

Evolução do nível de alfabetização científica de futuros professores de física: um estudo longitudinal

Evolution of the level of scientific literacy of future physics teachers: a longitudinal study

Patrick Alves Vizzotto¹

¹Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, Brasil.

*E-mail: patrickvizzotto@gmail.com

Recibido el 21 de agosto de 2020 | Aceptado el 11 de julio de 2021

Resumo

Apresenta-se os resultados quantitativos de uma pesquisa que teve como foco medir o nível de Alfabetização Científica de licenciandos de Física em um intervalo de um ano. Por meio de um questionário chamado Teste de Alfabetização Científica Básica, 31 alunos de diferentes cursos de Física do Rio Grande do Sul, no Brasil, participaram da coleta de dados em dois momentos, sendo, inicialmente, no segundo semestre de 2019 e depois, no segundo semestre de 2020. Mediante testes de estatística, verificou-se a hipótese de haver diferença entre os desempenhos no questionário nos dois momentos inferidos. Evidenciou-se um aumento significativo na média de acertos e, assim, discute-se possíveis hipóteses para explicação desse acontecimento, bem como, encaminhamentos metodológicos que possam auxiliar no aprofundamento da investigação.

Palavras-chave: Ensino de física; Alfabetização científica; Pesquisa quantitativa.

Abstract

The quantitative results of a research that focused on measuring the level of Scientific Literacy of Physics undergraduates in an interval of one year are presented. Through a questionnaire called the Test of Basic Scientific Literacy, 31 students from different physics courses in Rio Grande do Sul, Brazil, participated in data collection in two moments, initially in the second semester of 2019 and then in the second semester of 2020. Through statistical tests, it was verified the hypothesis of there being a difference between the performances in the questionnaire in the two moments inferred. There was a significant increase in the mean number of correct answers, and, thus, possible hypotheses for the explanation of this event are discussed, as well as methodological referrals that can help deepen the investigation.

Keywords: Physics teaching; Scientific literacy; Quantitative research.

I. INTRODUÇÃO

Qual a relação entre Alfabetização Científica e o entendimento público sobre ciências? Será que os cidadãos conseguem utilizar conhecimentos científicos para compreender as relações de causa e efeito que as próprias ações podem acarretar em suas vidas? A ciência ensinada na escola, além de conceitos e nomenclaturas, apresenta o seu processo de construção e evolução, ao mesmo tempo em que potencializa uma visão do impacto das tecnologias na sociedade e meio ambiente? Qual é o nível de Alfabetização Científica de futuros professores de Física?

Esses questionamentos são comumente encontrados em produções desta linha de estudo denominada de Alfabetização Científica. Conceito surgido durante o apogeu da corrida armamentista, tinha por objetivo formar jovens em

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

carreiras científicas, a fim de potencializar o desenvolvimento tecnológico estadunidense. Para isso, entre outras áreas, foi fundamental o investimento no âmbito da educação científica em todas as esferas do ensino.

Com o passar das décadas, o significado e os objetivos da Alfabetização Científica também passaram por mudanças. Atualmente, deseja-se que egressos da educação básica tenham competências e habilidades que os permitam compreender de forma satisfatória a natureza e as tecnologias presentes no cotidiano, de modo que proporcione a tomada de decisões de forma crítica e responsável, consciente das relações de causa e efeito que suas ações possam acarretar. Dessa maneira, consoante a Lemke (2006), a educação científica deve se propor a contribuir para a melhoria da vida social.

Para Miller (1983), um indivíduo considerado alfabetizado cientificamente deve possuir compreensões mínimas em três eixos distintos: entendimento dos conteúdos da ciência; entendimento da natureza da ciência; e entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente.

Ao encontro dessa concepção, a *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), publicou em 1989, os objetivos da educação científica e os conhecimentos mínimos que todo egresso da educação básica deveria possuir após sua passagem pela escola.

Com os ideais estabelecidos, fez-se necessário realizar estudos sobre como mensurar os níveis de Alfabetização Científica. Para Membiela (2007), é fundamental investigar como as pessoas utilizam a ciência no contexto social e pessoal. Dentre os trabalhos de maior proeminência, destacaram-se os de Laugksch e Spargo (1996), que elaboraram um instrumento com questões objetivas, envolvendo os três eixos da Alfabetização Científica, postulados por Miller (1983). Este questionário é composto por 110 itens com respostas dicotômicas, de verdadeiro ou falso, em que constam questões básicas sobre assuntos interdisciplinares da educação científica. Denominado de *Test of Basic Scientific Literacy* (TBSL), este instrumento de medida foi utilizado por pesquisadores de diversos países.

