

Estado da publicação: O preprint foi publicado em um periódico como um artigo
DOI do artigo publicado: <https://doi.org/10.1590/0102-469848737>

LITERACIA CIENTÍFICA: UM OLHAR SOBRE AS SUAS DIFERENTES INTERPRETAÇÕES

Marcelo Coppi, Isabel Fialho, Marília Cid

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7290>

Submetido em: 2023-11-02

Postado em: 2023-11-10 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

LITERACIA CIENTÍFICA: UM OLHAR SOBRE AS SUAS DIFERENTES INTERPRETAÇÕES

MARCELO COPPI¹

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

ISABEL FIALHO²

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

MARÍLIA CID³

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

¹ Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora. Évora, Portugal.
<mcoppi@uevora.pt>.

² Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora. Évora, Portugal.
<ifialho@uevora.pt>.

³ Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora. Évora, Portugal.
<mcid@uevora.pt>.

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. Observou-se que um dos motivos para as diversas perspetivas 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 e letramento, assumindo diferentes significados de acordo com a sua interpretação. O conceito de literacia científica também se revela como uma das causas geradoras de imprecisões. O facto de haver uma pluralidade de conceitos 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 aspetos e dimensões isolados da literacia científica e a 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 aspetos, 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.

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. 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* and *letramento*, assuming different meanings according to their interpretation. 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. 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 y letramento, adquiriendo significados diferentes según su interpretación. 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 2015, o Fórum Económico Mundial publicou uma lista das competências mais críticas para o século 21 (World Economic Forum, 2015), incluindo a literacia científica no grupo das chamadas literacias fundamentais. Segundo a organização, este grupo de literacias, composto pelas literacias científica, de leitura, numérica, de TIC, financeira e cultural e cívica, é a base necessária para que os alunos construam competências – pensamento crítico e resolução de problemas, criatividade, comunicação e colaboração – e qualidades de carácter – curiosidade, iniciativa, persistência, capacidade de adaptação, liderança e consciencialização social e cultural – mais avançadas e igualmente importantes (World Economic Forum, 2015).

O Fórum Económico Mundial afirma também que a aquisição destas competências tem sido o foco tradicional da educação em diversos países (World Economic Forum, 2015). Referindo-se especificamente à literacia científica, inúmeras pesquisas (Coppi et al., 2023a; DeBoer, 2000; Yacoubian, 2018) corroboram com o facto desta ter vindo a ser o ponto central da educação científica ao redor do mundo.

Introduzido nesse campo científico na década de 1950 (Laugksch, 2000), o termo literacia científica tem sido amplamente utilizado como slogan 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 literacia científica 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;

Sasseron & Carvalho, 2011), 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 para o termo (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000). Miller (1983), já naquela época, anunciava que a “literacia científica” é um termo frequentemente utilizado, porém raramente definido” (p. 29). Shamos (1995) também já referia o problema da falta de uma conceitualização clara e amplamente aceita 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 literacia científica. 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 literacia científica. Esta inconsistência na sua definição produz uma pluralidade de estratégias de intervenção, de ensino e de avaliação, fazendo com que a literacia científica seja confundida e limitada apenas à própria educação científica.

Foi nesse enquadramento que o estudo apresentado neste artigo pretendeu, a partir da recolha de informações em estudos e pesquisas publicados entre 1980 e 2023, realizar uma abordagem crítica e histórica a respeito do conceito de literacia científica, da definição das palavras que compõem o termo, das suas traduções, principalmente para o idioma português, e da existência de instrumentos desenvolvidos que avaliem a literacia científica. Propõe-se também a apresentação de uma definição de literacia científica como resultado da síntese da literatura analisada.

O estudo procurou descrever e discutir o estado da arte acerca do debate em torno da literacia científica. Ainda que de forma não sistemática, a seleção dos artigos que compõem este estudo foi realizada, principalmente, com base em revisões, sistemáticas e não sistemáticas, de literatura e em estudos publicados por especialistas, que abordam a questão do significado das palavras que compõem o termo literacia científica.

UM POUCO DE HISTÓRIA

O reconhecimento da importância da literacia 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 atômica (Laugksch, 2000). Desde então, perceberam que a melhor forma de evitar catástrofes como esta seria conscientizar o público em geral a respeito do potencial emprego da ciência para o mal, assim como para o bem (Shamos, 1995).

