

ARTIGO

O USO DO TESTE DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA BÁSICA NO BRASIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

PATRICK ALVES VIZZOTTO^{1*}

<https://orcid.org/0000-0003-1613-4858>

JOSÉ CLÁUDIO DEL PINO^{1**}

<https://orcid.org/0000-0002-8321-9774>

RESUMO: O *Test of Basic Scientific Literacy – TBSL* é uma das ferramentas de inferência do nível de Alfabetização Científica de estudantes. Elaborado por Laugksch e Spargo, o teste é referendado no contexto nacional e internacional. No Brasil, foi traduzido por Nascimento-Schulze e, desde então, pesquisas foram conduzidas usando-o como instrumento. Visando explorar os estudos brasileiros, apresenta-se uma revisão de literatura com o intuito de conhecer a produção nacional que tem feito uso do *TBSL*. Encontramos 17 produções. Os trabalhos destacaram a sua estrutura teórica e a referência em pesquisas internacionais, bem como a sugestão de estudos de redução instrumental. Com esse artigo, espera-se reunir as experiências que utilizaram essa ferramenta e, assim, conhecer os proventos e desafios de usá-la.

Palavras-chave: Pesquisa quantitativa. Alfabetização Científica. Revisão bibliográfica.

* Doutor em Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Bolsista de Pós-doutorado (PNPD/CAPES) do Programa de Pós-graduação em Ensino da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado/RS, Brasil. E-mail: <patrickvizzotto@gmail.com > .

** Doutor em Engenharia de Biomassa, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professor Pesquisador do Programa de Pós-graduação em Ensino da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado/RS, Brasil. E-mail: <jose.pino@univates.br > .

EL USO DEL TEST DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA BÁSICA EN BRASIL: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

RESUMEN: El *Test of Basic Scientific Literacy – TBSL* es una de las herramientas de inferencia del nivel de Alfabetización Científica de estudiantes. Desarrollado por Laugksch y Spargo, el test se refrendó en el contexto nacional e internacional. En Brasil fue traducido por Nascimento-Schulze y, desde entonces, se realizaron investigaciones utilizándolo como instrumento. Con la intención de explorar los estudios brasileños, se presenta una revisión de la literatura con el objetivo de conocer la producción nacional que utiliza el *TBSL*. Hallamos 17 producciones.

¹ Universidade do Vale do Taquari, Programa de Pós-graduação em Ensino, RS - Brasil.

Los trabajos destacaron su estructura teórica y la referencia en investigaciones internacionales, además de la sugerencia de estudios de reducción instrumental. Con este artículo, se desea reunir las experiencias que utilizaron esa herramienta y, de esa manera, conocer los beneficios y los retos al utilizarla.

Palabras clave: Investigación cualitativa. Alfabetización Científica. Revisión bibliográfica.

THE USE OF TEST OF BASIC SCIENTIFIC LITERACY IN BRAZIL: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: TBSL is one of the inference tools of the students' scientific literacy level. Elaborated by Laugksch and Spargo, the test is referred to in the national and international context. In Brazil, it was translated by Nascimento-Schulze and since then researches were conducted using it as an instrument. To explore Brazilian studies, a literature review is presented to know the national production that has made use of TBSL. We found 17 productions. The works highlighted its theoretical structure and the reference in international researches, as well as the suggestion of instrumental reduction studies. With this article we hope to gather the experiences that used this tool and, thus, know the profits and challenges of using it.

Keywords: Quantitative research. Scientific Literacy. Literature review.

INTRODUÇÃO

Independente do significado atribuído pelos diferentes autores ou da nomenclatura empregada para designar o seu ideário, concorda-se que cidadãos alfabetizados cientificamente podem trazer benefícios para a sociedade. Deter essa competência pode possibilitar com que os indivíduos obtenham êxito ao fazer uso de seus conhecimentos para interpretar o cotidiano de maneira crítica e tomar decisões responsáveis. Assim, um dos objetivos do Ensino de Ciências na Educação Básica é atuar na sua promoção (SASSERON; MACHADO, 2017).

A Alfabetização Científica é um termo frequentemente empregado na literatura acadêmica e em documentos educacionais. Possui diferentes linhas de entendimento conceitual, numerosas propostas para buscar alcançá-la, mas, no entanto, parecem ser sutis as tentativas metodológicas de fazer a sua inferência e/ou avaliação.

Durante o processo de construção conceitual das ideias que atualmente chamamos de Alfabetização Científica, progrediram também as tentativas de efetuar medidas de indícios desse constructo na população. Uma das tentativas de efetuar tal mensuração foi elaborada pelos pesquisadores sul-africanos Laugksch e Spargo (1996) por meio da criação do *Test of Basic Scientific Literacy – TBSL*. Esse instrumento de coleta de dados é composto por itens contextualizados dentro das áreas da Química, Física, Biologia e Saúde, apresentando proposições de situações cotidianas que podem estar corretas ou incorretas do ponto de vista científico, nas quais os respondentes são convidados a emitir julgamento sobre cada uma delas.

Esse questionário foi construído com base na visão de Alfabetização Científica de Miller (1983) na qual, concebe que para um indivíduo ser considerado alfabetizado cientificamente deve apresentar competências mínimas em três eixos: entender os conteúdos da Ciência; entender a natureza da Ciência; e entender o impacto da Ciência e tecnologia na sociedade e ambiente.

O TBSL foi utilizado em diferentes pesquisas ao redor do mundo, sendo que no Brasil foi traduzido por Nascimento-Schulze (2006), 10 anos após a sua publicação original. De 2006 para 2020, passaram-se 14 anos nos quais o Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) foi empregado por pesquisadores brasileiros, sendo utilizado em diferentes contextos da escola básica e do ensino superior. Desse modo, se mostra relevante conhecer quais pesquisas foram essas, os resultados apresentados, se os dados vão ou não ao encontro das conclusões relatadas por Laugksch e Spargo (1996; 1999) e quais foram os pontos positivos e negativos do uso do TACB no Brasil.

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar uma pesquisa de revisão de literatura que teve por fim investigar o uso do TACB em pesquisas nacionais. De maneira específica, tentou-se compreender o contexto de surgimento do TACB e sua estrutura teórica; buscar em bases de indexação e repositórios trabalhos que fizeram uso do teste; realizar a leitura atenta dos trabalhos recuperados; elaborar um fichamento das produções; e por fim, comparar os resultados, público-alvo, desafios e sugestões apontadas pelos pesquisadores brasileiros.

Espera-se que o manuscrito possa contribuir para a área da Educação e Ensino de Ciências à medida que apresenta trabalhos com objetivos considerados

pouco observados nas produções atuais da área: estimar, de maneira quantitativa, a Alfabetização Científica.

A proposta de inferir o nível de Alfabetização Científica de um grupo é uma tarefa desafiadora e que pode depender muito do referencial teórico e metodológico adotado. No entanto, é uma atribuição necessária, pois é relevante para a pesquisa e para o ensino disporem de ferramentas que consigam verificar a eficácia das estratégias metodológicas propostas em produtos educacionais que visam a sua promoção. Assim, esse estudo contribui para a Educação em Ciências por realizar a conexão entre as produções já realizadas e os professores e pesquisadores que potencialmente poderão beneficiar-se da proposta de aferição presente nos trabalhos aqui expostos.

Este artigo coopera com a literatura da área uma vez que aglutina, a nível nacional, todas as produções que, até então, fizeram uso desse questionário (atualmente, com maior concentração de autores advindos do Sul do Brasil), onde é descrito o público-alvo escolhido, os resultados obtidos, os pontos desafiadores de se utilizar o TACB, assim como as sugestões para melhoria do uso do instrumento no contexto brasileiro. Tais informações podem ser relevantes para os professores e pesquisadores que desejarem se familiarizar e fazer uso desse questionário dentro da sala de aula ou em pesquisas acadêmicas.

O presente artigo está estruturado da seguinte maneira: em um primeiro momento, apresenta-se as bases teóricas que sustentam as ideias defendidas pela Alfabetização Científica e uma breve noção sobre as primeiras tentativas de mensurá-la. Em seguida, serão detalhados os procedimentos metodológicos que nortearam a realização da revisão de literatura. Em um terceiro momento, serão apresentados os resultados da pesquisa, sendo seguidos pelas discussões e considerações finais.

1. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: SIGNIFICADO E MANEIRAS DE MENSURÁ-LA

Deseja-se que ao concluir o Ensino Médio, os egressos possuam competências que os permitam compreender e atuar em seus cotidianos de forma crítica e responsável. De modo geral, a Alfabetização Científica compartilha desse objetivo e esse ideal corrobora para que as disciplinas científicas possam contribuir significativamente para tal processo.

Acredita-se que a conjuntura sócio-política do advento da concepção de Alfabetização Científica se deu no ano de 1957, quando no início da corrida espacial-armamentista, a União Soviética realizou o lançamento do satélite designado de Sputnik 1. Deter essa competência poderia indicar, entre outras coisas, maior potencial de obter êxito em ofensivas militares, bem como superior desenvolvimento tecnológico contra o principal oponente, os Estados Unidos da América – EUA. Como uma das consequências desse fato, surgiu nos EUA um movimento interessado em incutir o entusiasmo por carreiras correlatas com áreas de interesse estratégico, tais como Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, e, por consequência, percebeu-se a necessidade de descobrir o grau de educação científica da população (ANELLI, 2011).

Para isso, foram necessários incentivos financeiros a curto, médio e longo prazo em diferentes setores da sociedade. Um deles foi o da Educação,

pois entendeu-se que a criação de uma cultura científica presumia investimentos durante toda Educação Básica de um indivíduo. Assim, bilhões de dólares foram direcionados para elaboração de material didático, publicações científicas, formação de professores, programas de incentivo à popularização das ciências, entre outros, embora a eficácia desse esforço, possa hoje, ser contestada (DEBOER, 2000).

A defesa de que os saberes científicos deveriam permear as ações dos cidadãos já era endossada décadas antes da Guerra Fria em estudos como os de Noll (1935), Davis (1935) e Hoff (1936). Esses autores defendiam o conceito de Atitude Científica para sinalizar os atributos pertinentes que as aulas de disciplinas científicas deveriam discorrer, assim como as aptidões que os egressos da Educação Básica deveriam demonstrar como proficiência, a fim de obterem êxito na compreensão e ação de situações cotidianas. Esse propósito, aliado ao momento sócio-político da época, proporcionou nos EUA o surgimento do conjunto de ideias que, com o transcorrer dos anos, se constituiu no que atualmente nomeia-se de Alfabetização Científica.

O vocábulo “Alfabetização Científica” emergiu no contexto educacional em 1958, em um artigo escrito por Paul Hurd, nomeado de “*Scientific Literacy: Its Meaning for American Schools*” (HURD, 1958). Nas décadas seguintes à publicação desse artigo, se observou uma considerável quantidade de publicações com vistas a consolidar sua definição, como percebido nas produções de Shen (1975), Miller (1983), AAAS (1989), Bybee (1995), DeBoer (2000), e Laugsch (2000).

No entendimento de Shen (1975), a Alfabetização Científica subdivide-se em Prática, Cívica e Cultural. De modo geral, a primeira, conectada ao dia a dia, contribui para compreender o cotidiano e resolver problemas corriqueiros dos cidadãos, visando o aumento da sua qualidade de vida. A Cívica, conecta-se à aptidão de fazer uso dos entendimentos científicos para reconhecer a influência da Ciência dentro do contexto político, social e ambiental. Por fim, a Cultural, estaria presente em cursos, debates, publicações, etc., destinadas ao público sem formação científica que busca apoderar-se de tais conhecimentos.

Miller (1983), critica que a Alfabetização Científica é um termo frequentemente usado, mas raramente definido. Para o autor esse constructo se divide também em três eixos estruturantes, nos quais os indivíduos necessitam demonstrar conhecimentos mínimos para serem considerados alfabetizados cientificamente: Eixo 1 – Entendimento dos conteúdos da Ciência; Eixo 2 – Entendimento da Natureza da Ciência; e Eixo 3 – Entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente. O Eixo 1 abrange os conceitos, significados, nomenclaturas. No Eixo 2, concentra-se a dimensão epistemológica da construção do conhecimento. E por sua vez, o Eixo 3 versa sobre as compreensões exigidas para relacionar as influências que Ciências e as tecnologias acarretam no meio social e ambiental.

Por fim, uma visão de três dimensões também é compartilhada por Bybee (1995), pois compreende que a Alfabetização Científica evolui gradativamente seguindo três momentos de transição: Funcional, Conceitual e processual, e Multidimensional. Na primeira, acontecem processos de aquisição conceitual, técnica e procedimental. Esta aptidão proporciona ao cidadão a competência de reconhecer o vocábulo próprio da Ciência, permitindo identificá-lo em contextos de divulgação científica, por exemplo. A fase Conceitual e processual possibilita atribuir significados aos saberes já presentes, fase que oportuniza internalizar a sua compreensão.

A terceira dimensão, caracteriza-se pela combinação das fases anteriores, junto a uma visão de mundo que propicie a aplicação de tais conhecimentos em contextos cotidianos, bem como a tomada de decisão embasada pelo saber científico.

Em síntese, nota-se que cada referencial aborda o conceito da Alfabetização Científica sob determinados aspectos. Por exemplo, conceber que apenas a compreensão dos conteúdos científicos não é suficiente para considerar alguém alfabetizado cientificamente é uma ideia comum entre todos. Outra convergência é a preocupação de que os conhecimentos sejam transpostos para situações cotidianas, pois, assim, poderá haver maior possibilidade de o indivíduo tomar decisões cientificamente coerentes em suas vidas.

Já no contexto brasileiro as diferenciações desse constructo são também na nomenclatura e não somente nos significados. De acordo com a literatura nacional os três termos mais empregados são “Alfabetização Científica”, “Letramento Científico” e “Enculturação Científica” (SASSERON; CARVALHO, 2011). Segundo as autoras, a pluralidade dos descritores deve-se ao processo de tradução e de considerações linguísticas. Primeiramente, o termo “Scientific Literacy” traduzido para a Língua Portuguesa origina o “Letramento Científico”. No entanto, o mesmo vocábulo traduzido para a Língua Francesa e Espanhola produz as traduções “Alphabétisation Scientifique” e “Alfabetización Científica”, respectivamente, sendo ambos os termos descritos em nossa língua como Alfabetização Científica.

Em um segundo momento as diferenças são justificadas de um ponto de vista teórico. Há autores que compreendem Alfabetização Científica de maneira diferente de Letramento Científico, argumentando que o primeiro descritor se refere apenas à maneira de aquisição de conceitos e da linguagem da ciência, ao passo que o segundo, engloba o impacto da aplicabilidade do conhecimento científico junto à dimensão social (ZIMMERMANN; MAMEDE, 2005; SANTOS, 2007; TEIXEIRA, 2013; CUNHA, 2017). Por fim, o termo Enculturação Científica é utilizado por pesquisadores que entendem que para obter êxito nos ideais propostos pela Alfabetização Científica, necessita-se de uma imersão cultural desse contexto (MORTIMER; MACHADO, 1996; CARVALHO; TINOCO, 2006; CARVALHO, 2007; FEJES, 2012).

Ainda em produções nacionais, de acordo com Carvalho e Ramalho (2018), a perspectiva da Alfabetização Científica dialoga com um movimento mundial em defesa da Ciência para todos e reitera os propósitos declarados na Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI, visionada pela UNESCO, no ano de 1996 em Budapeste. Para as autoras, o ideário da Alfabetização Científica conecta-se a outras perspectivas do Ensino de Ciências nas quais considera o estudante como sujeito ativo no processo de construção do conhecimento.

Não obstante, ainda que existam diferenciações teóricas e de tradução, para Sasseron e Carvalho (2011), há pontos de convergência na concepção dos diferentes autores, pois tanto na Alfabetização quanto no Letramento ou Enculturação:

Percebe-se o ideário de um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cercada de saberes de noções e conhecimentos científicos (p. 61).

A partir desse fio condutor se consolida a concepção adotada nesse manuscrito ao utilizar o termo Alfabetização Científica. Outrossim, ao encontro dessa noção é possível fazer coro às ideias de Auler e Delizoicov (2001), onde defendem que alfabetizar não remete somente a uma execução mecânica de juntar e decodificar letras. Além de ler e escrever, a alfabetização possibilita uma leitura de mundo.

