

O uso do Teste de Alfabetização Científica Básica em estudantes do Ensino

Fundamental: análise da confiabilidade de medida nesse grupo

**The use of Test of Basic Scientific Literacy in elementary school students: measurement
reliability analysis in this group**

**El uso del Test de Alfabetización Científica Básica en estudiantes de escuela primaria:
análisis de confiabilidad de medida en este grupo**

Recebido: 17/12/2019 | Revisado: 02/02/2020 | Aceito: 09/02/2020 | Publicado: 19/02/2020

Patrick Alves Vizzotto

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

Universidade do Vale do Taquari, Brasil

E-mail: patrick.fisica@hotmail.com

Liane Serra da Rosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4806-0857>

Universidade Federal do Rio Grande, Brasil

E-mail: lianeserra@bol.com.br

Valesca de Matos Duarte

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0969-1277>

Universidade Federal do Rio Grande, Brasil

E-mail: valesca.gat.mesko@gmail.com

Luiz Fernando Mackedanz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0138-0119>

Universidade Federal do Rio Grande, Brasil

E-mail: mackedanz@gmail.com

Resumo

Medir a Alfabetização Científica permite avaliar como este construto consegue ser percebido nas inúmeras atividades que visam promovê-la. O Teste de Alfabetização Científica Básica consiste de um questionário com grande potencial de aferir o nível desse conceito. No entanto, a literatura aponta pesquisas que fazem uso desse instrumento, que foi elaborado para egressos da Educação Básica, em alunos do Ensino Fundamental. Assim, a problemática desse estudo visa analisar as características psicométricas dos seus itens para esse público-alvo, questionando se o instrumento se mantém válido para esse grupo. O objetivo do artigo é

apresentar os resultados de um teste piloto com 125 alunos, que gerou as análises para responder a esse questionamento. Os resultados ressaltam a discussão sobre a importância de se assegurar as qualidades de validade e confiabilidade dos instrumentos de pesquisa, quando utilizados em indivíduos com diferentes características escolares e sociais daquelas em que o questionário foi elaborado. Sugere-se a sua aplicação em outras amostras dessa população a fim de verificar a estabilidade dos itens e corroborar a estrutura teórica dos resultados obtidos.

Palavras-chave: Letramento Científico; Psicometria; Pesquisa Quantitativa.

Abstract

Measuring Scientific Literacy allows us to evaluate how this construct can be perceived in the numerous activities that aim to promote it. The Basic Scientific Literacy Test consists of a questionnaire with great potential to measure the level of this concept. However, the literature points out research that makes use of this instrument, which was elaborated for graduates of Basic Education, in elementary school students. Thus, the problem of this study aims to analyze the psychometric characteristics of its items for this target audience, questioning whether the instrument remains valid for this group. The aim of this article is to present the results of a pilot test with 125 students, which generated the analyses to answer this question. The results highlight the discussion about the importance of ensuring the qualities of validity and reliability of the instruments when used in individuals with different school and social characteristics of those in which the questionnaire was elaborated. Its application in other samples of this population is suggested in order to verify the stability of the items and corroborate the theoretical structure of the results obtained.

Keywords: Scientific literacy; Psychometrics; Quantitative research.

Resumen

La medición de la alfabetización científica permite evaluar cómo esta construcción logra ser percibida en las numerosas actividades que pretenden promoverla. El Test de Alfabetización científica Básica consiste en un cuestionario con gran potencial para medir el nivel de este concepto. Sin embargo, la literatura señala la investigación que hace uso de este instrumento, que fue elaborado para los graduados de Educación Básica, en los estudiantes de primaria. Así, el problema de este estudio tiene como objetivo analizar las características psicométricas de sus elementos para este público objetivo, cuestionando si el instrumento sigue siendo válido para este grupo. El objetivo de este artículo es presentar los resultados de una prueba piloto con 125 estudiantes, que generaron los análisis para responder a esta pregunta. Los

resultados ponen de relieve la discusión sobre la importancia de garantizar las cualidades de validez y fiabilidad de los instrumentos de investigación, cuando se utilizan en personas con diferentes características escolares y sociales de aquellas en las que el cuestionario fue elaborado. Su aplicación en otras muestras de esta población se sugiere con el fin de verificar la estabilidad de los elementos y corroborar la estructura teórica de los resultados obtenidos.

Palabras clave: Alfabetización científica; Psicometría; Investigación cuantitativa.

1. Introdução

Alfabetização Científica é um conceito muito empregado na literatura da Educação em Ciências, bem como nos documentos oficiais da educação direcionados para as Ciências da Natureza, pois é considerada como objetivo fim do Ensino de Ciências (Sasseron, 2008).

Variadas são as concepções que constituem o seu significado e numerosas são as tentativas que buscam promovê-la e alcançá-la. Todavia, de acordo com Rivas, Moço e Junqueira (2017), as tentativas de mensuração ou avaliação desse construto ainda são incipientes na literatura.

O trabalho de Laugksch e Spargo (1996) é considerado proeminente nesse intento. Os autores criaram um questionário chamado de Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB), composto por itens dicotômicos (verdadeiro ou falso) fechados, que abordam aspectos da Ciência aplicados no cotidiano, por meio de exemplos presentes na Física, Biologia, Química, Saúde, Epistemologia e Meio Ambiente. Os respondentes devem fazer uso dos seus saberes para julgar a coerência científica de cada item.

Esse questionário foi criado tendo como base a visão de Alfabetização Científica de Miller (1983) e da Associação Americana para o Avanço das Ciências (Aaas, 1989). Para Miller, é alfabetizado cientificamente quem demonstrar um domínio mínimo de entendimento em três aspectos: conteúdos da ciência, natureza da ciência, e impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente. Já a Aaas (1989) postula uma série de competências que egressos da Educação Básica deveriam demonstrar para serem considerados alfabetizados cientificamente.