No período pós-guerra, muitos cientistas passaram a focar os seus estudos no nível de compreensão básica de termos científicos (Miller, 1983). Segundo o autor, houve um grande aumento no número de pesquisas utilizando, por exemplo, testes padronizados do *Educational Testing Service* (ETS) e do *College Board* para mapear o nível de conhecimento científico de vários setores da população (Miller, 1983).

Shamos (1995) argumenta que ensinar ciências para o público não era uma ideia nova para aquela época. No entanto, grandes preocupações surgiram após os cientistas entenderem o uso militar da ciência, quando o foco passou a ser as dimensões sociais e políticas do uso da ciência e da tecnologia (Shamos, 1995). Nasce, deste modo, um “movimento moderadamente estruturado, mas altamente visível, em direção ao que veio a ser chamado de ‘literacia científica’ para o público em geral” (Shamos, 1995, p. 76). A primeira publicação, na qual se utilizou o termo literacia científica, foi um livro de Paul Hurd, intitulado “*Science Literacy: its meaning for American Schools*”, de outubro de 1958 (Laugksch, 2000). Contudo, DeBoer (2000) alega que outros trabalhos, publicados no mesmo ano, já tinham referências à literacia científica. O autor aponta o *Rockefeller Brothers Fund Report*, de junho de 1958 e o artigo do pesquisador Richard McCurdy, publicado em novembro de 1958. Independentemente de quem tenha sido o primeiro a utilizar o termo numa publicação científica, nessa época, deu-se início ao período no qual o conhecimento público da ciência ganhou um impulso, tornando a literacia científica o objetivo principal da educação científica (Coppi et al., 2023a; DeBoer, 2000; Shamos, 1995; Yacoubian, 2018).

Todavia, existem muitas dúvidas em relação à sua definição. Shamos (1995) aponta que, no período pós-Sputnik, o conceito de literacia científica, 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 literacia científica, as quais apresentam diferentes interpretações, concepções e definições.

Nos países de língua inglesa, um dos fatores responsáveis por essa pluralidade de perspectivas é o significado das palavras *literacy* e *literate*. Já 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. Esses dois fatores serão analisados na secção 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 facto 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 literacia científica falha ao distinguir o significado de ambas as palavras, gerando imprecisões em torno dessa problemática (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).

Já 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) e alfabetização (Teixeira, 2013). 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 fenómeno da literacia, palavra recentemente introduzida no português de Portugal, lá preferida à brasileira letramento” (p. 17).

Já no que se refere à palavra alfabetização, esta é amplamente utilizada no Brasil, porém não é mais utilizada em Portugal (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 sinónimos. 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 (2004) 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, 2004, p. 97)

Martins (2010), por sua vez, argumenta que a alfabetização é uma componente da/do literacia/letramento. De acordo com a autora, “a grande diferença entre alfabetização e literacia reside no

facto 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 concepção, 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 confina apenas a objetivos educacionais, remetendo-nos para o uso apropriado que o indivíduo dá a 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 já 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, *scientific literacy* pode adquirir três traduções possíveis: literacia científica, letramento científico e alfabetização científica. Sasseron e Carvalho (2011) 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). A mesma interpretação também ocorre em França, país em que alguns investigadores optam por utilizar a expressão *culture scientifique* (Laugksch, 2000).

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 compreende quando se diz que um indivíduo é *scientific literate*. Já 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).

Vale ressaltar que muitas pesquisas utilizam uma dessas palavras sem justificar o porquê da sua escolha. Isso pode estar associado ao facto de estas palavras serem classificadas como sinónimos nos dicionários da língua portuguesa (Martins, 2010), não havendo, na visão dos autores, a necessidade de justificá-lo. Outra explicação pode estar relacionada com a própria definição que os autores assumem de literacia científica, que pode ser capaz de evidenciar o porquê da escolha.

Reconhecendo a necessidade de fundamentar a razão pela qual este estudo optou pela utilização do termo literacia científica em detrimento dos outros análogos a este, apresentam-se como fundamentações as diferenças semânticas entre alfabetização e literacia/letramento, principalmente no facto anteriormente exposto de que a literacia está mais relacionada com a utilização das competências do que à sua obtenção (Martins, 2010) e o facto de este estudo fazer parte de um projeto maior, que está sendo realizado por pesquisadores de um centro de pesquisa de Portugal.

Todavia, além dessas questões passíveis de debate, existe também uma vigorosa polémica a respeito do conceito de literacia científica, como será discutido a seguir.