Assim, dentro do contexto científico, a Alfabetização Científica não proporciona somente aquisição de nomenclaturas e termos técnicos, mas sim possibilita desenvolver aptidões para compreender a construção do conhecimento e o seu impacto no mundo. Essa visão, corrobora com Rosa, Lorenzetti e Lambach (2019), os quais reiteram que quando a formação do estudante perpassa o domínio escolar e aproxima-se da sua condição de sujeito social, considera-se que ele está alfabetizado cientificamente. Essa aptidão, segundo Sasseron e Machado (2017), pode auxiliar o indivíduo em processos de tomada de decisão e resolução de problemas:

Pretendemos com o ensino de ciências formar pessoas capazes de resolver problemas apresentados a elas: sejam situações localizadas, como decidir tomar ou não um antibiótico prescrito pelo médico, ou globalizadas, como votar em um plebiscito pela instalação ou não de uma usina hidrelétrica. Tomadas de decisões como essas ocorrem quando se trabalha com as informações disponíveis, procurando entender as consequências imediatas e futuras de uma ação. São, portanto, situações trabalhosas que exigem mais do que informações, exigem estratégias de resolução de problemas. (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 14)

De acordo com os autores, aquele que é considerado alfabetizado cientificamente não necessita, necessariamente, saber tudo sobre as ciências, pois isso seria impossível, inclusive para os cientistas, mas sim, deve possuir conhecimento suficiente de vários campos das ciências e saber sobre como esses estudos se transformam em adventos para a sociedade.

No que concerne à mensuração da Alfabetização Científica, simultaneamente aos esforços de desenvolver o seu conceito, evoluem também as buscas por a medir. Com o lançamento do satélite Sputnik e a decorrente emergência de os EUA atraírem cidadãos para carreiras científicas, percebeu-se como fundamental inteirar-se do nível de conhecimento científico da sua população e verificar a eficácia dos projetos milionários investidos (VIDOR *et al.*, 2009).

De acordo com Miller (1983), todo o trabalho realizado antes da Segunda Guerra Mundial teve como foco o desenvolvimento e consequente mensuração de atitudes científicas, pois essas atitudes ressaltavam os aspectos que poderiam ser considerados satisfatórios de um egresso da Educação Básica deter após a sua passagem pela escola. Com o pós-guerra, notou-se um crescimento de testes padronizados com foco em inferir, além de atitudes científicas, níveis de compreensão de termos científicos básicos.

Para ilustrar, cita-se o teste em larga escala da *Survey Research Center* da Universidade de Michigan no ano de 1957; os testes realizados pela *National Assessment of Educational Progress – NAEP* no início da década de 1960; *National Science Board* em 1972, entre outros. Atualmente existem testes até mesmo em escala mundial como o *Programme for International Student Assessment – PISA*, desenvolvido e

coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, que visa mensurar, entre outras competências, as de domínio científico.

Para Noll (1935), as atitudes científicas deveriam ser inferidas tendo como base o cotidiano. Bybee (1995), critica o formato dos instrumentos até então utilizados, que em sua maioria, mensuravam a Alfabetização Científica com foco em vocabulário e conceituações, apenas. Um dos autores que elaboraram meios de mensurar esse constructo por meio da relação com o dia a dia e de maneira quantitativa foi Miller (1983), fato esse que, de acordo com Laugksch (2000), contribuiu para o seu estudo e ideias adquirirem relevância.

Anos após a publicação de Miller (1983), os sul-africanos Laugksch e Spargo (1996) o utilizaram como referencial para a criação de um questionário denominado de “*Test of Basic Scientific Literacy – TBSL*”. O Teste de Alfabetização Científica Básica–TACB tem como proposta inferir o nível de Alfabetização Científica de egressos da Educação Básica fazendo uso de questões fechadas, com assertivas que podem ser verdadeiras ou falsas, abordando áreas como a Química, Física, Biologia e Saúde.

Cada um dos 110 itens do questionário foi elaborado e validado pelos autores, encaixando-se em um dos Eixos de Miller (1983). O Eixo 1 “Conteúdos da Ciência” abrange os itens 1 a 15; 38 a 61; e 78 a 110. Por sua vez, o Eixo 2 “Natureza da Ciência” é representado pelos itens 16 a 37; e por fim, o Eixo 3 “Impacto da Ciência na Sociedade e Ambiente” é descrito nos itens 62 a 77.

Para um respondente ser considerado alfabetizado cientificamente, necessita obter êxito em um mínimo de acertos das três subdivisões. Das 72 questões do Eixo 1 deve-se acertar no mínimo 45. Para o Eixo 2, tem de responder corretamente 13 dos 22 itens. Finalmente, para o Eixo 3, que possui ao todo 16 questões, deve-se acertar pelo menos 10. De modo geral, os autores estipularam um percentual mínimo de 60% de acertos como critério. Se em algum dos eixos do teste o mínimo não for atingido, esse respondente não poderá ser considerado como alfabetizado cientificamente. A percentagem foi delimitada com base no fato de que 60% de acertos geralmente é o quantitativo mínimo comumente considerado para aprovação nas instituições de Educação Básica e Superior.

Esse instrumento foi aplicado em sua validação a mais de 4000 egressos da Educação Básica, ingressantes de cursos técnicos e de graduação da província de Cabo Ocidental, que inclui a cidade de Cape Town, capital legislativa da África do Sul. Como principal resultado, observou-se que apenas 33% dos participantes puderam obter desempenhos minimamente satisfatórios nos três eixos (LAUGKSCH; SPARGO, 1996; 1999).

Nos anos seguintes, estudos de diferentes lugares do mundo fizeram uso do TBSL como instrumento de mensuração da Alfabetização Científica, conforme se pode averiguar quantitativamente através de uma busca em bases de indexação: África do Sul (LAUGKSCH; SPARGO, 1996; 1999); Austrália (MURCIA; SCHIBECI, 1999); China (CHIN, 2005); Israel (BARAM-TSABARI; YARDEN, 2005); Estados Unidos (BROSSARD; SHANAHAN, 2006); Turquia (ÖZDEM *et al.*, 2010).

O TBSL chegou ao Brasil somente 10 anos após a sua publicação, por meio da tradução realizada por Nascimento-Schulze (2006). A autora preocupou-se em adaptar o instrumento para o contexto brasileiro. Para isso, após o processo de tradução do questionário, os 110 itens passaram por avaliadores, pesquisadores

da área do Ensino de Ciências, que analisaram as idiossincrasias de cada item e se a tradução se apresentava adequada a linguagem e cultura do público-alvo de nosso país, considerando também, as diferenças de contexto das diferentes regiões do Brasil (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006; NASCIMENTO-SCHULZE, CAMARGO e WACHELKE, 2006).

Nos últimos 13 anos, o instrumento esteve presente no *contexto* brasileiro e, assim, torna-se relevante uma pesquisa de revisão com vistas a compreender como as pesquisas nacionais o utilizaram, quais são suas limitações e vantagens na realidade escolar e acadêmica nacional, assim como os principais resultados que o emprego desse método quantitativo de inferência gerou.

Na sequência, apresenta-se os procedimentos metodológicos que auxiliaram a responder essas indagações.

2. METODOLOGIA

Julga-se como relevante que a produção científica seja mapeada a fim de compreender os indicativos de produção de determinada área. Isso pode ser útil para que outros pesquisadores, antes de delinearem uma nova pesquisa, consigam ter uma visão geral do conhecimento que já foi produzido sobre a temática.

O movimento em favor do acesso aberto, entre os diferenciais que tem proporcionado, destaca o incentivo para a criação de repositórios institucionais, bibliotecas digitais e portais de periódicos, todos com o propósito de permitir que a sociedade possa acessar o que é produzido. Portanto, é importante compreender que fazer uma análise crítica da produção que se está analisando é fundamental para o trabalho que o pesquisador realiza, pois uma análise da literatura produzida poderá ser utilizada como referência por outros pesquisadores da mesma área.

A revisão sistemática de literatura é um método científico para busca e análise de produções de uma determinada área da ciência. É amplamente utilizada em pesquisas na medicina, psicologia e ciências sociais, onde há grandes massas de dados e fontes de informações (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). Esse tipo de trabalho faz uso de procedimentos técnicos derivados da Cientometria, área da Ciência da Informação que procura estudar aspectos quantitativos da ciência e da produção científica (SANTOS; KOBASHI, 2009).

As pesquisas de revisão de literatura caracterizam-se, muitas vezes, como um passo inicial para qualquer pesquisa científica, pois podem condensar o conhecimento atualizado sobre determinado tema. Possuem como características aspectos de pesquisa exploratória, pois permitem maior familiaridade com a temática, e comumente são realizadas em material já elaborado, como artigos, livros, teses, etc. (GIL, 2008).