Desde sua publicação até a atualidade, o questionário foi utilizado em diferentes países, em pesquisas destinadas a medir a Alfabetização Científica desse público específico. No Brasil, o instrumento foi traduzido 10 anos após sua publicação original, tarefa realizada por Nascimento-Schulze (2006). Para a nossa realidade, a quantidade de 110 itens do instrumento integral mostrou-se demasiadamente exaustiva para ser empregada. Assim, algumas tentativas de redução instrumental foram realizadas por autores brasileiros

(Nascimento-Schulze, Camargo & Wachelke, 2006; Oliveira & Silva-Forsberg, 2011; e Vizzotto & Mackedanz, 2018).

A versão que apresentou maior quantidade de redução, mantendo a estrutura teórica e de validade foi a de Vizzotto e Mackedanz (2018). O questionário foi reduzido de 110 para 45 itens. Essa versão foi denominada de TACB-S (Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado).

O instrumento apresentou indicativos de validade e confiabilidade para ser empregado em egressos do Ensino Médio. No entanto, questiona-se se o TACB-S possuiria também consistência para ser utilizado em pesquisas envolvendo alunos do Ensino Fundamental.

Para verificar essa hipótese, realizou-se uma aplicação do questionário em 125 alunos de oitavo e nono ano de diferentes escolas da região Sul do Rio Grande do Sul. O objetivo do artigo é apresentar esses resultados, a fim de verificar as características psicométricas do TACB-S nesse público-alvo, para refletir se esse instrumento se mostra válido e confiável para ser empregado nesse nível de ensino.

O respaldo de justificativa para a realização desse estudo tem como base a necessidade de assegurar que testes realizados por meio de questionários sejam considerados válidos e confiáveis para que seus resultados assumam legitimidade. Para tal, a pesquisa buscou responder se “os itens do TACB-S são compostos de características psicométricas que atestem a validade e confiabilidade do seu uso no contexto do Ensino Fundamental”.

Deseja-se que esse estudo possa cooperar para a área do Ensino de Ciências, com a análise de um questionário que possui potencial de auxiliar na tarefa de mensurar aspectos da Alfabetização Científica de determinados grupos do contexto escolar.

Medir a Alfabetização Científica é uma incumbência desafiadora, pois pode variar seus fundamentos, instrumentos e objetivos, a depender da base teórica e metodológica escolhida. No entanto, esse empenho é imprescindível para a pesquisa na área, pois assim, parece ser fundamental a existência de ferramentas que obtenham êxito, de maneira objetiva, válida e confiável, na tarefa aferir o proveito das metodologias utilizadas em produtos de ensino que se destinam a promoção da Alfabetização Científica.

2. O Teste de Alfabetização Científica Básica: estrutura teórica e metodológica

O teste foi construído tendo como base as ideias de Alfabetização Científica de Miller (1983) e as orientações postuladas pela Associação Americana para o Avanço das Ciências (AAAS) para a educação científica, descritas no documento intitulado “Science For All

Americans (SFAA)” (Aaas, 1989).

Para Miller (1983), alguém alfabetizado cientificamente necessita compreender minimamente a dimensão conceitual dos conhecimentos científicos. Esse enfoque é englobado pelo eixo 1, chamado de “entendimento dos conteúdos da ciência”. Além disso, a dimensão epistemológica do saber também deve ser envolvida, a fim de ocupar-se da compreensão do processo de construção e evolução do conhecimento. A esse eixo 2 foi dado o nome “entendimento da natureza da ciência”. O último eixo inclui a aptidão de fazer uso dos saberes científicos aliados à dimensão social e ambiental. Ele expressa que a ciência não está dissociada de um contexto. O eixo 3 é denominado de “entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente”.

No Brasil, há estudos que defendem que os eixos 2 e 3 são os menos abordados dentro da escola, sendo o eixo 1, sobre os conteúdos, o de maior ênfase dentro das disciplinas das Ciências da Natureza (Rivas, 2015; Camargo et al., 2011). Não obstante, somente o enfoque dos conteúdos da ciência não contribui para o que Miller (1983) entende por Alfabetização Científica, pois não sustenta uma visão de mundo crítica, atribuindo a aprendizagem de ciências apenas a aspectos de memorização conceitual.

Devido a pertinente estrutura teórica postulada por Miller (1983), os elaboradores do TACB, Laugksch e Spargo (1996) a adotaram como referencial para a escrita dos itens que fizeram parte do teste.

O questionário integral contém 110 itens, constituído por enunciados dicotômicos sobre diferentes pontos do saber científico e seus processos. Essas questões foram alocadas dentro dos 3 eixos supracitados. Cada participante necessita fazer uso dos seus saberes para julgar a coerência científica de cada questão. No fim, o seu desempenho é definido pela totalidade de acertos em cada eixo. É exigido alcançar um mínimo de 60% de acertos em cada eixo. De acordo com os elaboradores, esse valor se deve ao fato de que 60% é o piso de aproveitamento no qual a maioria das instituições de ensino básico e superior adotam para determinar a aprovação ou reprovação de seus alunos.

O TACB-S (Vizzotto & Mackedanz, 2018) sustentou a estrutura teórica de 3 dimensões do instrumento integral. Dessa maneira, as 45 questões do TACB-S são assim subdivididas: eixo 1 (1 a 3; 14 a 26; 35 a 45); eixo 2 (4 a 13); e eixo 3 (27 a 34).