Porém, tanto os elaboradores como os pesquisadores que fizeram uso do questionário, relatam que a quantidade demasiada de itens é um fator que pode influenciar na qualidade das respostas obtidas, além do grande tempo gasto para a aplicação do mesmo. A fim de suprir essa lacuna, elaborou-se (Vizzotto e Mackedanz, 2018) um processo de redução instrumental, baseado em técnicas da psicométricas (Pasquali, 2017), fazendo com que os 110 itens fossem reduzidos para 45, todos com os mesmos índices de confiabilidade e poder de medida do questionário integral.

Esse manuscrito tem por meta apresentar os resultados de duas aplicações desse instrumento, realizadas com um intervalo de um ano em 31 acadêmicos de diferentes cursos de Física do Rio Grande do Sul, a fim de responder a seguinte problemática: há mudanças significativas no nível de Alfabetização Científica de estudantes de graduação em Física quando medidas em um intervalo temporal de um ano?

Com vistas a responder essa pergunta de pesquisa o objetivo do estudo foi medir, através de um teste de Alfabetização Científica, o nível desse constructo em alunos da graduação em dois momentos distintos.

Faz-se relevante estudos com tal perspectiva a fim de verificar a validade da hipótese que afirma que, conforme avança-se nos estudos da graduação em Física, a Alfabetização Científica do indivíduo tende a aumentar. Considerando que uma das metas do Ensino de Ciências na Educação Básica é o desenvolvimento da Alfabetização Científica (Sasseron e Carvalho, 2011), espera-se que os docentes que terão oportunidade de estimular tais atributos na escola, concluam seus cursos de formação inicial com uma base de saberes capazes de abordar a ciência com esse foco, ou seja: que possuam certa Alfabetização Científica Básica.

Para Gil e Vilches (2001), a Alfabetização Científica é um dos problemas mais preocupantes da educação escolar. Isso se deve ao fato de que, embora os objetivos e ações desenvolvidas tenham acontecido, os resultados à longo prazo, além de difíceis de mensurar, sinalizam pouca efetividade das ações concretizadas. Isso justifica ter como público-alvo de pesquisa indivíduos que já concluíram a escola básica e estão em formação inicial para se tornarem promotores de Alfabetização Científica. Assim, mostra-se relevante observar a retenção de conhecimentos escolares à longo prazo nesse público-alvo, por meio desse estudo longitudinal.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O termo “Alfabetização Científica” surgiu dentro de um contexto sócio-político de término da Segunda Guerra Mundial e início do período da Guerra Fria. As tensões entre os países conflitantes se davam na demonstração de quem possuía o maior poderio tecnológico e bélico. A crise se intensificou nos Estados Unidos em 1957, após o lançamento da Sputnik por parte da União Soviética. Tal evento fez surgir o interesse do país em ter uma população com maior nível de entendimento das ciências e interesse por carreiras científicas. Segundo Anelli (2011), os EUA tiveram por objetivo incentivar jovens a carreiras STEM (*Science, Technology, Engineering e Mathematics*).

Para isso, era fundamental que a produção científica de base e o desenvolvimento de tecnologias possuísse grande quantidade de incentivos financeiros. Porém, era necessário também formar gerações de especialistas para desenvol-

ver tais atividades, sendo então, fundamental para o ponto de vista estadunidense, que tais carreiras fossem incentivadas desde o início da vida escolar da população. Segundo DeBoer (2000), bilhões de dólares foram investidos na denominada “educação científica”, com o surgimento de programas de incentivo, publicações científicas, produção de material instrucional e experimental, e com formação dos professores.

Décadas antes destes acontecimentos, autores do campo educacional como John Dewey, em 1916, já salientavam a relevância de que os conhecimentos científicos produzissem impactos nas ações de vida dos indivíduos escolarizados (Anelli, 2011). Outros autores como Noll (1935), Davis (1935) e Hoff (1936), abordaram tal ideal com o conceito de “atitude científica”, postulando características que as aulas de ciências deveriam possuir e também, atributos que egressos da educação básica necessitavam apresentar após a instrução das ciências da natureza. Foi esse contexto sócio-político que proporcionou base para consolidar o que décadas depois se nomeou como Alfabetização Científica.