De acordo com Cook, Mulrow e Haynes (1997), a revisão de literatura, de uma perspectiva sistemática, possui caráter narrativo, e realiza-se análises com fins de discutir os resultados, procurando semelhanças e diferenças entre os estudos recuperados.

Sendo assim, para cumprir o objetivo proposto para essa pesquisa, a revisão de literatura foi realizada fazendo buscas com descritores nas bases da SciELO (*Scientific Electronic Library Online*); Google Scholar; Portal de Periódicos e Banco de Teses e Dissertações da CAPES; e em periódicos nacionais indexados,

online, de acesso aberto, e com Qualis CAPES A na área do Ensino (Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Amazônia; Revista de Educação em Ciências e Matemática; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista de Ensino de Ciências e Matemática; Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências; e Investigações em Ensino de Ciências), revisando os últimos 14 anos de publicações (2006-2019).

Esse recorte temporal foi delimitado com base no fato de que há 14 anos o primeiro artigo sobre o TACB foi publicado no Brasil (NASCIMENTO-SCHULZE, 2006). Ou seja, só a partir do seu processo de tradução, adaptação e validação para a língua portuguesa que outros pesquisadores passaram a publicar estudos empregando o instrumento em suas investigações.

Em cada base foram utilizados os seguintes descritores: “Teste de Alfabetização Científica Básica”; “TACB”. Adotou-se dois critérios de inclusão e exclusão de trabalhos: 1) a pesquisa necessita fazer uso do TACB como ferramenta do processo de coleta de dados; 2) os artigos e trabalhos em anais de eventos devem ter passado pelo processo de revisão pelos pares, enquanto que as Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão necessitam ter passado por aprovação de uma banca examinadora.

A busca retornou ao todo 33 documentos. Após as técnicas de redução dos dados recuperados, esse número foi reduzido para 17, pois alguns trabalhos somente citavam os resultados de pesquisas que faziam uso do TACB mas não o empregavam em suas investigações, compondo assim, os trabalhos selecionados 8 Artigos de periódicos; 1 Tese; 1 Dissertação; 1 Trabalho de Conclusão de Curso; e, 6 Trabalhos de eventos.

Em seguida, iniciou-se o período de análise individual das produções. A investigação qualitativa foi composta pela leitura atenta, tendo como suporte para aquisição dos pontos relevantes uma metodologia de Análise de temas principais fundamentada na análise temática de Braun e Clarke (2006). Tal análise tece inferências em tópicos emergentes destacados a partir da apropriação do material pesquisado (SOUZA, 2019).

A análise foi guiada através da leitura do material na íntegra, agrupando fatores em comum para criar categorias de maior abrangência, sendo seguidas da análise de cada categoria, a fim de observar se existiam pontos convergentes e divergentes dentro de cada trabalho analisado.

Tal método foi considerado relevante para esta pesquisa de revisão de literatura, pois permite organizar e esboçar os traços de maior destaque apontados pelas diferentes produções, auxiliando no aprofundamento adequado para o tratamento analítico da pesquisa.

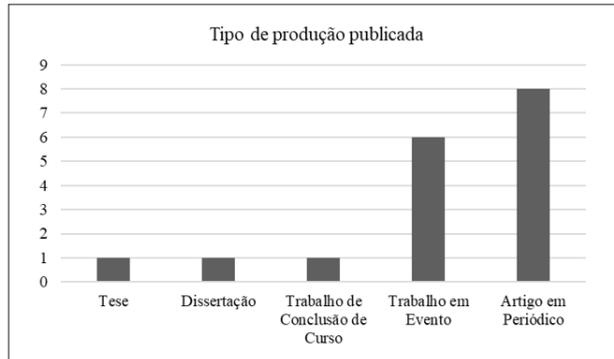
Assim, os resultados puderam ser descritos destacando os dados bibliográficos, ano de publicação, afiliação dos autores, disciplina em que o teste foi aplicado, número amostral, resumo dos principais resultados e, por fim, as considerações finais de cada produção. Na sequência, são apresentados os resultados do delineamento acima descrito.

3. RESULTADOS

3.1. Visão geral dos trabalhos analisados

Conforme referido, das 33 pesquisas recuperadas pelo processo de busca, 17 passaram pelos critérios de inclusão e exclusão e, assim, foram analisadas de maneira individual. O quadro a seguir apresenta a frequência dos tipos de produção que foram publicadas:

Quadro 1. Tipo de produção publicadas

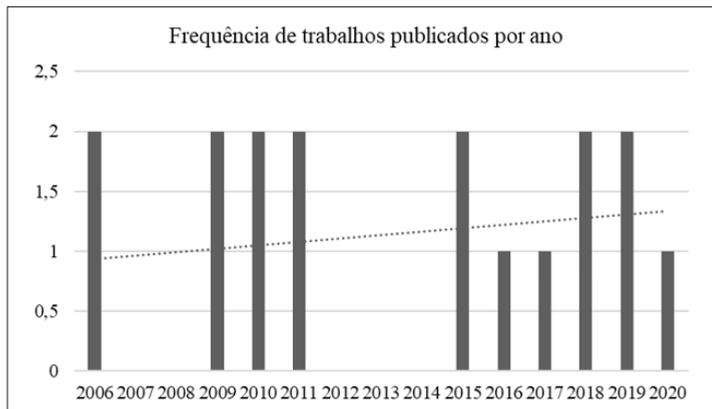


Fonte: autores.

Os artigos em periódicos e trabalhos publicados em anais de eventos foram as produções mais comuns. Pesquisas com maior densidade de escrita foram encontradas apenas em uma Dissertação e uma Tese.

Todos os trabalhos foram publicados a partir do ano de 2006, ano em que Nascimento-Schulze (2006) divulgou a versão na língua portuguesa do TBSL. Nos anos de 2007 e 2008, nenhum trabalho foi publicado utilizando o instrumento. Apenas em 2009, as produções começaram a ser publicadas com maior intensidade, conforme pode ser observado pelo quadro 2.

Quadro 2. Frequência de trabalhos publicados por ano

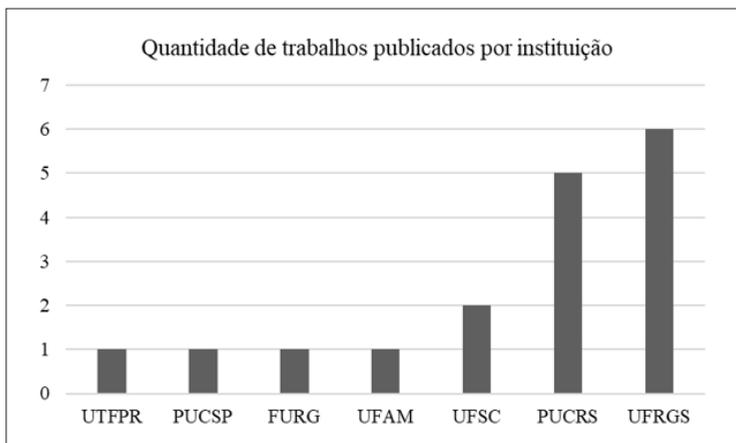


Fonte: autores.

Nota-se uma tendência crescente de produções utilizando o TACB nos últimos anos. De acordo com o quadro acima, é possível observar que 50% dos trabalhos foram publicados nos últimos cinco anos. Considerando que o TACB está na literatura nacional há 14 anos, podemos afirmar que, apesar de ter sido elaborado em 1996, o instrumento possui grande incorporação em estudos recentes em pesquisas brasileiras.

A partir da análise de frequências, foi possível perceber também que os trabalhos foram publicados a partir de instituições bastante específicas, sendo a maioria dos estudos realizados por pesquisadores advindos de universidades localizadas no Rio Grande do Sul, conforme podemos ver no quadro 3:

Quadro 3. Trabalhos publicados por instituição



Fonte: autores.

Apenas dois trabalhos foram publicados fora da região Sul do Brasil. Notou-se uma grande concentração de produções derivadas de um determinado grupo de pesquisa, conforme será discutido na sequência.