Embora o processo de redução instrumental dessa versão tenha apresentado características satisfatórias de validade e confiabilidade, elas foram obtidas para o público de egressos do Ensino Médio. Assim, mostra-se relevante verificar se o instrumento mantém sua validade ao ser direcionado a alunos do Ensino Fundamental.

3. Metodologia

Essa pesquisa visou aplicar o TACB-S em 125 estudantes do Ensino Fundamental, a fim de verificar se esse instrumento possui qualidades psicométricas para referendar sua validade para esse público-alvo. O estudo insere-se dentro do tema da Alfabetização Científica, na perspectiva de Miller (1983), e faz uso de métodos estatísticos da Teoria Clássica de Testes para as análises empregadas (Field, 2009; Hair et al., 2009; Pasquali, 2017).

Sempre que um instrumento de coleta de dados é elaborado, testam-se, primeiramente, os seus aspectos de validade e confiabilidade. Para Souza, Alexandre e Guirardello (2017), a qualidade da informação fornecida pelos instrumentos depende, em parte, de suas propriedades psicométricas. Essas propriedades, comumente, são aferidas por meio de técnicas estatísticas.

Concebe-se que um questionário possui validade se ele consegue medir aquilo a que se propõe. Já a confiabilidade, é certificada se as medidas de um instrumento apresentarem escores semelhantes, em um mesmo respondente, ao aplicá-lo em momentos diferentes. Para Souza, Alexandre e Guirardello (2017) a maioria dos questionários testam essa característica por meio da análise da sua consistência interna, sendo o coeficiente Alfa de Cronbach o teste mais comum.

Outra medida realizada é o Índice de dificuldade do item, que auxilia a observar a proporção de participantes que acertaram cada questão. Divide-se o número daqueles que responderam corretamente determinado item pela quantidade total de participantes. Quanto menor for a porcentagem de acertos, maior será o índice de dificuldade. Para Vilarinho (2015), itens com dificuldade igual ou superior a 0,7 são fáceis; entre 0,7 e 0,3 são moderados; e abaixo de 0,3 são difíceis.

Há o Índice de discriminação do item, que verifica a capacidade de a questão diferenciar os respondentes de maior desempenho dos de menor desempenho. Pessoas com diferentes escores em um instrumento devem diferir também na competência analisada. Ou seja, um item discrimina de maneira satisfatória quando pessoas com determinada habilidade apresentam desempenho superior, ao mesmo tempo em que aquelas sem tal habilidade apresentam um desempenho inferior.

O teste seleciona os quantitativos dos 27% desses dois grupos. Esse cálculo consiste

na diferença entre a proporção de acertos daqueles de maiores escores e os de menores escores, dividido pelo número de pessoas correspondentes a esses 27% (Silveira, 1983). Essa análise gera um índice que varia de -1 até +1. Itens com discriminação igual ou menor que 0,2 são considerados ineficientes; de 0,2 a 0,3 sugere-se a revisão do item; de 0,3 a 0,4 são aceitáveis; Acima de 0,4 são considerados satisfatórios.

Por sua vez, coeficiente de correlação ponto-bisserial afere se aqueles que tiveram um bom desempenho no teste tiveram maior tendência de assinalar as alternativas corretas. Para isso, verifica-se a correlação entre o desempenho geral e as alternativas de cada item. É desejável que esta correlação seja positiva para a alternativa correta e negativa para a incorreta. Esse coeficiente é obtido por meio do índice de correlação de Pearson entre a variável dicotômica (acerto ou erro) e desempenho individual no questionário (Field, 2009). Se o coeficiente for negativo para a alternativa correta, significa que essa questão está sendo mais acertada por respondentes de menor desempenho. Geralmente considera-se o item como pobre se as correlações forem menores que 0,15 para a alternativa correta; razoável se for entre 0,15 e 0,3; e se for maior que 0,3, é considerado com bom potencial de discriminação (Field, 2009).

Por fim, o coeficiente Alfa de Cronbach relaciona a correlação entre cada item e o instrumento como um todo. Ele analisa o grau de variância entre os itens do teste. Assim, quanto menor a soma da variância das questões, mais consistente é o instrumento. O coeficiente gera um valor entre 0 e 1 e quanto mais próximo de 1, mais consistente é o teste.

Quanto à aplicação da pesquisa, ela ocorreu no segundo semestre de 2019, da seguinte maneira: presencialmente, em sala de aula, os objetivos da pesquisa foram explanados, salientando o anonimato dos respondentes. Na sequência, foi entregue o teste. O tempo de um período escolar foi dedicado para a atividade. Após esse processo, os questionários foram corrigidos e tabulados em uma planilha eletrônica e por fim, os desempenhos dos itens foram analisados no Software Statistical Package for the Social Sciences - SPSS® versão 23, para Windows.

3.1. Caracterização das escolas

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Cidade do Rio Grande faz parte do Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente - CAIC/FURG, situada no Campus Carreiros, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) - localizada na zona Oeste do município de Rio Grande, RS. A instituição é assistida por um convênio entre a FURG e a Prefeitura Municipal de Rio Grande, através da então Secretaria Municipal de Educação e Cultura (SMED).

O Centro é formado por um espaço privilegiado, que se destaca, por abranger no mesmo local, a Escola, a Unidade Básica de Saúde da Família e as ações de Extensão Universitária. Atualmente, a escola atende aproximadamente 760 estudantes, desde a Educação Infantil, até o Ensino Fundamental e a Educação de Jovens e Adultos (EJA). O público atendido é formado por moradores do entorno – Bairros Castelo Branco II, Cibrazem, Cidade de Águeda, Vila Maria e adjacências. Quanto à oferta de turmas, nos Anos Finais do Ensino Fundamental, foram disponibilizados para o turno da manhã, quatro turmas de 6º ano, três turmas de 7º ano, duas turmas de 8º ano e uma turma de 9º ano.