Dentro do âmbito educacional, acredita-se que esse termo surgiu, inicialmente, em um trabalho intitulado “*Science literacy: Its meaning for American schools*” de Paul Hurd (Hurd, 1958). Entende-se que a realidade escolar vigente nas escritas de Dewey e até mesmo Hurd (1958), reflete um cotidiano diferente do que se observou nas décadas seguintes, sendo essas referências, um contexto importante para situar as condições de surgimento do termo, que, por sua vez, também sofreu discussões e modificações de significado, possuindo, atualmente, vasta produção que discute o seu surgimento e o processo de evolução do seu sentido (Miller, 1983; Deboer, 2000; Laugksch, 2000).

Inicialmente, a literatura demonstrou uma busca por compreender o significado da terminação, como observado na produção de Shen (1975), na qual postulou que a Alfabetização Científica poderia ser composta por três subdivisões, quanto aos seus objetivos e público destinado: Prática; Cívica; e Cultural.

A Alfabetização Científica Prática está relacionada às atividades cotidianas. É ela quem auxiliaria a população na compreensão e na resolução de problemas relacionados com a saúde, alimentação, tecnologias e na busca de melhorias nas condições de vida. Essas competências deveriam estar disponíveis a todo indivíduo, sendo elas, inicialmente, independentes da habilidade de ler e escrever. A Alfabetização Científica Cívica é a que possibilitaria ao indivíduo o entendimento das influências e consequências da ciência em decisões políticas, a fim de proporcionar aos governantes e aos cidadãos, habilidades de tomada de decisão política responsável, com base em entendimentos científicos. Para Shen (1975), esse nível de Alfabetização Científica possui uma dimensão de maior profundidade do que a anterior. Por fim, a Alfabetização Científica Cultural, seria aquela derivada do interesse daqueles que não possuem formação científica, mas interessam-se por temas da ciência, procurando leituras, publicações e cursos, motivados pelo desejo de obter novos conhecimentos, produzindo, por meio dessa dimensão contemplativa da ciência, na visão do autor, uma cultura científica.

Miller (1983), com base nas produções que haviam sido publicadas até então, postulou que a Alfabetização Científica poderia ser entendida através de um modelo de três dimensões, sendo que um indivíduo, para ser considerado como alfabetizado cientificamente, deveria compreender: os conteúdos científicos; a natureza da ciência; e o impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente. Os conteúdos consistem nas nomenclaturas e seus significados. Por natureza da ciência, compreende-se o método científico, a dimensão epistemológica que define a ciência e seus procedimentos de pesquisa e a história da ciência. Por último, o impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente, versa sobre a criticidade que é importante os cidadãos possuírem para que se compreenda a dimensão social dos empreendimentos científicos, possibilitando observar as relações de causa e efeito que o desenvolvimento científico e tecnológico pode ocasionar na sociedade e na natureza.

Por sua vez, a *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), realizou trabalhos de incentivo à educação científica, sendo um deles o *Project 2061 - Science for All Americans* (SFAA), (AAAS, 1989), no qual postulou os objetivos da educação científica e as competências que cada indivíduo deveria possuir ao sair da educação básica estadunidense. Para a AAAS, é considerado alfabetizado cientificamente aquela pessoa que compreende que as ciências são construções humanas interdependentes, com potenciais e limitações. Esse indivíduo entende o mundo natural e a sua diversidade, e utiliza o pensamento científico para compreendê-lo e tomar decisões dentro desse cotidiano.

Uma outra visão para esse fenômeno é a de Bybee (1995). Sua concepção entende que a Alfabetização Científica acontece por meio de um processo gradual de evolução, sendo classificada também em três dimensões: Alfabetização Científica Funcional; Conceitual e Processual; e Multidimensional. A dimensão Funcional, centra-se em aquisições de conceitos, vocabulários e nomenclaturas técnicas, proporcionando ao indivíduo o entendimento de que a ciência se constitui de palavras específicas, fazendo com que essa noção possibilite identificar e compreender tais termos em leituras e discussões. Na extensão Conceitual e Processual, basicamente, atribui-se significado aos conceitos já adquiridos, relacionando-os a eventos e a informações de cunho científico. Nesta dimensão, ressalta-se a relevância da contextualização e do entendimento dos processos utilizados para se produzir ciência. A última dimensão é a Multidimensional, na qual unem-se as anteriores na busca por proporcionar uma visão de mundo que possibilite adquirir e externalizar os conhecimentos científicos, tomar decisões cientificamente adequadas e também, resolver problemas cotidianos.