A fim de sintetizar as informações quantitativas coletadas sobre os trabalhos analisados, o quadro 4, a seguir, apresenta uma visão geral das informações individuais de cada estudo:

Quadro 4. Síntese das informações dos trabalhos

Síntese das informações dos trabalhos				
Referência	Tipo de trabalho	Disciplina investigada	Instituição dos autores	Número amostral
Vizzotto et al. (2020)	Artigo	Ciências	FURG	125
Coppi e Sousa (2019)	Artigo	Ciências	PUCSP	189
Vizzotto (2019)	Tese	Física	UFRGS	512
Greszczyszyn; Camargo Filho e Monteiro (2018)	Artigo	Química	UTFPR	30
Vizzotto; Mackedanz (2018)	Artigo	Física	UFRGS	141
Rivas; Moço; Junqueira (2017)	Artigo	Biologia	UFRGS	46
Lima (2016)	Dissertação	Biologia	UFRGS	12
Lima; Garcia (2015)	Evento	Biologia	UFRGS	12
Rivas (2015)	TCC	Biologia	UFRGS	46
Oliveira e Silva-Forsberg (2011)	Evento	Ciências	UFAM	200
Camargo et al. (2011)	Artigo	Química	PUCRS	66
Vidor et al. (2010)	Evento	Ciências	PUCRS	44
Camargo et al. (2010)	Evento	Química	PUCRS	58
Vidor et al. (2009a)	Evento	Ciências/Mat.	PUCRS	22
Vidor et al. (2009b)	Evento	Ciências/Mat.	PUCRS	22
Nascimento-Schulze; Camargo e Wachelke (2006)	Artigo	Ciências	UFSC	411
Nascimento e Schulze (2006)	Artigo	Ciências	UFSC	754

Fonte: autores.

Constata-se que a maioria deles centrou seu foco no Ensino Superior, em especial, nos cursos de licenciatura de Química e Biologia. Outros trabalhos também foram publicados no Ensino Fundamental e Médio, porém, com menor intensidade. Destaca-se a quantidade de participantes investigados nos estudos de Nascimento-Schulze (2006); Vizzotto (2019) e Nascimento-Schulze; Camargo e Wachelke (2006). Nos trabalhos de Nascimento-Schulze (2006) e de Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006), os participantes foram alunos do Ensino Médio, enquanto que na pesquisa de Vizzotto (2019), o público foi composto por ingressantes de cursos técnicos e de graduação.

3.2. Análise das produções: síntese de cada pesquisa

O artigo de Coppi e Sousa (2019) investigou a alfabetização científica de 189 alunos do 9º ano, ao mesmo tempo que comparou a matriz curricular da disciplina de ciências com os objetivos da educação científica postulados pelo documento do projeto estadunidense *Science For All Americans* (AAAS, 1989), uma das bases teóricas que deu surgimento ao TBSL. Para os autores, o fato de somente 15,3% dos participantes terem sido considerados alfabetizados cientificamente é um indicativo insatisfatório. Os autores também salientam que os Eixos 2 e 3 do teste foram os que menos obtiveram acertos.

A tese de Vizzotto (2019) utilizou o TACB-S (Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado) como parâmetro para comparar a alfabetização científica de 512 egressos do Ensino Médio, juntamente com outros testes que inferiram aspectos complementares da educação científica dos participantes, como interesse por temas científicos, estrutura das aulas que assistiram na escola e também aptidão de aplicar seus saberes a situações ligadas ao cotidiano. Esses outros aspectos foram correlacionados com o TACB-S a fim de analisar a hipótese de conexão entre eles, constituindo-se de instrumentos que avaliaram, de maneira integrada, a Alfabetização Científica do público participante. Como resultados, o escore de acertos do TACB-S se correlacionou positivamente com o interesse por temas científicos e maior competência de aplicar conhecimentos para entender o cotidiano. No entanto, do total, apenas 33% puderam ser considerados alfabetizados cientificamente.

O artigo de Greszczyszyn, Camargo Filho e Monteiro (2018) investigou estudantes da 3ª série do Ensino Médio e acadêmicos ingressantes do curso de Farmácia. Inicialmente, os autores acreditavam que os acadêmicos apresentariam melhores desempenhos. Contudo, o resultado obtido apresentou o contrário e a hipótese para explicar esse padrão foi o fato de que a maioria dos acadêmicos haviam concluído o Ensino Médio há mais de 10 anos, enquanto que os alunos da 3ª série estavam com os saberes presentes de maneira mais extrínseca que o outro grupo. Mesmo assim, todo o grupo de 30 indivíduos apresentou resultados acima dos valores mínimos, porém, os acadêmicos, mais próximos dos 60% de acertos em cada Eixo.

Conforme descrito na seção anterior, o artigo de Vizzotto e Mackedanz (2018) apresentou um estudo de redução instrumental para o TACB. Ao fazer uso de técnicas estatísticas, chegou-se aos critérios de exclusão de itens, diminuindo seu tamanho de 110 para 45 questões. Os autores chamaram essa versão de TACB-S. Do grupo de 141 egressos do Ensino Médio participantes do teste piloto, apenas 33% pode ser considerado alfabetizado cientificamente.

O Trabalho de Conclusão de Curso de Rivas (2015) constituiu a base para o artigo publicado por Rivas, Moço e Junqueira (2017). Nesse estudo, inferiu-se o nível de alfabetização científica de alunos ingressantes e concluintes de um curso de Biologia. Dos 46 participantes, 78,4% atingiu o mínimo esperado. No entanto, não foi possível observar diferenças estatisticamente significativas entre alunos ingressantes e os que já estavam concluindo o curso. Os autores ressaltaram que o Eixo 1 obteve maior índice de acertos, enquanto que o Eixo 2 foi o que apresentou mais erros e, o Eixo 3 teve mais quantidade de itens assinalados com a alternativa “não sei”.

O trabalho em evento de Lima e Garcia (2015) compôs pesquisa relatada na dissertação de Lima (2016), na qual o TACB foi um dos instrumentos utilizados para verificar aspectos da educação científica de 12 acadêmicos de ciências biológicas que utilizaram suas habilidades para transpor o conhecimento científico na tarefa de produzir materiais didáticos. O autor também percebeu desempenho superior no Eixo 1 do teste. De acordo com a pesquisa, mesmo o grupo alcançando o mínimo de 60% de acertos, os acadêmicos apresentaram dificuldades ao transferir suas ideias para elaborar materiais de ensino.

A publicação em evento de Oliveira e Silva-Forsberg (2011) relata, conforme referido, o uso de uma versão reduzida do TACB. A pesquisa foi aplicada a 200 estudantes do último ano do Ensino Fundamental. Ao todo, 66,5% dos participantes puderam ser considerados alfabetizados cientificamente. Mesmo assim, as autoras ressaltam a limitação de conhecimento dos alunos sobre assuntos científicos envolvendo aspectos epistemológicos e de relação com o cotidiano social e ambiental.

Com o objetivo de verificar a validade e confiabilidade do TACB em estudantes do Ensino Fundamental, o artigo de Vizzotto *et al.* (2020) aplicou a referida versão simplificada do teste (TACB-S) em 125 alunos dos anos finais do Ensino Fundamental de diferentes escolas da região Sul do estado do Rio Grande do Sul. Os resultados demonstraram que o TACB-S não apresentou confiabilidade para esse grupo, pois o índice que confere esse parâmetro foi considerado baixo, bem como, todas as outras características psicométricas analisadas, como dificuldade, discriminação, entre outras. Portanto, os autores defendem que tanto o instrumento integral (TACB) quanto o reduzido e simplificado (TACB-R/TACB-S) sejam utilizados apenas para o público-alvo destinado pelos autores que o elaboraram: estudantes concluintes e também os já egressos da Educação Básica (LAUGKSCH; SPARGO, 1996). Assim, o estudo de Vizzotto *et al.* (2020) sugere que o questionário não seja aplicado no Ensino Fundamental sem passar por um processo de adaptação e validação direcionada para o grupo em questão.

Os trabalhos de evento de Vidor *et al.* (2010; 2009a; 2009b) apresentam os resultados da aplicação do TACB em 22 professores de Ciências e Matemática de escolas municipais do Rio Grande do Sul. Os dados apontaram que os acertos no Eixo 1 estão abaixo do nível mínimo estabelecido. Segundo os autores, esse panorama é preocupante, pois os valores mínimos de 60% de acertos foram estabelecidos para recém egressos do Ensino Médio. Notou-se também uma quantidade expressiva de itens assinalados como “não sei”. No Eixo 2, metade dos participantes tiveram desempenhos satisfatórios. Já no Eixo 3, a maioria obteve bons desempenhos. Tais observações ressaltam a preocupação com a formação inicial e continuada de professores no que tange à formação conceitual, mas também, que discuta a natureza epistemológica da ciência.