O CONCEITO DE LITERACIA CIENTÍFICA

Desde o surgimento do termo literacia científica, na década de 1950, 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 da ciência e do empreendimento científico” (DeBoer, 2000, p. 587).

Além disso, o autor refere que, embora tenha havido muitas tentativas de definir o conceito, nenhuma delas foi universalmente aceite. Diversas são as razões para tal cenário, sendo a mais importante, na perspectiva de DeBoer (2000), “o facto de que literacia científica é um conceito amplo que engloba muitos aspectos educacionais historicamente significativos que mudaram com o 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 como um conceito, diferentes propósitos para defender a literacia científica e diferentes maneiras de mensurá-la” (Laugksch, 2000, p. 74).

Dentro do primeiro fator - grupos de interesse -, o autor estabelece 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 suporte público para a 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 e 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 facto 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 - conceito de literacia científica -, Laugksch (2000) argumenta sobre a falta de precisão na definição da palavra *literate*, conforme apresentado na secção anterior. De acordo com o autor, o termo pode ser entendido como letrado (*literate as learned*), detentor de um conhecimento (*literate as competent*) e como aquele que possui o conhecimento e as competências mínimas e aceitáveis para participar de cargos específicos da 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 facto 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 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). Já 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 aspeto será abordado mais adiante na secção 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 tecnologia necessária para atuar minimamente como cidadãos e consumidores na nossa sociedade. A definição de literacia científica não implica um nível ideal, ou mesmo aceitável, de compreensão, mas sim um nível mínimo. (Miller, 1998, p. 187).

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 científico 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, interpretar e modificar os fenómenos naturais. O autor define literacia científica como “o conjunto de conhecimentos que facilitarão 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 Viechneski 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 Económico (OCDE), “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 OCDE 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. Uma pessoa cientificamente literata está disposta a se envolver em discurso fundamentado sobre ciência e tecnologia” (OECD, 2017a, p. 22) o que requer as competências de explicar os fenómenos cientificamente, avaliar e projetar a investigação científica, interpretar dados e evidências cientificamente.

O *National Research Council* (NRC), através do *National Science Education Standards*, documento que estabelece o que estudantes americanos 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 de conceitos e processos científicos necessários para a tomada de decisão pessoal, participação em questões culturais e cívicas e de produtividade económica” (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 as experiências cotidianas. Isso significa que a pessoa possui a capacidade de descrever, explicar e prever fenômenos naturais. A literacia científica implica ser capaz de ler e compreender os artigos sobre ciência na imprensa popular e participar de conversas sociais sobre a validade das conclusões. A literacia científica implica que uma pessoa pode identificar questões científicas subjacentes a decisões nacionais e locais e expressar posições cientificamente e tecnologicamente informadas. Um cidadão alfabetizado deve ser capaz de avaliar a qualidade da informação científica com base em fontes e nos métodos utilizados para gerá-la. A literacia científica também implica a capacidade de representar e avaliar argumentos baseados em evidências e aplicar conclusões apropriadas de tais argumentos. (NRC, 1996, p. 22).

O diretor do Projeto 2061, desenvolvido pela *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, *National Academy of Sciences e National Science Teachers Association*, a literacia científica “consiste no conhecimento de certos e importantes factos, conceitos e teorias; o exercício de hábitos mentais científicos; e a compreensão da natureza da ciência, suas conexões com a matemática e a tecnologia, seu impacto sobre os indivíduos, e seu papel na sociedade” (Nelson, 1999, p. 15).

Já Bybee (2012) refere-se à literacia científica como o objetivo central da educação científica, tratando-se do “conhecimento científico de um indivíduo e do uso desse conhecimento para identificar questões científicas, para explicar cientificamente os fenômenos e para tirar conclusões baseadas em evidências em questões relacionadas com a 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 “abranger o conhecimento e as competências relevantes em todo o ciclo de vida da informação científica” (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 a forma como a ciência se relaciona com a sociedade em geral, ou “literacia científica cívica”; 2) entender como a informação científica surge e circula através dos sistemas de mídia, ou “literacia científica digital”; e 3) entender como as pessoas interpretam a informação científica quando se deparam com ela, ou “literacia científica cognitiva”. (Howell & Brossard, 2021, p. 2).

Corroborando a ideia, educadores científicos apontam a fundamental necessidade de desenvolver mais formas de compreensão e de ensino da literacia científica, considerando a complexidade da convergência entre a ciência e a vida cotidiana, desenvolvendo princípios de práticas pedagógicas úteis para a capacitação das atuais e futuras gerações para os desafios científico-tecnológicos da sociedade (European Union, 2015).