Segundo Laugksch e Spargo (1996), dentre todas essas maneiras de conceber a Alfabetização Científica, as dimensões postuladas por Miller (1983) foram as de maior utilização em pesquisas da área e na elaboração de documentos

de instituições de popularização das ciências, devido à abrangência do conceito e por ter sido um dos manuscritos de grande proeminência na busca por mensurar o nível de Alfabetização Científica.

Essa diversidade de autores, refletindo sobre o significado do conceito, corroborou para uma pluralidade de entendimento sobre o que é a Alfabetização Científica. Ao encontro dessa afirmação, Laugksch (2000) salienta que essa multiplicidade de significado deve-se também aos diversos grupos de interesse que investigam de forma distinta esta temática, sendo eles: 1: Comunidade de educação em ciências; 2: Cientistas sociais e pesquisadores da opinião pública preocupados com questões políticas envolvendo ciência e tecnologia; 3: Sociólogos da ciência e professores de ciências, empregando uma abordagem sociológica para a alfabetização científica; 4: Comunidade de educação científica informal e não-formal, e aqueles envolvidos na divulgação científica geral. Para Ogunkola (2013), essa diversidade conceitual deve-se a um processo de evolução do conceito, assim como da ciência, que também está sempre evoluindo no procedimento de entender o mundo.

Para a maioria dos autores citados, a Alfabetização Científica poderia ser concluída como o entendimento público sobre ciência. Entretanto, para alguns, entendimento público da ciência e Alfabetização Científica são conceitos diferentes, como no caso de Membiela (2007), que concebe o entendimento público da ciência como o que o público realmente apresenta como compreensão: é o entendimento observado por meio de procedimentos de mensuração. E a Alfabetização Científica, por sua vez, seria o ideal a se alcançar, presente nos documentos que regem a educação científica e os manuscritos que visam sua promoção. Por outro lado, para outros autores, como Anelli (2011), o entendimento público da ciência é simplesmente como essa temática é denominada nos escritos advindos do Reino Unido, enquanto a Alfabetização Científica, por sua vez, deriva da nomenclatura cunhada nos trabalhos estadunidenses.

Na língua portuguesa essas diferenciações se estendem também na forma de escrita, devido ao processo de tradução do termo. No Brasil, utiliza-se, na maioria das produções, o termo “Alfabetização Científica”, sendo a palavra-chave “Letramento Científico” a segunda mais utilizada e, também, há autores que utilizam o termo “Enculturação Científica”. Para Sasseron e Carvalho (2011), embora cada terminologia apresente suas justificativas para serem adotadas, percebe-se pontos de convergência em todas essas diferentes formas de conceber esta temática de estudo. Para as autoras:

Defendemos uma concepção de ensino de Ciências que pode ser vista como um processo de “enculturação científica” dos alunos, no qual esperaríamos promover condições para que os alunos fossem inseridos em mais uma cultura, a cultura científica. Tal concepção também poderia ser entendida como um “letramento científico”, se a consideramos como o conjunto de práticas às quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele., No entanto, usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar 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 cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico. (Sasseron e Carvalho, 2011, p. 61)

Sendo assim, corroboramos com as autoras no entendimento de que uma Alfabetização Científica proporciona aptidão para uma efetiva leitura de mundo, não se centrando apenas em aspectos técnicos e mecânicos de memorização de conceitos e procedimentos. Acima de tudo, um indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele que compreende a construção e evolução do saber científico, bem como as consequências que a ciência e as inovações tecnológicas podem impactar na natureza e sociedade. Em uma visão geral, pode-se considerar que, consoante a Lemke (2006), o entendimento dessa temática vai ao encontro do ideário proposto para um efetivo “ensino para a vida”.