No que tange a pesquisa, o trabalho contou com a participação das turmas de 8º e 9º ano, respectivamente. A aplicação do questionário envolveu 58 estudantes e contou com a colaboração da escola e da professora de Ciências, que disponibilizou suas aulas para a aplicação do mesmo.

Já a Escola Municipal de Ensino Fundamental Geraldo Antônio Telesca está situada no Bairro Triângulo, no município de Canguçu/RS. Oferece como modalidades de ensino a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e a Educação de Jovens e Adultos. Trata-se de uma das maiores escolas da rede municipal de ensino possuindo, aproximadamente, sessenta profissionais da educação e quinhentos e cinquenta alunos distribuídos em três turnos. A pesquisa contou com a colaboração dos alunos de duas turmas de 8º anos e uma de 9º ano sendo o questionário aplicado nas aulas da disciplina de Ciências.

Outra escola do mesmo município, a Escola Estadual de Ensino Médio Doutor Carlos Mesko, pertence ao Sistema Estadual de Ensino do Estado do Rio Grande do Sul, está inserida na 5ª Coordenadoria Geral de Educação e localiza-se na zona rural do município, localidade conhecida como Iguatemi, distante 25 km da zona urbana. Oferece como modalidades de ensino o Ensino Fundamental e o Ensino Médio contando com, aproximadamente, trinta profissionais da educação e duzentos alunos distribuídos em dois turnos. Participaram da pesquisa uma turma de 8º ano e uma turma de 9º ano e, assim como nas demais escolas o questionário foi aplicado durante as aulas de Ciências.

3.2. Caracterização dos participantes

Ao todo, 125 estudantes de oitavo e novo ano de três escolas da região Sul do Rio Grande do Sul participaram do estudo. Desse total, 69 (54,3%) eram mulheres e 56 (44,1%), homens. O aluno de maior idade apresentou 18 anos, enquanto que os mais jovens, representando 1,6% do total, tinham 12 anos. Quanto ao ano de estudo, 66 eram alunos do oitavo ano, enquanto que 59, eram do nono ano, todos de escolas públicas municipais. Dos 125 indivíduos, 78 (61,4%) deles nunca haviam reprovado, 31 (24,4%) haviam reprovado

uma vez, e 16 (12,6%), reprovaram mais de uma vez. A maioria (94,5%) nunca necessitou parar os estudos. No entanto, 5 alunos (5,5%) necessitaram afastar-se dos estudos em algum momento da vida. Finalmente, de acordo com o teste empregado, apenas 3 pessoas, alunos do oitavo ano, puderam ser considerados alfabetizados cientificamente, representado 2,4% do total.

4. Resultados

4.1. O desempenho dos dois grupos

A fim de abordar com maior profundidade os escores de cada grupo, apresenta-se, na sequência, a descrição dos resultados. O quadro a seguir, compara as medidas de tendência central e dispersão dos alunos de oitavo e nono ano, para cada um dos 3 eixos da alfabetização científica.

Quadro 1. Características psicométricas de cada item

Eixos de Miller (1983)	Conteúdos da Ciência Eixo 1	Natureza da Ciência Eixo 2	Impacto da Ciência Eixo 3
Mínimos para ser considerado alfabetizado cientificamente	17 acertos	6 acertos	5 acertos
Acertos de alunos do 8º ano	Média 14,02; Desvio Padrão 2,593	Média 4,68; Desvio Padrão 1,192	Média 3,52; Desvio Padrão 1,206
Acertos de alunos do 9º ano	Média 14,10; Desvio Padrão 2,923	Média 3,98; Desvio Padrão 1,167	Média 3,85; Desvio Padrão 1,574

Fonte: autores.

Pode-se notar que a média de acertos em cada eixo variou pouco de um grupo para outro. No eixo 1, por exemplo, percebe-se uma média ligeiramente superior para os alunos do nono ano. No entanto esta diferença de média é muito pequena, de 0,08. O eixo 2, por outro lado, demonstrou desempenho superior dos alunos do oitavo ano. Para o eixo 3, verifica-se que a média de acertos de ambos os grupos são muito próximas. Apesar das diferenças, é importante salientar que nenhuma média dos grupos alcançaram os valores mínimos de acertos necessários para serem considerados alfabetizados cientificamente.

A fim de verificar se as médias de acertos dos dois grupos eram diferentes entre si, procedeu-se com um teste de hipótese. Fizemos uso do Teste t para amostras independentes. O quadro a seguir apresenta a saída do software estatístico para a análise:

Quadro 2. Teste de Hipótese entre os dois grupos.

Estatísticas do grupo - Escore de acertos							
Ano	N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão de média			
nono	59	21,93	4,168	0,543			
oitavo	66	22,21	3,727	0,459			
Teste de amostras independentes							
	Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para igualdade de Médias				
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro Padrão da diferença
Variâncias iguais assumidas	0,110	0,740	-0,396	123	0,693	-0,28	0,706

Fonte: autores.

A parte superior do quadro acima apresenta as médias de desempenho de cada grupo. A parte inferior, por sua vez, exhibe, no lado esquerdo, o Teste de Levene, empregado para verificar a igualdade de variâncias nos dados apresentados, condição essencial para se realizar o Test t. Os alunos do oitavo ano obtiveram, em média, 22,21 acertos, enquanto nos alunos do nono ano, essa medida foi de 21,93 acertos.