A pesquisa relatada no trabalho em evento de Camargo *et al.* (2010) foi publicada também em um artigo em Camargo *et al.* (2011) e relata a inferência do nível de Alfabetização Científica de acadêmicos ingressantes e concluintes da licenciatura em química. Estenderam também a investigação a professores já graduados. Como resultados, perceberam maior desempenho dos professores no Eixo 1, embora todos 58 participantes tenham demonstrado níveis acima dos 60% de acertos. De modo geral, os professores apresentaram maior desempenho que os licenciandos.

Outro fato destacado pelos autores é o maior escore de acertos no Eixo 3 por parte dos professores. Atribui-se esse fato aos saberes de experiência docente já vivenciada quando comparados aos professores ainda em formação inicial.

No artigo de Nascimento-Schulze (2006), a tradução do TBSL foi apresentada. A autora o utilizou como uma das ferramentas para estudar as conexões entre Alfabetização Científica e as representações sociais de estudantes do Ensino Médio. Ao aplicar o instrumento a 754 alunos, constatou que apenas 36,5% atingiram os valores mínimos. Na análise detalhada dos dados, notou-se também que estudantes de escolas particulares apresentaram maior desempenho quando comparados a estudantes de escolas públicas. A autora sugere estudos de adaptação do teste ao contexto brasileiro, assim como sua redução. Indica também a oportunidade de o aplicar em outros setores da população e também nos demais estados, além de Santa Catarina, onde sua pesquisa foi desenvolvida.

Por fim, a pesquisa relatada no artigo de Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006) apresenta a versão reduzida recomendada na produção descrita no parágrafo anterior. Responder o TACB com 110 questões foi considerada uma tarefa cansativa e que poderia comprometer os resultados assinalados pelos participantes, o que justificou o procedimento de redução apresentado. Os autores fizeram uso do TACB-R e correlacionaram seus resultados com variáveis de desempenho de 411 alunos do Ensino Médio, como notas escolares, interesse por ciência e tecnologia, frequência em aulas e acesso a informações científicas. Como resultados, notaram ligação entre desempenhos satisfatórios e alto interesse por temas científicos, assim como boas notas e frequência escolar.

3.3. Análise das produções: articulações entre os estudos

Nesta seção, apresentamos com maior grau de detalhamento os trabalhos analisados, a fim de conhecer suas análises, implicações, pontos positivos e negativos do uso do TACB como instrumento de coleta de dados.

Em primeiro lugar, observamos um padrão quanto ao público-alvo investigado. Basicamente, em sua maioria, os estudos tiveram como foco alunos da Educação Básica ou acadêmicos do Ensino Superior. Uma quantidade pequena concentrou-se em professores já egressos da Graduação. Os trabalhos de Coppi e Sousa (2019); Oliveira e Silva-Forsberg (2011); Nascimento-Schulze (2006) e Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006) aplicaram o TACB em alunos da Educação Básica. Já as produções de Vizzotto (2019); Vizzotto e Mackedanz (2018); Rivas, Moço e Junqueira (2017); Lima (2016); Lima e Garcia (2015); Rivas (2015); Camargo *et al.* (2011); e Camargo *et al.* (2010) focaram em alunos da Graduação. Por fim, destaca-se artigo de Greszczyszyn, Camargo Filho e Monteiro (2018), que usaram o questionário em ambos os níveis escolares e também o grupo de pesquisa de Vidor *et al.* (2010); Vidor *et al.* (2009a) e Vidor *et al.* (2009b) que publicou estudos fazendo uso do TACB em professores de diferentes áreas.

Em um segundo momento, é possível destacar os estudos que tentaram realizar procedimentos de redução do TACB, pois um dos fatores relatados como desafiadores para a sua aplicação foi o seu tamanho demasiadamente grande. O fato de ele possuir 110 itens, mesmo que sejam com questões fechadas e de

resposta dicotômica, pode comprometer a adesão do respondente à fidelidade das respostas assinaladas. Tendo consciência desse problema, três trabalhos se dedicaram a realizar estudos de redução.

O primeiro deles foi da própria pesquisadora que o traduziu para a língua portuguesa. O trabalho de Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006) apresentou os procedimentos realizados para efetuar uma redução. Os autores partiram de uma perspectiva qualitativa de análise para decidir quais itens deveriam ser mantidos e quais excluídos. Para isso, enviaram todos os 110 itens para pareceristas da área, que julgaram a relevância de cada um dentro do contexto brasileiro. Com os itens considerados satisfatórios, realizou-se testes estatísticos para verificar os índices de consistência interna do instrumento reduzido. Os itens correspondentes aos Eixos 2 e 3 não obtiveram índices adequados de confiabilidade. Mesmo assim, de 110, o questionário foi reduzido para 77 itens e os autores optaram por utilizá-lo considerando o desempenho geral do instrumento e não mais cada eixo em particular. A esse formulário com 77 itens os autores denominaram de TACB-R (Teste de Alfabetização Científica Básica Reduzido).

Cinco anos depois, Oliveira e Silva-Forsberg (2011) também realizaram um estudo de redução. As autoras submeteram os itens a especialistas da área e assim, reduziram o instrumento para 60 questões. No entanto, a estrutura inicial do TACB não foi mantida, pois os itens ligados ao Eixo 2 (Entendimento da Natureza da Ciência) foram eliminados. Sendo assim, os resultados apresentados pelas autoras não mensuraram os três aspectos considerados por Miller (1983) como constituintes da Alfabetização Científica de um indivíduo. Inferiu-se apenas a dimensão conteudista e a aplicada ao impacto da ciência na sociedade e ambiente no instrumento resultante.

Sete anos depois, Vizzotto e Mackedanz (2018) apresentaram outra metodologia de redução instrumental. Diferentemente do procedimento proposto por Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006), os autores selecionaram os itens a serem mantidos baseados em uma perspectiva quantitativa. A partir de um teste piloto e fazendo uso de técnicas da estatística inferencial, investigou-se os itens que menos estavam correlacionados com o instrumento como um todo. Assim, foi possível verificar quais deles estavam contribuindo menos para a consistência interna do TACB e assim, decidir quais deles excluir. Mantendo índices semelhantes de fidedignidade, validade e poder de medida, os autores reduziram o questionário para 45 itens. Esse, foi chamado de TACB-S (Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado) e manteve proporção semelhante de itens para os três eixos (27 questões no eixo 1; 10 questões no eixo 2; e 8 questões no eixo 3), a mesma proporção de itens para os três Eixos originais.

Outra categorização dicotômica possível foi dividir os estudos que apresentaram, em sua maioria, resultados satisfatórios e aqueles em que os participantes apresentaram desempenho abaixo do mínimo esperado.

A percentagem de 60% de acertos em cada Eixo é o piso para atestar se um participante é ou não alfabetizado cientificamente. Nos seguintes trabalhos os participantes não alcançaram essa meta: O artigo de Coppi e Sousa (2019) apontou que apenas 15,3% dos entrevistados atingiram no mínimo 60% de acertos. Para Vizzotto (2019) e Vizzotto e Mackedanz (2018) esse índice foi de 33%. O público de Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006) e Nascimento-Schulze (2006)

atingiu 36,5%. Esses índices vão ao encontro do padrão dos egressos do Ensino Médio na África do Sul, relatado por Laugksch e Spargo (1996), onde apenas 36% dos entrevistados foram considerados alfabetizados cientificamente. Nos trabalhos de Vidor *et al.* (2010) e Vidor *et al.* (2009a; 2009b), 50% dos professores entrevistados nas cidades denominadas de A e B apresentaram desempenho acima do piso, contra 80% dos docentes da cidade C. Os autores atribuíram essa estatística ao fato de a cidade C ser maior e mais próxima da capital, o que poderia proporcionar uma formação continuada de superior qualidade aos professores.

Por outro lado, desempenhos satisfatórios em mais de 50% dos participantes foram relatados por Greszczyszyn, Camargo Filho e Monteiro (2018) ao analisar estudantes da 3ª série do Ensino Médio e ingressantes de cursos da Graduação em Farmácia. Inclusive, ressalta-se que os participantes do Ensino Médio tiveram, em sua maioria, desempenho superior quando comparados aos acadêmicos. No artigo de Rivas, Moço e Junqueira (2017), a percentagem de bons desempenhos foi de 78%. Lima (2016) e Lima e Garcia (2015) apontaram índices superiores para 86% dos estudantes de licenciatura em Biologia entrevistados. Na investigação de Camargo *et al.* (2011), 70% dos acadêmicos ingressantes na licenciatura em Química e 80% dos concluintes, apresentaram acertos acima do mínimo. Por fim, o estudo de Oliveira e Silva-Forsberg (2011) apontou que 66,5% dos participantes foram considerados alfabetizados cientificamente.