Paralelo ao surgimento e evolução do significado da Alfabetização Científica, também se mostrou relevante o ato de mensurá-la. Conforme referido anteriormente, após o lançamento da Sputnik pela União Soviética, nos Estados Unidos se fez necessário conhecer como era o nível de compreensão científica da população, a fim de traçar metas para programas de incentivos das carreiras científicas. Segundo Anelli (2011), a primeira tentativa de mensurar esse constructo foi realizada em 1957, sendo influenciada pelos supracitados estudos de atitudes científicas, que versavam sobre características que o indivíduo deveria apresentar. Para Noll (1935) em seu estudo “*Measuring the scientific attitude*”, as atitudes científicas deveriam ser mensuradas, de preferência, em situações envolvendo o cotidiano do indivíduo e não somente em exemplos de laboratório, de forma mecânica. A necessidade de mensurar a Alfabetização Científica se deu também da necessidade de atestar o êxito dos programas de incentivo à educação científica, nos quais grandes quantidades de dinheiro foram investidas, sendo então, esperado resultados satisfatórios no nível de compreensão pública das ciências, em médio e longo prazo.

Para Shen (1975), tão importante quanto elaborar ações de promoção da Alfabetização Científica, era também criar meios de mensurá-la quantitativamente. De acordo com Laugksch e Spargo (1996), um número expressivo de estudos de mensuração foi criado entre a década de 1960 a 1990. Esses instrumentos buscavam medir as subdivisões anteriormente citadas, como as de Shen (1975), Miller (1983), e Bybee (1995). Para Bybee (1995), as diversas iniciativas de mensuração da Alfabetização Científica tinham como ênfase a verificação de vocabulário e habilidades de processo, sendo a aplicação desses conhecimentos em situações contextualizadas e em ocorrências diferentes daquelas

aprendidas, um fator não abordado com satisfação nestes estudos. O artigo de Miller (1983), em seu tempo, foi um dos mais relevantes da área não só pela contribuição do modelo de três dimensões que proporcionaria o entendimento da Alfabetização Científica na sua perspectiva, mas também, por apresentar meios de mensurá-la através de situações aplicadas ao cotidiano (Laugksch, 2000).

Em 1996, Rudiger Laugksch e Peter Spargo, publicaram um estudo que relata o processo de elaboração, validação e apresentação dos resultados de um instrumento de medida com a meta de mensurar o nível de Alfabetização Científica Básica de egressos da educação básica (Laugksch e Spargo, 1996). Os autores basearam-se nos objetivos para a educação científica publicados no SFAA, elaborados pela AAAS (1989) e também nos três eixos constituintes da Alfabetização Científica, postulados por Miller (1983).

Esse instrumento se diferenciou dos demais por fornecer em um só questionário, a oportunidade de mensurar os três eixos da Alfabetização Científica, por meio de 110 itens objetivos, com resposta de verdadeiro ou falso, abordando aspectos interdisciplinares, e com situações envolvendo conhecimentos básicos e aplicados ao cotidiano. Esse instrumento foi denominado de *Test of Basic Scientific Literacy* (TBSL) e foi direcionado a indivíduos egressos da educação básica.

Com o passar dos anos, esse questionário foi utilizado em diversos países ao redor do mundo para mensurar tal fenômeno de forma quantitativa, conforme os trabalhos na África do Sul (Laugksch e Spargo, 1996; 1999); Austrália (Murcia e Schibeci, 1999); China (Chin, 2005); Israel (Baram-Tsabari e Yarden, 2005); Brasil (Camargo e outros, 2011; Nascimento-Schulze, 2006); Estados Unidos (Brossard e Shanahan, 2006); Turquia (Özdem, 2010). No Brasil, o TBSL foi traduzido por Nascimento-Schulze (2006) e desde então o Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) foi empregado em pesquisas envolvendo as ciências da natureza, conforme relatado em Vizzotto e Del Pino (2020).

Porém, o fato de ser um questionário extenso, contendo 110 itens, pode tornar o ato de respondê-lo uma tarefa enfadonha. Tal consequência, pode lesar o comprometimento dos respondentes, prejudicando assim, a confiabilidade da medida e viabilidade de aplicar tal instrumento no período escolar. Assim, elaborou-se em Vizzotto e Mackedanz (2018), um processo de redução instrumental que, por meio de técnicas estatísticas, reduziu de 110 para 45 itens, mantendo índices semelhantes de confiabilidade, de poder de medida e também, manteve as proporções de itens para cada eixo originalmente criado. Esse instrumento, com os 45 itens, foi denominado de Teste de Alfabetização Científica Simplificado (TACB-S) (Anexo I) e foi o questionário empregado na pesquisa aqui relatada.