Para os dados do grupo estudado as variâncias puderam ser consideradas homogêneas e o Teste t para amostras independentes apresentou um p-valor maior do que 0,05, o que sugere a aceitação da hipótese nula, que afirma que não há diferença entre os dois grupos. Ou seja, o teste de hipótese empregado sinaliza que alunos do oitavo e nono ano apresentaram desempenho médio considerado igual entre si. Ou seja, a diferença de 0,28 acertos não foi considerada significativa estatisticamente.

4.2. Itens assinalados com a resposta “Não sei”

Analisou-se também quais itens os respondentes mais demonstraram dúvidas. Nas instruções do TACB-S, eles foram orientados para, em caso de dúvida, ao invés de escolher aleatoriamente uma alternativa, escrever um ponto de interrogação, a fim de simbolizar uma resposta “Não sei”. Isso pode auxiliar na pesquisa em duas ações: aumenta a confiabilidade dos dados, uma vez que diminui a quantidade de respostas assinaladas aleatoriamente; e, na análise, proporciona uma visão geral dos itens que os alunos mais apresentaram dúvidas.

O quadro a seguir apresenta esses quantitativos:

Quadro 3. Índice de respostas “não sei”.

Item	Respostas "Não sei"						
1	7,0%	13	43,0%	25	3,9%	37	44,5%
2	29,7%	14	21,9%	26	23,4%	38	41,4%
3	27,3%	15	3,9%	27	14,1%	39	7,0%
4	15,6%	16	14,8%	28	8,6%	40	13,3%
5	28,9%	17	21,1%	29	38,3%	41	25,8%
6	10,2%	18	25,8%	30	21,9%	42	8,6%
7	17,2%	19	14,8%	31	3,9%	43	27,3%
8	24,2%	20	28,9%	32	18,0%	44	11,7%
9	17,2%	21	7,8%	33	10,2%	45	28,1%
10	24,2%	22	21,1%	34	32,0%		
11	8,6%	23	12,5%	35	36,7%		
12	16,4%	24	22,7%	36	20,3%		

Fonte: autores.

Notamos que apenas 9 itens (1, 11, 15, 21, 25, 28, 31, 39 e 42) tiveram menos de 10% de respostas assinaladas como “não sei”. Das questões restantes, todas tiveram maiores índices de dúvidas nas respostas, com destaque para itens que tiveram mais do que 1/3 das suas respostas assinaladas com o ponto de interrogação, como as questões 37 (onde 44,5% das respostas eram “não sei”); 13 (43,0% de respostas “não sei”); 38 (41,4% de respostas “não sei”); 29 (38,3% de respostas “não sei”); 35 (36,7% de respostas “não sei”); e 34 (32,0% de respostas “não sei”).

Uma análise qualitativa desses itens revela que desses 6 itens, 3 deles (35, 37 e 38) versam sobre conteúdos da ciência, 2 deles (29 e 34) sobre o impacto da ciência na sociedade, e 1 deles (13), sobre a natureza da ciência.

Os 3 itens sobre conteúdos da ciência são questões com assuntos da área da Física, conforme é possível visualizar na sequência:

35. A forma como os átomos se conecta é determinada pela disposição dos elétrons no exterior de cada átomo (Verdadeiro).

37. Arranjos de átomos em moléculas não estão relacionados com os diferentes níveis de energia das moléculas (Falso).

38. As forças eletromagnéticas que atuam entre os átomos são muito mais fortes do que as forças gravitacionais que atuam entre eles (Verdadeiro).

Uma das hipóteses que podem explicar esse fenômeno é a possibilidade de o Ensino de Ciências ter tido como foco majoritário tópicos de Biologia e Química até o presente momento dos participantes.

Os 2 itens pertencentes ao eixo 3, impacto da ciência na sociedade, versam sobre a repercussão de ações em pequena escala:

29. Os efeitos de uma grande quantidade de objetos relativamente simples (por exemplo, fogões solares) podem ser individualmente pequenos. No entanto, estes efeitos podem ser significativos, coletivamente (Verdadeiro).

34. O efeito gerado pelas decisões de um grande número de indivíduos distintos pode influenciar na utilização de tecnologia em larga escala, tanto quanto a pressão realizada pelos governos (Verdadeiro).

Itens como esses podem exigir determinada experiência na análise das relações de causa e efeito que pequenas ou grandes ações podem impactar em nível micro e macrocósmico, competências que podem estar em formação, ainda, nos alunos do Ensino Fundamental.

Ainda, o item 13, sobre o eixo da natureza da ciência, fala sobre o tema da ética: “*Ética científica (ou seja, sistema de moral) está preocupada, entre outras coisas, com os possíveis efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação*”. Essa questão é considerada correta e 43% dos respondentes tiveram dúvidas ao respondê-la. Tópicos éticos, muitas vezes ficam delegados a temas transversais dentro do currículo (Brasil, 2002), não sendo uma atribuição de uma disciplina. De acordo com Oliveira (2014), isso pode ter como um dos efeitos práticos a sua não abordagem por nenhum professor, prejudicando o desenvolvimento dessa percepção durante o Ensino Fundamental.

Por fim, a análise dos itens assinalados como “Não sei” revela um panorama sobre a relação dos respondentes para com o TACB-S, ponto este, que será importante considerar para a reflexão do potencial de aferição que o instrumento oferece ao ser aplicado em alunos deste nível escolar.

4.3. Características psicométricas dos itens

Em um segundo momento é importante investigar as características psicométricas dos 45 itens. Ao verificar se suas características se encontram dentro dos parâmetros indicados pela literatura, pode-se atribuir validade e confiabilidade ao questionário para o ato de empregá-lo ao público no qual se pretende destiná-lo.