Cada um dos 17 estudos realizados contribuiu, em alguma frente, para o avanço do estado da arte sobre o uso deste instrumento na literatura nacional, pois fornecem um panorama sobre como se dá a apropriação e emprego dos conhecimentos científicos dos participantes. Como pontos convergentes é possível destacar que: menos de 33% dos respondentes são considerados alfabetizados cientificamente; a maior parte do conhecimento científico assimilado possui foco conteudista, sendo as noções epistemológica e de impacto social da Ciência, aspectos pouco observados nos participantes; licenciandos em Física, Química e Biologia apresentam um aumento no nível de Alfabetização Científica conforme progredem nos cursos; e também, nota-se que mesmo compreendendo os conteúdos científicos, há dificuldade de transpor os conhecimentos para interpretar a Ciência aplicada no cotidiano.

Por fim, a principal articulação que os estudos podem mostrar é que é possível medir a Alfabetização Científica de forma quantitativa, de maneira válida e confiável, e o TACB pode consistir de uma das ferramentas empregadas no processo de avaliação da educação científica de alguém. Ainda, uma investigação em larga escala, a partir de um instrumento objetivo, pode fornecer possibilidades de se perceber padrões inferenciais que se tornaria mais difícil de notar em uma pesquisa com um pequeno grupo, por exemplo.

3.4. Breve crítica dos trabalhos analisados

Cada uma das produções teve como foco um grupo específico, em que o TACB fez parte das análises, sendo empregado de maneira exclusivamente ou secundária, fornecendo uma segunda visão sobre a educação científica dos

participantes em conjunto com outros instrumentos de aferição do conhecimento científico, como provas, boletins, dados de caracterização, etc.

Todas as 17 produções analisadas tiveram como objetivo em comum o desejo de conhecer aspectos da educação científica dos diferentes participantes escolhidos. Alunos do Ensino Fundamental, Médio, Superior e professores já egressos da licenciatura foram submetidos à versão integral ou a uma das versões reduzidas do TACB. Percebeu-se que todos os trabalhos alinharam seus referenciais teóricos aos referenciais utilizados por Laugksch e Spargo (1996) para fundamentar o TACB, que basicamente envolveu a concepção tridimensional de Miller (1983) e os objetivos da educação científica da AAAS (1989).

A concepção de Miller (1983) para entender a Alfabetização Científica é corroborada no Brasil por Sasseron e Carvalho (2011), replicando a difusão da importância de se apropriar dessas três esferas para se ter parâmetros ao considerar um indivíduo alfabetizado cientificamente. Ou seja, não somente o instrumento derivado dessa base está sendo utilizado no país, mas também as ideias que o originaram.

Sobre as possibilidades do questionário, segundo Rivas (2015) o TACB é um importante instrumento para mensurar e comparar o nível de Alfabetização Científica, podendo ser utilizado em diversos grupos diferentes, desde alunos, egressos da escola, professores, cientistas, consumidores, entre outros. No entanto, se percebeu que as pesquisas até então relatadas centraram seu público-alvo em estudantes e professores. Isso auxilia na análise do estado da arte do foco do TACB, a fim de que outros estudos possam ser delineados com vistas a aumentar a sua abrangência de utilização. Esses estudos futuros são importantes até mesmo para verificar sua validade em outros ambientes.

Os autores relatam terem optado pelo uso do TACB devido à sua estrutura, pois é composto por questões fechadas sobre pontos interdisciplinares da Ciência. O fato de o instrumento possuir estudos de validação e ser referendado por critério em contextos internacionais foi considerado uma garantia da qualidade da sua inferência. Não obstante, em alguns trabalhos, o questionário recebe críticas devido ao seu tamanho, o que sugere a relevância dos estudos de redução apresentados.

A estrutura de validade do TACB foi realizada tendo como público-alvo egressos da Educação Básica, ingressantes de Cursos de Técnicos e de Graduação (LAUGKSCH; SPARGO, 1996). Isso significa que ao realizar pesquisas fazendo uso desse instrumento em alunos do Ensino Fundamental, sua validade deveria ser reverificada a fim de analisar se a estrutura que atesta a sua confiabilidade também é fidedigna para esse grupo. Julga-se necessário então, trabalhos subsequentes que avaliem se os itens propostos no TACB possuem consistência interna quando inferidos nesse grupo que ainda não passou pela vivência estudantil do Ensino Médio.

Por fim, se percebeu nas 17 produções, pesquisas centradas majoritariamente no Ensino Superior, focadas principalmente nas licenciaturas. Como considerações, os autores ressaltam a relevância de investir na alfabetização científica dentro da formação inicial de professores. A maioria dos trabalhos relata maior desempenho no Eixo 1 do que nos Eixos 2 e 3. Isso significa que os grupos estudados apresentam maior domínio nos conteúdos da ciência do que em seus aspectos epistemológicos e relacionados com a sua relação social. Tal fato pode sinalizar aspectos sobre o

foco conteudista no qual a educação científica pode estar sendo abordada dentro do Ensino de Ciências atualmente.

CONSIDERAÇÕES

Apresentamos nesse artigo uma revisão de literatura que teve como objetivo conhecer a utilização do TACB no contexto nacional. Foram consultadas bases de indexação, bem como periódicos científicos da área. Após os 33 trabalhos inicialmente recuperados passarem pela análise dos critérios de inclusão e exclusão, 17 deles foram analisados qualitativamente.

A revisão de literatura auxiliou a compreender como o TACB foi empregado em pesquisas no Brasil nos últimos 14 anos. A maioria dos 17 trabalhos foram publicados em periódicos indexados e em anais de eventos e sugerem poucos grupos de pesquisadores envolvidos com esse instrumento desde a sua tradução para a Língua Portuguesa. Metade da produção foi publicada nos últimos 5 anos, o que mostra uma tendência de popularização do TACB como questionário de referência. No entanto, a maioria delas foi realizada por pesquisadores localizados no Rio Grande do Sul. Esse fato sinaliza a importância de se apontar as potencialidades do uso do instrumento a fim de gerar engajamento em pesquisadores de outras partes do Brasil.

A pesquisa quantitativa em Ensino de Ciências pode se beneficiar do instrumento, pois ele representa uma metodologia de coleta de dados não centrada em aspectos de memorização conceitual, mas que instiga o respondente a fazer uso dos seus saberes para julgar a coerência científica das proposições apresentadas em cada item. Isso pode trazer uma outra visão àquela comumente observada em testes de conhecimentos científicos, centrada na resolução de problemas e verificação da retenção conceitual de assuntos das Ciências da Natureza.

Os resultados apresentam o TACB como um instrumento relevante para mensurar o nível de Alfabetização Científica de estudantes do Ensino Médio e do Ensino Superior. Este artigo contribui com a literatura da área uma vez que aglutina, a nível nacional, todas as produções que, até então, fizeram uso desse questionário, onde descrevem o público-alvo escolhido, os resultados obtidos, os pontos desafiadores de se utilizar o TACB, assim como, as sugestões para melhoria do uso do instrumento no contexto brasileiro.

Além do seu uso na pesquisa, a escola regular pode utilizar o instrumento para conhecer o nível de Alfabetização Científica dos alunos no início e final de um semestre ou ano letivo, a fim de fornecer um panorama da evolução ou estabilidade desse quantitativo em cada estudante.

Assim, com base nos resultados expostos, julga-se que o objetivo geral da pesquisa foi cumprido, apresentando uma revisão e análise das produções brasileiras que fizeram uso do TACB para estudar de maneira quantitativa aspectos da educação científica de diferentes grupos. Como material suplementar, disponibilizamos o instrumento, assim como o seu gabarito, a fim de que fique à disposição daqueles que desejarem assimilar o instrumento e utilizá-lo em suas investigações.