Por fim, DeBoer (2000), numa perspectiva singular, sugere que se deva “aceitar o facto de que a literacia científica é simplesmente sinónimo de entendimento público da ciência e que este é necessariamente um conceito amplo” (p. 594). Segundo o autor, alguns pesquisadores admitiram que a literacia científica é apenas um slogan útil para educadores e pesquisadores da área do ensino apoiarem a melhoria do ensino de ciências e, desta forma, considerando isso como verdade: “falar de literacia científica é simplesmente falar da própria educação científica” (DeBoer, 2000, p. 582).

Em síntese, percebe-se que, desde a origem do termo até aos dias atuais, não há uma identidade ou um significado único para o que veio a ser chamado de literacia científica. 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 políticos (Queiruga-Dios et al., 2020). Não obstante, é possível pelo menos afirmar que, dentro deste conglomerado de definições, a literacia científica 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.

Uma vez apresentadas as questões conceituais básicas que envolvem os debates a respeito da literacia científica, a secção a seguir analisará como ela tem sido avaliada ao longo do tempo.

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). Segundo o autor, 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 (Miller, 1983).

No ano de 1979, uma pesquisa americana, realizada pela *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 dos Estados Unidos, 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 letrado.

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 & 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), exemplificando apenas quatro instrumentos de avaliação da literacia científica, acrescentam que nenhum desses contempla as necessidades da literacia científica dos alunos do 3.º ciclo do Ensino Básico. Além disso, as autoras 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.

Já Coppi et al. (2023c), ao realizar 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 Secundário.

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 de conteúdo e de construto. Dos outros sete, quatro indicam-nos, mas não os descrevem, e três retratam parcialmente os processos, especificando apenas a recolha de evidências de validade de construto, deixando a validade de 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 construídos 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 *Programme for International Student Assessment* (PISA) e o *Trends in International Mathematics and Science Study* (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 alfabetização 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 alfabetização 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 levam 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 Secundário, 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 Project 2061 da American Association for the Advancement of Science (AAAS), que estabelece recomendações sobre os conhecimentos e as competências que todos os estudantes americanos deveriam ter nas disciplinas científicas ao concluírem o Ensino Secundário (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 abarcar 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 Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS), desenvolvido e validado por Gormally et al. (2012) com base nas

definições chave fornecidas em documentos de políticas educacionais e revisões a fim de definir as melhores facetas da literacia científica para esse instrumento (AAAS, 1993, 2010; National Academy of Sciences, 1997; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003; Sundre, 2003; Picone et al., 2007; Holbrook and 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, avaliando a confiabilidade de um site da internet contendo informações científicas ou determinando o que constituiria evidência para apoiar a eficácia de um produto fitness” (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 o único instrumento desenvolvido para avaliar a literacia científica dos alunos do 3.º ciclo do Ensino Básico. 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 *National Science Teachers Association* (NSTA), a NRC e a OCDE (Fives et al., 2014). A partir destes documentos foram gerados 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 secção 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. Já 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).

Já 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 carácter e aos valores, à ciência como uma atividade humana e à metacognição e à autogestão. Desenvolvido para avaliar alunos do Ensino Secundário, o instrumento é alicerçado nas conceções de literacia científica propostas por estudos que representam uma síntese da pesquisa sobre alfabetização 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 Básico e Secundário.

Por fim, o ALCE avalia as competências de literacia científica dos alunos no final do 3.º ciclo do ensino básico, nos domínios cognitivos de compreensão, análise e avaliação de fenómenos, 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 OCDE, realizado trienalmente, desde 2000. Destina-se aos alunos na faixa etária dos 15 anos dos países da OCDE 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 habilidades 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 habilidades 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 habilidades científicas para compreender, interpretar e resolver situações e desafios científicos (OECD, 2017b).

O PISA enfatiza a aplicação dos conhecimentos e das habilidades 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 eles utilizarem os seus conhecimentos e habilidades para enfrentarem os desafios da vida real. Essa orientação reflete uma mudança nas metas e objetivos curriculares, focando-se mais no que os alunos são capazes de fazer com o que eles aprenderam na escola. (OECD, 2017b, p. 22).