O quadro a seguir exhibe diferentes propriedades psicométricas aferidas. Utilizou-se da Teoria Clássica de Testes para efetuar as inferências.

Quadro 4. Características psicométricas de cada item

Item	Média	Desvio Padrão	Dificuldade	Discriminação	Ponto-bisserial		Item	Média	Desvio Padrão	Dificuldade	Discriminação	Ponto-bisserial	
					Correta	Incorreta						Correta	Incorreta
Q1	0,34	0,474	0,34	0,03	0,02	-0,02	Q24	0,35	0,48	0,35	0,12	0,10	-0,10
Q2	0,38	0,488	0,38	0,18	0,14	-0,14	Q25	0,9	0,296	0,90	0,09	0,17	-0,17
Q3	0,58	0,495	0,58	0,29	0,20	-0,20	Q26	0,61	0,49	0,61	0,29	0,19	-0,19
Q4	0,76	0,429	0,76	0,21	0,19	-0,19	Q27	0,29	0,455	0,29	0,32	0,27	-0,27
Q5	0,32	0,468	0,32	0,26	0,21	-0,21	Q28	0,43	0,91	0,43	0,47	0,28	-0,28
Q6	0,3	0,458	0,30	0,06	0,09	-0,09	Q29	0,47	0,501	0,47	0,15	0,19	-0,19
Q7	0,53	0,501	0,53	0,18	0,16	-0,16	Q30	0,47	0,501	0,47	0,29	0,21	-0,21
Q8	0,58	0,495	0,58	0,21	0,17	-0,17	Q31	0,9	0,296	0,90	0,18	0,29	-0,29
Q9	0,73	0,447	0,73	0,29	0,25	-0,25	Q32	0,35	0,48	0,35	0,24	0,23	-0,23
Q10	0,21	0,408	0,21	0,06	0,09	-0,09	Q33	0,22	0,419	0,22	0,12	0,07	-0,07
Q11	0,13	0,335	0,13	-0,09	-0,04	0,04	Q34	0,53	0,501	0,53	0,21	0,19	-0,19
Q12	0,36	0,482	0,36	0,09	0,04	-0,04	Q35	0,53	0,501	0,53	0,24	0,31	-0,31
Q13	0,44	0,498	0,44	0,38	0,27	-0,27	Q36	0,25	0,434	0,25	0,15	0,10	-0,10
Q14	0,38	0,488	0,38	0,35	0,33	-0,33	Q37	0,24	0,429	0,24	0,09	0,13	-0,13
Q15	0,54	0,5	0,54	0,06	0,03	-0,03	Q38	0,44	0,498	0,44	0,41	0,32	-0,32
Q16	0,82	0,382	0,82	0,35	0,36	-0,36	Q39	0,81	0,395	0,81	0,21	0,15	-0,15
Q17	0,62	0,486	0,62	0,26	0,23	-0,23	Q40	0,8	0,402	0,80	0,24	0,25	-0,25
Q18	0,22	0,419	0,22	-0,06	-0,01	0,01	Q41	0,55	0,499	0,55	0,29	0,21	-0,21
Q19	0,7	0,462	0,70	0,26	0,21	-0,21	Q42	0,66	0,474	0,66	0,35	0,32	-0,32
Q20	0,53	0,501	0,53	0,18	0,15	-0,15	Q43	0,26	0,438	0,26	0,32	0,27	-0,27
Q21	0,74	0,438	0,74	0,24	0,20	-0,20	Q44	0,22	0,419	0,22	0,03	0,02	-0,02
Q22	0,34	0,477	0,34	0,21	0,20	-0,20	Q45	0,66	0,477	0,66	0,47	0,41	-0,41
Q23	0,56	0,498	0,56	0,21	0,13	-0,13							

Fonte: autores.

Iniciando a análise pela Média de acertos, percebe-se que elas possuem o mesmo valor do Índice de dificuldade. Isso acontece quando as opções de respostas geram variáveis dicotômicas. Ou seja, um acerto, pontua, enquanto que um erro, não pontua. Da mesma forma, o Índice de dificuldade soma a quantidade de acertos que o item obteve e divide esse valor pelo número total de respondentes. Nesse caso, gerou-se o mesmo escore. Ao analisar o Índice de dificuldade / Médias de acertos, nota-se que 9 itens foram considerados fáceis (25, 31, 16, 39, 40, 4, 21, 9 e 19 [em ordem decrescente]); enquanto que outros 10, foram considerados difíceis (11, 10, 44, 33, 18, 37, 36, 43, 27 e 6 [em ordem decrescente]). Por sua vez, os demais itens foram considerados como de dificuldade média.

A literatura da área (Field, 2009; Hair et al. 2009) sugere que questionários possuam questões difíceis, médias e fáceis, mantendo a maioria dos itens na faixa média de dificuldade. Assim, de acordo apenas com esse quesito, o instrumento mostra-se adequado.

Ao verificar o Desvio-padrão pode-se perceber que nenhum dos valores estão próximos de zero. Um valor aproximado de zero pode sinalizar que o item possui pouca variabilidade. Isso pode inutilizá-lo na tarefa de diferenciar participantes com bons e maus desempenhos.

Ao visualizar a coluna sobre a Discriminação dos itens é possível notar que apenas 4 dos 45 puderam ser classificados como bons discriminadores (1, 28, 38 e 45), pois outros 17 foram julgados como de discriminação ineficiente (11, 18, 44, 15, 10, 6, 37, 25, 12, 33, 24, 36, 29, 31, 20, 7 e 2 [em ordem crescente de discriminalidade]). As demais questões

classificaram-se em discriminação aceitável. Um fato de destaque é que das 10 questões consideradas difíceis, 8 delas também foram consideradas com discriminação não eficiente (6, 10, 11, 18, 33, 36, 37 e 44).

