula, a fim de obter mais informações para o aprimoramento da educação científica. Por fim, demonstra que a literacia científica é objeto de estudos de âmbito internacional e que, embora existam controvérsias, esta apresenta-se como o principal objetivo do ensino de ciências.

O debate aqui apresentado mostra-se especialmente relevante para o ensino de ciências, uma vez que os aspectos discutidos refletem diretamente na ideia e na interpretação do que é e de como avaliar a literacia científica. Consequentemente, é necessário que, ao lidar com as questões que envolvem a literacia científica, estes aspectos estejam claros e contextualizados com as implicações socioculturais atuais.

Nesse sentido, sugere-se que a comunidade científica, em futuras pesquisas sobre o conceito de literacia científica, se posicione acerca destes fatores geradores de polémicas, por exemplo, explicando o porquê do termo utilizado e definindo o seu significado. Apesar deste posicionamento não resultar

propriamente no fim das discussões a respeito desses aspectos sobre a literacia científica, pode ajudar na diminuição de desentendimentos e dubiedades, contribuindo para o desenvolvimento e a interpretação do conceito e, consequentemente, para a educação científica em geral.

## REFERÊNCIAS

- AAAS. (1989). *Project 2061: science for all americans*. Oxford University Press.
- Benavente, A., Rosa, A., Costa, A. F. & Ávila, P. (1996). *A literacia em Portugal*. Fundação Calouste Gulbenkian.
- Bybee, R. (2016). Scientific literacy. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 944–946). Springer.
- Bybee, R. (2012). Scientific Literacy in Environmental and Health Education. In A. Zeyer & R. Kyburz-Graber (Eds.), *Science | Environment | Health: Towards a Renewed Pedagogy for Science Education* (pp. 49–67). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-3949-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-90-481-3949-1_4)
- Chassot, A. (2000). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Editora Unijuí.
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89–100. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>
- Council of the European Union. (2018). *Council recommendation of 22 may 2018 on key competences for lifelong learning*. Official Journal of the European Union.
- Coppi, M., Fialho, I., & Cid, M. (2023a). Assessing portuguese elementary school students' scientific literacy: application of the ALCE instrument. *Social Sciences*, 12(7), 374. <https://doi.org/10.3390/socsci12070374>
- Coppi, M., Fialho, I., & Cid, M. (2023b). Developing a Scientific Literacy Assessment Instrument for Portuguese 3rd Cycle Students. *Education Sciences*, 13(9), 941. <https://doi.org/10.3390/educsci13090941>
- Coppi, M., Fialho, I., & Cid, M. (2023c). Scientific literacy assessment instruments: a systematic literature review. *Educação Em Revista*, 39, e37523. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698237523-T>
- Cunha, R. B. (2017). Alfabetização científica ou letramento científico?: Interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. *Revista Brasileira de Educação*, 22(68), 169–186. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782017226809>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:63.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:63.0.CO;2-L)
- Dias, G. F. (1991). Os quinze anos da educação ambiental no Brasil: um depoimento. *Em Aberto*, 10(49), 3–14.
- Dionísio, M. de L. (2007). Educação e os estudos atuais sobre letramento. *Perspectiva*, 25(1), 209–224.
- Freire, P. (1989). *A importância do ato de ler: Em três artigos que se complementam*. Cortez.
- Freire, P. (2018). *Pedagogia do oprimido*. Paz e Terra.
- Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. S., & Nicolich, M. (2014). Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, 98(4), 549–580.
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE Life Sciences Education*, 11(4), 364–377.
- Howell, E. L., & Brossard, D. (2021). (Mis)informed about what? What it means to be a science-literate citizen in a digital world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(15), 1–8. <https://doi.org/10.1073/pnas.1912436117>
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13–16.
- IEA. (2017). *TIMSS 2019 - assessment frameworks*. IEA.
- INEP. (2015). *OECD PISA 2015 - programa internacional de avaliação de estudantes - matriz de avaliação de ciências*. [http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/marcos\\_referenciais/2015/matriz\\_de\\_ciencias\\_PISA\\_2015.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf)