A próxima seção abordará os procedimentos metodológicos do processo de aplicação e análise de dados realizados nesse estudo.

III. METODOLOGIA

A. Caracterização

Essa é uma pesquisa de abordagem quantitativa, descritiva-exploratória quanto aos seus objetivos, que possui como técnica de coleta de dados o emprego de questionário e tem como método de análise de dados procedimentos da estatística descritiva e inferencial (Robaina et al., 2021).

B. O instrumento de pesquisa

De acordo com os elaboradores, o TACB-S inclui itens dos três subtestes, assegurando sua estrutura teórica inicial, baseada nos três eixos de Miller (1983). Isso significa que a quantidade de informações que o questionário original examina nos respondentes também pode ser encontrada, em escala menor, dentro do seu instrumento reduzido (Vizzotto e Mackedanz, 2018). As questões referentes ao eixo “entendimento dos conteúdos da ciência” são as de 1 a 3, 14 a 26 e as de 35 a 45. O eixo “entendimento da natureza da ciência” é composto pelas questões de 4 a 13, e por fim, o eixo “entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente” compreende as questões da 27 até a 34.

Para o TACB-S, os índices de acertos seguem a perspectiva do instrumento original, o qual tinha por base considerar um indivíduo alfabetizado cientificamente aquele que obtivesse acertos em aproximadamente 60% de cada subteste. Assim, para o instrumento reduzido, das 27 questões do eixo “entendimento dos conteúdos da ciência”, deve-se acertar 17. Para o segundo eixo, denominado “entendimento da natureza da ciência”, das 10 questões, deve-se acertar pelo menos 6. Por fim, para o terceiro eixo “entendimento do impacto da ciência e tecnologia na sociedade”, 5 das 8 devem estar corretas.

O TACB é um dos muitos testes criados e referendados internacionalmente ao longo das últimas décadas, que visa medir diferentes aspectos da Alfabetização Científica. A escolha por esse instrumento e não por outros deve-se a características como: a sua estrutura teórica e metodológica; tamanho; indícios de validade; por ele ter sido aplicado

em muitos lugares do mundo; por ter sido traduzido para a língua portuguesa; e por ter apresentado consistência interna e validade satisfatórios à nossa realidade, conforme pode ser verificado em Vizzotto e Mackedanz (2018). Não obstante, reconhece-se que existem outros testes igualmente relevantes na literatura, como por exemplo o *Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS) (Gormally, Brickman e Lutz, 2012); o *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) (Aikenhead e Ryan, 1992); o *Views on science and education questionnaire* (VOSE) (Chen, 2006); e o *Student Understanding of Science and Scientific Inquiry* (SUSSI) (Liang, et al., 2006).

Alguns desses instrumentos são mais voltados para a medição de aspectos relacionados com a Ciência, Tecnologia e Sociedade, como o VOSTS; outros são mais amplos, medindo o conhecimento científico de modo geral (TOSLS; VOSE; SUSSI). Alguns ainda não possuem tradução para o português (VOSE; SUSSI), outros, por sua vez, apresentam um tamanho demasiadamente grande (VOSTS).

Assim, após uma análise das idiosincrasias dos instrumentos e tendo como base a problemática e os objetivos da pesquisa, chega-se ao entendimento particular de que o TACB, na sua versão reduzida, vem a ser, no presente momento, o questionário com maior adequação para ser aplicado na amostra selecionada.

Conforme referido, para apreciação de maiores detalhes sobre o processo de refinamento do instrumento integral que deu origem ao instrumento reduzido, tais como as análises de inclusão e exclusão de itens, índices de validade e fidedignidade, recomenda-se, fortemente, a leitura do artigo de Vizzotto e Mackedanz (2018).

C. Aplicação do questionário

O questionário foi aplicado presencialmente, de maneira anônima com participação voluntária, no segundo semestre de 2019 para 105 estudantes de diferentes cursos de Física do estado do Rio Grande do Sul, no Brasil. A escolha dos participantes deu-se por meio de uma amostragem por conveniência, ou seja, quando leva em conta a disponibilidade de pessoas para fazer parte da amostra em um determinado intervalo de tempo, não atendo-se a aspectos probabilísticos e aleatórios para formar a amostra participante (Robaina et al., 2021).