Foi realizado também o teste de correlação ponto bisserial a fim de verificar se bons respondentes não estavam atraindo-se para as alternativas distratoras dos itens. Esse teste possui menor influência da variabilidade dos escores dos respondentes, sendo uma medida de maior rigor metodológico, quando comparada com os índices de dificuldade e discriminação anteriormente calculados. Esse teste, que também mensura a discriminação dos itens, encontrou ressonância na análise de discriminação relatada no parágrafo acima, uma vez que todos os itens lá denunciados como de baixa discriminação, neste teste, também foram ressaltados. Inclusive, nos itens 11 e 18, participantes que tiveram melhor índice de acertos tenderam a assinalar mais a resposta incorreta do que a correta, pois seus índices apresentaram valor negativo. Apenas os itens 45, 16, 14, 38, 42 e 35 (em ordem decrescente de qualidade) foram indicados com bom poder de discriminação.

Para finalizar, foi calculado o coeficiente Alfa de Cronbach para verificar o grau de consistência interna do instrumento como um todo. O valor foi de 0,356, considerado não adequado, pois a literatura salienta que para o questionário ser considerado confiável, sua consistência interna deve apresentar valores a partir de 0,6 (Pasquali, 2017).

5. Discussões

Conforme observado nessa última seção, as características psicométricas do TACB-S foram consideradas insuficientes para empregá-lo em estudantes do Ensino Fundamental. A elaboração dos itens, realizada por Laugksch e Spargo (1996), presume que os respondentes tenham vivenciado a discussão de temas científicos de maneira abrangente durante todo o processo da Educação Básica, algo que um estudante do Ensino Fundamental, encontra-se ainda no processo. Dessa maneira, com base na pesquisa realizada nessa amostra da população, pode-se afirmar que o TACB e o TACB-S não devem ser empregados em pesquisas no Ensino Fundamental, pois suas características psicométricas não asseguram a lisura nos quesitos de validade e fidedignidade, impreteríveis para a pesquisa com questionários. Esse fato pode explicar o aparente baixo desempenho dos participantes. Certamente, estudantes de oitavo e nono ano possuem níveis de Alfabetização Científica. No entanto, as ferramentas para realizar tais inferências necessitam ser adequadas a esse grupo.

Não obstante, é fundamental refletir sobre as possibilidades de se verificar se as aulas no Ensino Fundamental estão implicando em mudanças no nível de Alfabetização Científica dos estudantes. A tese de Lúcia Helena Sasseron (Sasseron, 2008) aborda o problema e define indicadores para analisar se as aulas estão construídas sobre os preceitos de promoção da Alfabetização Científica, bem como se os alunos demonstram determinadas características com o decorrer de sua translação pelas aulas.

Outra tese dedicada à discussão de indicadores da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental foi a de Mariana Pizarro (Pizarro, 2014), na qual analisa a prática de professoras dos anos iniciais, objetivando identificar as aprendizagens e os saberes que os professores desse nível de ensino possuem dentro do Ensino de Ciências. Para isso, a autora faz uso dos indicadores de Sasseron (2008), critica-os construtivamente, e propõe um complemento nas ideias de como se elaborar indicadores adaptados com a realidade vivenciada em seu estudo.

Um trabalho recente, publicado por Rosa, Lorenzetti e Lambach (2019), analisa questões de Química do Exame Nacional do Ensino Médio sob a óptica de indicadores derivados das ideias de Rodger Bybee e Gerard Fourez, fornecendo subsídios para os que procuram discussões sobre indicadores para classificar aulas, questões e aprendizagens, dentro do contexto da Alfabetização Científica.

De acordo com Sasseron e Machado (2017), a Alfabetização Científica é um processo contínuo. Ou seja, o indivíduo pode estar em processo de alfabetizar-se cientificamente antes mesmo de frequentar a escola, assim como, pode continuar essa evolução após a Educação Básica, durante toda a vida. Dessa maneira, não há como se definir parâmetros para estimar alguém como alfabetizado cientificamente, como se houvesse um limite, pois sempre haverá pontos a se aprender e aumentar os entendimentos de um indivíduo. No entanto, há uma base que todos devem possuir ao concluir seus estudos.

O objetivo fim do Ensino de Ciências, a Alfabetização Científica, contempla determinadas características de conhecimentos, atitudes, críticas, e formas de perceber o mundo cotidiano, que deveriam ser comuns a todos que concluem a Educação Básica. Foi para verificar esse conhecimento **mínimo** que Laugksch e Spargo (1996) elaboraram o TACB. Ou seja, o TACB ou TACB-S não tem como escopo verificar a Alfabetização Científica absoluta de um indivíduo, mas sim a Alfabetização Científica **Básica**.

Dentro desse contexto, ele foi elaborado segundo bases teóricas e metodológicas, como os eixos de Miller (1983) e as competências que egressos da Educação Básica deveriam possuir para ser considerado alfabetizado cientificamente, de acordo com a Aaas (1989). Essas bases referem-se a um público-alvo de egressos da Educação Básica, motivo pelo qual,

possivelmente explica a qualidade psicométrica insuficiente do TACB-S, quando aplicado no Ensino Fundamental. Por esse motivo, faz-se necessário ampliar as discussões sobre a medida e a avaliação da Alfabetização Científica Básica em todos os níveis escolares, principalmente no Ensino Fundamental.

6. O Considerações

O artigo descreveu uma pesquisa que teve por objetivo aplicar o TACB-S em alunos do Ensino Fundamental, a fim de verificar as suas características psicométricas, para refletir se esse questionário é válido e confiável para ser empregado nesse nível de ensino.