Na área da ciência, foco das provas de 2006 e 2015, avalia-se a literacia científica, a qual é definida pelo PISA como

a habilidade de se envolver com questões relacionadas com a ciência e com as ideias da ciência, como um cidadão reflexivo. A definição do PISA inclui a capacidade de explicar fenómenos cientificamente, avaliar e projetar investigações científicas e interpretar dados e evidências cientificamente. Ele enfatiza a importância de ser capaz de aplicar o conhecimento científico no contexto de situações da vida real. (OECD, 2017a, p. 2).

O TIMSS também é uma avaliação comparativa internacional. Patrocinado pela *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 explicita o termo literacia científica, é possível verificar a sua presença no enquadramento de avaliação (IEA, 2017). 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 próprios e sobre o seu mundo para que, quando adultos, possam tornar-se cidadãos informados capazes de distinguir factos científicos de ficção e compreender as bases científicas de importantes questões sociais, económicas 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),

há mais ênfase no quarto ano em ciências da vida do que sua equivalente, biologia, no oitavo ano. No oitavo ano, a física e a química são avaliadas como domínios de conteúdos separados e recebem mais ênfase do que no quarto ano, onde são avaliados como um único domínio de conteúdo (ciências físicas). Os três domínios cognitivos (conhecer, aplicar e raciocinar) são os mesmos em ambos os anos, abrangendo a gama de processos cognitivos envolvidos na aprendizagem de conceitos científicos e, em seguida, aplicar esses conceitos e raciocinar com eles. (p. 30).

Relativamente aos instrumentos mais utilizados na literatura apresentada, observa-se que estes se baseiam em diferentes programas, *standards* e referenciais de literacia científica. Além do facto 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. Já 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 a respeito 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 quatro dissensos: 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 sinónimos, 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 concepções dos investigadores. Contudo, é de se referir que, no idioma português, esta forma de entender a tradução de *literate* e, conseqüentemente, 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.

No que diz respeito ao conceito de literacia científica, constata-se que este integra uma multiplicidade de significados e que geralmente está associado à compreensão da ciência. Contudo, com o intuito de assumi-lo não apenas como um sinónimo 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, propomos 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 fenómenos naturais do cotidiano, assim como para a participação ativa em debates de assuntos científicos que envolvem a sociedade, respaldada por argumentos científico 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 instrumentos construídos entre 2000 e 2022, constatou-se que estes avaliam diferentes competências e conteúdos relacionados com a literacia científica.

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

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 as grandes polémicas a respeito do significado, do conceito e das formas de avaliar a literacia científica. Demonstra, também, 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. Ressalta-se, no entanto, a necessidade do desenvolvimento de novos instrumentos de avaliação da literacia científica, para os diversos setores e atores da sociedade, a fim de obter mais informações para o aprimoramento da educação científica.

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 aspetos sobre a literacia científica, pode ajudar na diminuição de desentendimentos e dubiedades, contribuindo para o desenvolvimento e a interpretação do conceito e, conseqüentemente, para a educação científica em geral.

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.

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. W. (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
- 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/https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>
- 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/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/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. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698237523-T>
- 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)
- Dionísio, M. de L. (2007). Educação e os estudos atuais sobre letramento. *Perspectiva*, 25(1), 209–224.
- European Union. (2015). *Science education for responsible citizenship*. European Union.
- 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>
- 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
- 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/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199604\)80:2<121::AID-SCE1>3.0.CO;2-I](https://doi.org/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.
- 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]. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/13870>
- 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., & Krajcik, 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. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1938/193818626006>
- 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, mathematics and financial literacy and collaborative problem solving. In *OECD publishing*. OECD Publishing. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- OECD. (2017b). *PISA 2015 - technical report*. OCDE Publications.
- Queiruga-Dios, M. Á., López-Iñesta, E., Díez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M. C., & Dorrió, 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>
- 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.

- Soares, M. (2002). Apresentação. *Educação e Sociedade*, 23(81), 15–19.
- Soares, M. (2004). Alfabetização e letramento: caminhos e descaminhos. *Revista Pátio*, 29, 96–100.
- Teixeira, F. M. (2013). Alfabetização científica: questões para reflexão. *Ciência & Educação*, 19(4), 795–809.
- Viechneski, 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. <https://doi.org/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>

CONTRIBUIÇÃO DAS/DOS AUTORES/AS

Marcelo Coppi – 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.

Isabel Fialho – Concepção desenvolvimento, desenho metodológico, revisão crítica do texto e adição de partes significativas.

Marília Cid – 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.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.