Após o período de um ano, contatou-se novamente tais acadêmicos com o intuito de realizar uma nova aplicação do questionário. Porém, nessa etapa, a adesão dos participantes foi consideravelmente menor e apenas 31 deles efetuaram o preenchimento do TACB-S, que foi disponibilizado eletronicamente devido à impossibilidade da coleta de dados presencial devido a quarentena decorrente do Coronavírus. Portanto, considerando a intenção de se realizar uma análise longitudinal do desempenho dos participantes, fizeram parte da análise final apenas aqueles que responderam o instrumento de pesquisa nos dois momentos.

Defende-se que, mesmo com um pequeno número de participantes, é relevante apresentar os resultados à literatura, pois, nesse caso, a quantidade não altera o delineamento da pesquisa, ao mesmo tempo que, a redução no número de participantes não modifica a caracterização da amostra. Não obstante, a variação de desempenho levará em consideração o mesmo indivíduo em dois momentos diferentes, ou seja, os testes estatísticos empregados são válidos para efetuar tais comparações mesmo com um número pequeno de amostras, pois sua análise é longitudinal.

D. Delineamento das análises estatísticas

As análises realizadas derivaram do somatório de acertos do instrumento integral e também dos seus três eixos de forma individual. A partir desses índices, realizou-se comparações do grupo para os dois momentos distintos de aplicação, a fim de verificar se havia diferença estatisticamente significativa entre os mesmos. Para isso, utilizou-se de testes de hipótese que analisam as médias de acertos do grupo nos dois momentos e as comparam, com o objetivo de verificar se, em geral, percebe-se desempenho superior ou inferior um em relação ao outro (Hair, et al., 2006).

Para amostras que obedecem a uma tendência à normalidade (distribuição gaussiana), utiliza-se um Teste t pareado para comparação das médias de acertos dos participantes. Esse teste, segundo Field (2009) tem como pressupostos: 1) a diferença entre os valores deve apresentar uma distribuição normal; 2) Ausência de Outliers (discrepâncias nas diferenças entre os valores); e 3) As observações devem ser pareadas (dependentes). Porém, caso as amostras não obedecem a uma curva normal, ou não se encaixam nesses três pressupostos, pode-se utilizar um teste não-paramétrico para verificar a hipótese de diferenças, sendo indicado, para esse intuito, o Teste de Wilcoxon pareado, o qual possui apenas o pressuposto de que as observações devem ser pareadas.

Primeiramente, foi necessário verificar se as médias dos grupos seguem a curva Normal. Para isso, foi utilizado um teste chamado Shapiro-Wilk (Pasquali, 2017). Para interpretar a saída do software estatístico para o teste de Shapiro-Wilk, basta observar o seu p-valor de significância. De modo geral, essa análise testa a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição Normal, tendo como hipótese alternativa a não tendência à normalidade dos dados. Em suma, para interpretar o teste com uma significância de 95%, o p-valor deve apresentar um número maior que 0,05 para ser considerado uma distribuição Normal, ou seja, se o teste de Shapiro-Wilk apresentar $p < 0,05$, significa fuga de normalidade.

Após a realização do teste de normalidade e do teste de hipótese indicado (paramétrico ou não-paramétrico), caso seja indicada uma diferença de desempenho estatisticamente significativa no grupo, realiza-se também, para medir o tamanho de efeito, um teste específico para tal, sendo o Teste d de Cohen o recomendado para dados paramétricos (Lindenau e Guimarães, 2012). Os dados foram tabelados no Software Excel e as análises foram realizadas no *Statistical Package for the Social Science (SPSS)* versão 23 para Windows. Salienta-se que, a fim de assegurar a lisura dos dados apresentados, optou-se por manter a configuração original da saída dos resultados, o que justifica sua formatação específica e a eventual linguagem em Inglês. Na próxima seção, apresenta-se os resultados obtidos dessas análises e na sequência, as suas respectivas discussões.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A. Caracterização dos participantes

O grupo foi composto por 20 mulheres e 11 homens, com idades entre 18 e 56 anos, os quais, quase metade (48%) concluíram a educação básica entre o ano de 2015 e 2017. Dos 31 entrevistados, 24 (77,4%) estudaram em escolas públicas; e 24 (77,4%) não necessitaram parar os estudos no decorrer da educação básica. Do total, 26 deles (83,9%) nunca haviam reprovado. Ainda, 77,4% dos participantes afirmaram já terem tido contato com docência até o momento da pesquisa.