Participaram do estudo 125 alunos de oitavos e nonos anos de diferentes escolas da região Sul do estado do Rio Grande do Sul, que responderam ao questionário no segundo semestre de 2019. Através de técnicas estatísticas, aferiu-se, via Teoria Clássica de Testes, os índices de dificuldade, discriminação, coeficiente de correlação ponto-bisserial e consistência interna.

A justificativa para este estudo centra-se na necessidade de assegurar que testes realizados por meio de questionários sejam considerados válidos e confiáveis para que seus resultados assumam legitimidade. Assim, devido a abrangência de aplicações que o TACB-S pode alcançar, julgou-se importante conhecer as características psicométricas para o público-alvo delimitado. Para isso, buscou-se responder se “os itens do TACB-S são compostos de características psicométricas que atestem a validade e confiabilidade do seu uso no contexto do Ensino Fundamental”.

Os resultados apontam que o TACB-S não possui confiabilidade para esse contexto, pois sua confiabilidade foi considerada baixa, bem como, todas as outras características psicométricas analisadas, como dificuldade, discriminação, e correlação ponto-bisserial. Para estudos subsequentes, sugere-se a aplicação do instrumento em outras amostras dessa população a fim de verificar as características desses itens. Ou seja, não é recomendado a aplicação do questionário em indivíduos de idade e escolaridade equivalentes ao Ensino Fundamental.

Para finalizar, gostaríamos de apontar que este resultado negativo quanto à possibilidade do TACB-S avaliar o nível de alfabetização científica do aluno dos anos finais pode estar associado a um currículo pouco preocupado na formação crítica de aspectos científicos, ainda muito centrado no conteúdo e não na leitura de mundo, fundamental para a formação cidadã dos estudantes. O fato de o conteúdo de Física estar pouco presente é

explicado pela evolução histórica da disciplina de Ciências no Ensino Fundamental, onde existe domínio de conteúdos de Biologia, em função da formação dos professores para atuar neste nível de ensino.

Defendemos, assim, que o ensino de Ciências esteja mais focado na leitura do cotidiano e compreensão de fenômenos do que simplesmente em aspectos de conteúdo, muitas vezes desconectados da realidade do estudante.

Referências

A.A.A.S. (1989). 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.

Brasil, (2002). *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília.

Camargo, A. N. B., Pilar, F. D., Ribeiro, M. E. M., Fantinel, & M., Ramos, M. G (2011). Alfabetização Científica: A evolução ao Longo da formação de Licenciandos Ingressantes, Concluintes e de Professores de Química. *Momento – Diálogos em Educação*, 20(2), 19-29.

Field, A. (2009). *Descobrendo a estatística usando o SPSS*. Porto Alegre: Bookman.

Hair Júnior, J.; Black, W., Babin, B., Anderson, R., & Tatham, R. (2009). *Multivariate Data Analysis*. 6ª ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Laugksch, R., & Spargo, P. (1996). 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, 331-359.

Miller, J. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, 112(12), 29-48.

Nascimento-Schulze, C. M. (2006). Um estudo sobre Alfabetização Científica com jovens catarinenses. *Psicologia: teoria e prática*, 8(1), 95-117.

Nascimento-Schulze, C. M., Camargo, B. V., & Wachelke, J. F. R. (2006). Alfabetização científica e representações sociais de estudantes de ensino médio sobre ciência e tecnologia. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 58(2), 24-37.

Oliveira, W. F. A., Silva-Forsberg, M. C. (2011). 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.

Oliveira, R. (2014). Ética na escola: por uma abordagem argumentativa. *Educação*, 37(3), 454 - 462.

Pasquali, L. (2017). *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. Petrópolis: Vozes.

Pizarro, M. (2014). *Alfabetização científica nos anos iniciais: necessidades formativas e aprendizagens profissionais da docência no contexto dos sistemas de avaliação em larga escala*. Tese de doutorado, Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo.

Rivas, M. I. E. (2015). *Avaliação do nível de Alfabetização Científica de estudantes de biologia*. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Rivas, M. I. E., Moço, M. C., & Junqueira, H. (2017). Avaliação do nível de alfabetização científica de estudantes de biologia. *Revista Acadêmica Licencia&acturas*, 5(2), 58-65.

Rosa, T, Lorenzetti, L. & Lambach, M. (2019). Níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica na avaliação de Química do Exame Nacional do Ensino Médio. *Educação Química em Punto de Vista*, 3(1).

Sasseron, L. (2008). *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula*. Tese de doutorado, Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Sasseron, L. & Machado, V. (2017). *Alfabetização Científica na prática: inovando a forma de ensinar Física*. São Paulo: Livraria da Física.

Silveira, F. L. (1983). Considerações sobre o índice de discriminação de itens em Testes Educacionais. *Educação e Seleção*, 7, 54-58.

Souza, A., Alexandre, N. & Guirardello, E. (2017). Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 26, 649-659.

Vilarinho, A. (2015). *Uma proposta de análise de desempenho dos estudantes e de valorização da primeira fase da OBMEP*. Dissertação de Mestrado, Mestrado Profissional em Matemática. Universidade de Brasília, Brasília.

Vizzotto, P. A., & Mackedanz, L. F. (2018). Teste de Alfabetização Científica Básica: processo de redução e validação do instrumento na língua portuguesa. *Revista Prática Docente*, 3(2).

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Patrick Alves Vizzotto – 25%

Liane Serra da Rosa – 25%

Valesca de Matos Duarte – 25%

Luiz Fernando Mackedanz – 25%