REFERÊNCIAS

- AAAS, American Association for the Advancement of Science. **Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology.** Washington, AAAS, 1989, v 1, p. 256.
- ANELLI, C. Scientific literacy: What is it, are we teaching it, and does it matter. **American Entomologist**, v. 57, n. 4, p. 235-244, 2011.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- BARAMTSABARI, A.; YARDEN, A. Text genre as a factor in the formation of scientific literacy. **Journal of research in science teaching**, v. 42, n. 4, p. 403-428, 2005.
- BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative research in psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.
- BROSSARD, D.; SHANAHAN, J. Do they know what they read? Building a scientific literacy measurement instrument based on science media coverage. **Science Communication**, v. 28, n. 1, p. 47-63, 2006.
- BYBEE, R. Achieving scientific literacy. **The science teacher**, v. 62, n. 7, p. 28, 1995.
- CARVALHO, A. M. P.; TINOCO, S. C. **O Ensino de Ciências como ‘enculturação’.** In: CATANI, Denice Bárbara; VICENTINI, Paula Perin, (org.). Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores. São Paulo: Escrituras, p. 251-255, 2006.
- CARVALHO, C. S. C. de; RAMALHO, B. L. O ensino das ciências da natureza nos anos iniciais da escolarização básica: das necessidades formativas à profissionalização docente. **Revista Entre ideias: educação, cultura e sociedade**, v. 7, n. 3, 2018.
- CHIN, C. First year Pre service Teachers in Taiwan: Do they enter the teacherprogram with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science? **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 13, p. 1549-1570, 2005.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**, n. 8, 2011.
- COOK, D.; MULROW, C.; HAYNES, B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of internal medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997.
- CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.
- DAVIS, I. The measurement of scientific attitudes. **Science Education**, v. 19, n. 3, p. 117-122, 1935.
- DEBOER, G. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.

- HOFF, A. G. A test for scientific attitude. **School Science and Mathematics**, v. 36, n. 7, p. 763-770, 1936.
- HURD, P. DeH. Science literacy: Its meaning for American Schools. **Educational Leadership**, v. 16, p. 13-16, 1958.
- LAUGKSCH, R.; SPARGO, P. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. **Public Understanding of Science**, v. 5, p.331-359, 1996.
- LAUGKSCH, R.; SPARGO, P. Scientific Literacy of Selected South African Matriculants Entering Tertiary Education: A Baseline Survey. **South African Journal of Science**, v. 95, p. 427-432, 1999.
- LAUGKSCH, R. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.
- ZIMMERMANN, E.; MAMEDE, M. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1-4, 2005.
- MILLER, J. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences**, v. 112, n. 12, p. 29-48, 1983.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. A Linguagem em uma Aula de Ciências. **Presença Pedagógica**, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.
- MURCIA, K.; SCHIBECI, R. Primary student teachers' conceptions of the nature of science. **International journal of science education**, v. 21, n. 11, p. 1123-1140, 1999.
- NOLL, V. Measuring the scientific attitude. **The Journal of Abnormal and Social Psychology**, v. 30, n. 2, p. 145, 1935.
- ÖZDEM, Y.; ÇAVAŞ, P.; CAVAS, B.; ÇAKIROĞLU, J.; ERTEPINAR, H. An investigation of elementary students' scientific literacy levels. **Journal of Baltic Science Education**. v.9, n. 1, p. 6-19, 2010.
- ROSA, T. F. da; LORENZETTI, L.; LAMBACH, M. Níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica na avaliação de Química do Exame Nacional do Ensino Médio. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 3, n. 1, 2019.
- SANTOS, R. N.; KOBACHI, N. Y. Bibliometria, Cientometria, Infometria: conceitos e aplicações. **Revista Pesquisa brasileira em Cientometria e Infometria**, Brasília, v.2, n.1, p.155-172, 2009.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.1, p. 59-77, 2011.
- SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na prática: inovando a forma de ensinar Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.
- SHEN, B. Science literacy and the public understanding of science. In: Communication of Scientific Information. **Karger Publishers**, p. 44-52, 1975.
- SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, set./dez. 2007.

SOUZA, L. K. de. Pesquisa com análise qualitativa de dados: conhecendo a Análise Temática. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 2, p. 51-67, 2019.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.

ANEXO 1 - TRABALHOS UTILIZADOS NA ANÁLISE

CAMARGO, A. N. B. de; PILAR, F. D.; RIBEIRO, M. Ed. M.; FANTINEL, M.; RAMOS, M. G.. Alfabetização Científica: A evolução ao Longo da formação de Licenciandos Ingressantes, Concluintes e de Professores de Química. **Momento – Diálogos em Educação**, v.20, n.2, p. 19-29, 2011.

CAMARGO, A. N. B.; VIDOR, C. de B.; IRBER, C.; PILAR, C. D.; SOUZA, V. M.; RAMOS, M. G. Estudo do nível de Alfabetização Científica de licenciandos ingressantes e concluintes em Química. **Anais do XI Salão de Iniciação Científica PUCRS**, p. 1223- 1225, 2010.

COPPI, M. A.; SOUSA, C. P. de. Estudo da Alfabetização Científica de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de um colégio particular da cidade de São Paulo. **Debates em Educação**, v. 11, n. 23, p. 169-185, 2019.

GRESCZYSCZYN, M. C. C.; MONTEIRO, E. L.; CAMARGO FILHO, P. S. Determinação do Nível de Alfabetização Científica Básica de estudantes da etapa final do Ensino Médio e etapa inicial de Ensino Superior. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2018.

LIMA, A. M. D. L. **A alfabetização científica de estudantes de licenciatura em ciências biológicas e sua influência na produção de materiais didáticos**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas e da Saúde. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 83. 2016.

LIMA, A. M. D. L.; GARCIA, R. N. A Alfabetização Científica de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas: um estudo de caso no contexto da formação inicial de professores. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. Um estudo sobre Alfabetização Científica com jovens catarinenses. **Psicologia: teoria e prática**, v. 8, n. 1, p. 95-117, 2006.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M.; CAMARGO, B. V.; WACHELKE, J. F. R. Alfabetização científica e representações sociais de estudantes de ensino médio sobre ciência e tecnologia. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 58, n. 2, 2006.

OLIVEIRA, Will F. A. de; SILVA-FORSBERG, M. C. Níveis de Alfabetização Científica de estudantes da última série do Ensino Fundamental. **Anais do VIII Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências (ENPEC)**, Campinas, Abrapec, p. 1-11, 2011.

RIVAS, M. I. E. **Avaliação do nível de Alfabetização Científica de estudantes de biologia**. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em biologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2015.

RIVAS, M. I. E.; MOÇO, M. C. de C.; JUNQUEIRA, H. Avaliação do nível de alfabetização científica de estudantes de biologia. **Revista Acadêmica Licencia&acturas**, v. 5, n. 2, p. 58-65, 2017.

VIDOR, C. de B.; PILAR, F. D.; CAMARGO, A. N. B. de; IRBER, C.; SOUZA, V. M. de; SILVA, A. M. M. da; RAMOS, M. G. Estudo sobre o nível de alfabetização científica e tecnológica de professores do estado do rio grande do sul. **Anais do XI salão de iniciação científica PUCRS**, 2010.

VIDOR, C. de B.; SILVA, A. M. M. da; COSTA, S. S. C. da; RAMOS, M. G. Avaliação do nível de alfabetização científica de professores da Educação Básica. **Anais do X salão de iniciação científica PUCRS**, 2009a.

VIDOR, C. de B.; COSTA, S. S. C. da; SILVA, A. M. M. da; RAMOS, M. G. Avaliação do nível de Alfabetização Científica de professores da educação básica. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Florianópolis: Abrapec, 2009b.

VIZZOTTO, P. A.; MACKEDANZ, L. F. Teste de Alfabetização Científica Básica: processo de redução e validação do instrumento na língua portuguesa. **Revista Prática Docente**, v. 3, n. 2, 2018.

VIZZOTTO, Patrick Alves. **A proficiência científica de egressos do Ensino Médio ao utilizar a Física para interpretar o cotidiano do trânsito**. 2019. Tese (Doutorado em Educação em Ciências). Instituto de Ciências Básicas e da Saúde. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 287, 2019.

VIZZOTTO, P. A.; ROSA, L. S. da; DUARTE, V. de M.; MACKEDANZ, L. F. O uso do Teste de Alfabetização Científica Básica em estudantes do Ensino Fundamental: análise da confiabilidade de medida nesse grupo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. e79932447, 2020.

Submetido em 18/10/2019

Aprovado em 16/04/2020

Contato:

Prof. Dr. Patrick Alves Vizzotto

Universidade do Vale do Taquari

Programa de Pós-graduação em Ensino

Av. Avelino Talini, n. 171 – Bairro Universitário

CEP. 95.914014 - Lajeado, RS – Brasil.