- Kauano, R. V., & Marandino, M. (2022). Paulo Freire na Educação em Ciências Naturais: Tendências e Articulações com a Alfabetização Científica e o Movimento CTSA. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, e35064. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u521548>
- Kleiman, A. (1995). Modelos de letramento e as práticas de alfabetização na escola. In A. Kleiman (Ed.), *Os Significados do Letramento – Uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita* (pp. 15–61). Mercado de Letras.
- Krasilchik, M., & Marandino, M. (2004). *Ensino de ciências e cidadania*. Moderna.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94.
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1996a). 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*, 5(4), 331–359. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/5/4/003>
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1996b). Development of a pool of scientific literacy test-items based on selected AAAS literacy goals. *Science Education*, 80(2), 121–143. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199604\)80:2<121::AID-SCE1>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199604)80:2<121::AID-SCE1>3.0.CO;2-I)
- Lima Santos, N., & Gomes, I. (2004). Literacia: da escola ao trabalho. *Revista Da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais*, 1, 169–177.
- Lorenzetti, L. (2017). Alfabetização Científica na educação em ciências. *ACTIO: Docência Em Ciências*, 2(2), 13.
- Lorenzetti, L. (2023). Promovendo a alfabetização científica e tecnológica no contexto escolar. *Educação por escrito*, 14(1), e45045. <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2023.1.45045>
- Marandino, M., Kauano, R., & Martins, L. (2022). Paulo Freire, educação, divulgação e museus de ciência naturais: Relações e tensões. *Cadernos de Sociomuseologia*, 63(19), 91–103. <https://doi.org/10.36572/csm.2022.vol.63.07>
- Martins, M. de L. H. (2010). *Processos discursivos de (re)construção do conceito de literacia: o papel dos media* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Braga, Portugal].
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29–48.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203–223.
- Mun, K., Shin, N., Lee, H., Kim, S. W., Choi, K., Choi, S. Y., & Krajeik, J. S. (2015). Korean secondary students' perception of scientific literacy as global citizens: using Global Scientific Literacy Questionnaire. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1739–1766. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1045956>
- Nascimento-Schulze, C. M. (2006). Um estudo sobre alfabetização científica com jovens catarinenses. *Psicologia - Teoria e Prática*, 8(1), 95–106.
- NCES. (2018). *U.S. TIMSS 2015 and TIMSS advanced 1995 & 2015 technical report and user's guide*. National Center for Education Statistics, Institute of Education Sciences.
- Nelson, G. D. (1999). Science literacy for all in the 21st century. *Educational Leadership*, 57(2), 14–17.
- NRC. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.
- OECD. (2017a). PISA 2015 - assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic and financial literacy and collaborative problem solving. In *OECD publishing*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- OECD. (2017b). *PISA 2015 - technical report*. OCDE Publications.
- Oliveira, M. C. D., & Linsingen, I. V. (2019). Reflexões acerca da educação CTS Latino-Americana a partir das discussões do grupo de pesquisa Dicite da UFSC. In S. Cassiani & I. Linsingen (Eds.), *Resistir, (re)existir e (re)inventar a educação científica e tecnológica*. UFSC/CED/NUP.
- Queiruga-Dios, M. Á., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M. C., & Dorrión, J. B. V. (2020). Citizen science for scientific literacy and the attainment of sustainable development goals in formal education. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/su12104283>
- Richetti, G. P., & Milaré, T. (2021). O óleo no nordeste brasileiro: aspectos da (an)alfabetização científica e tecnológica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e29065. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u11871215>

- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Lawrence Erlbaum Associates.
- Roberts, D. (2011). Competing visions of scientific literacy: The influence of a science curriculum policy image. In C. Linder, L. Östman, D. Roberts, P. Wickman, G. Erickson, & A. MacKinnon (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 11–27). Routledge.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), v–vi. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>
- Rudolph, J. L. (2023). Scientific literacy: Its real origin story and functional role in American education. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(3), 519–532. <https://doi.org/10.1002/tea.21890>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 13(3), 333–352.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 16(1), 59–77.
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. Rutgers University Press.
- Siarova, H., Sternadel, D., & Szőnyi, E. (2019). *Research for CULT Committee – Science and scientific literacy as an educational challenge*. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies.
- Silva, M. B. e, & Sasseron, L. H. (2021). Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: Proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio: Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 23, e34674. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>
- Soares, M. (2002). Apresentação. *Educação e Sociedade*, 23(81), 15–19.
- Soares, M. (2004a). Alfabetização e letramento: Caminhos e descaminhos. *Revista Pátio*, 29, 96–100.
- Soares, M. (2004b). Letramento e alfabetização: As muitas facetas. *Revista Brasileira de Educação*, 25, 5–17. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782004000100002>
- Teixeira, F. M. (2013). Alfabetização científica: questões para reflexão. *Ciência & Educação*, 19(4), 795–809.
- UNESCO. (1999). *Declaration on science and the use of scientific knowledge and the science agenda - Framework for action*. UNESCO.
- UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. UNESCO.
- UNESCO. (2020). *Adverse consequences of school closures*. UNESCO.
- Valladares, L. (2021). Scientific literacy and social transformation. *Science & Education*, 30(3), 557–587. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>
- Viechnieski, J. P., Lorenzetti, L., & Carletto, M. R. (2012). Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. *Atos de Pesquisa Em Educação*, 7(3), 853–876. <http://dx.doi.org/10.7867/1809-0354.2012v7n3p853-876>
- Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *J. Phys. Tchr. Educ. Online*, 4(2), 21–24.
- World Economic Forum. (2015). *New vision for education - Unlocking the potential of technology*. World Economic Forum®.
- Yacoubian, H. A. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308–327. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266>

**Submetido:** 29/11/2023

**Preprint:** 10/11/2023

**Aprovado:** 02/08/2024

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Autor 1 - Concepção e desenvolvimento, desenho metodológico, levantamento da literatura, coleta e tratamento de dados, participação ativa na análise dos dados e na interpretação dos resultados, escrita do texto final.

Autora 2 - Concepção desenvolvimento, desenho metodológico, revisão crítica do texto e adição de partes significativas.

Autora 3 - Concepção desenvolvimento, desenho metodológico, revisão crítica do texto e adição de partes significativas.

### **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE**

Os autores declaram que não há conflito de interesse com o presente artigo.

### **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho foi financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito da Bolsa de Investigação com referência UI/BD/151034/2021 e DOI 10.54499/UI/BD/151034/2021.