B. Desempenho geral

Na tabela I, observa-se o desempenho geral individual de cada participante. Em sua estrutura é possível analisar o panorama de seus desempenhos nos dois semestres em que responderam ao TACB-S.

TABELA I. Frequência de acertos de cada participante. Fonte: autor.

| Participante | Acertos em 2019 | | | | | Acertos em 2020 | | | | |
|--------------|-----------------|--------|--------|-------|----------------|-----------------|--------|--------|-------|----------------|
| | eixo 1 | eixo 2 | eixo 3 | Total | Considerado AC | eixo 1 | eixo 2 | eixo 3 | Total | Considerado AC |
| 1 | 24 | 7 | 8 | 39 | Sim | 26 | 9 | 8 | 43 | Sim |
| 2 | 19 | 7 | 6 | 32 | Sim | 22 | 8 | 6 | 36 | Sim |
| 3 | 23 | 6 | 6 | 35 | Sim | 26 | 9 | 7 | 42 | Sim |
| 4 | 18 | 8 | 8 | 34 | Sim | 21 | 5 | 8 | 34 | Não |
| 5 | 19 | 6 | 8 | 33 | Sim | 21 | 8 | 8 | 37 | Sim |
| 6 | 19 | 5 | 7 | 31 | Não | 18 | 6 | 7 | 31 | Sim |
| 7 | 27 | 9 | 8 | 44 | Sim | 27 | 9 | 8 | 44 | Sim |
| 8 | 23 | 8 | 7 | 38 | Sim | 23 | 7 | 8 | 38 | Sim |
| 9 | 16 | 7 | 7 | 30 | Não | 17 | 7 | 7 | 31 | Sim |
| 10 | 19 | 6 | 8 | 33 | Sim | 23 | 9 | 8 | 40 | Sim |
| 11 | 25 | 8 | 7 | 40 | Sim | 25 | 9 | 5 | 39 | Sim |
| 12 | 20 | 8 | 8 | 36 | Sim | 18 | 9 | 7 | 34 | Sim |
| 13 | 4 | 5 | 6 | 15 | Não | 8 | 6 | 2 | 16 | Não |
| 14 | 21 | 9 | 7 | 37 | Sim | 21 | 9 | 7 | 37 | Sim |
| 15 | 22 | 6 | 8 | 36 | Sim | 27 | 6 | 8 | 41 | Sim |
| 16 | 18 | 7 | 8 | 33 | Sim | 15 | 5 | 8 | 28 | Não |
| 17 | 19 | 5 | 8 | 32 | Não | 21 | 5 | 6 | 32 | Não |
| 18 | 26 | 8 | 8 | 42 | Sim | 25 | 8 | 8 | 41 | Sim |
| 19 | 27 | 7 | 8 | 42 | Sim | 24 | 10 | 8 | 42 | Sim |
| 20 | 8 | 4 | 5 | 17 | Não | 13 | 3 | 7 | 23 | Não |
| 21 | 17 | 8 | 6 | 31 | Sim | 22 | 7 | 8 | 37 | Sim |
| 22 | 21 | 8 | 8 | 37 | Sim | 25 | 10 | 8 | 43 | Sim |
| 23 | 23 | 5 | 8 | 36 | Não | 23 | 8 | 6 | 37 | Sim |
| 24 | 25 | 5 | 8 | 38 | Não | 25 | 6 | 8 | 39 | Sim |
| 25 | 17 | 6 | 7 | 30 | Sim | 20 | 5 | 7 | 32 | Não |
| 26 | 24 | 9 | 8 | 41 | Sim | 26 | 9 | 8 | 43 | Sim |
| 27 | 19 | 9 | 8 | 36 | Sim | 23 | 8 | 6 | 37 | Sim |
| 28 | 22 | 5 | 7 | 34 | Não | 21 | 5 | 7 | 33 | Não |
| 29 | 23 | 5 | 8 | 36 | Não | 23 | 7 | 7 | 37 | Sim |
| 30 | 17 | 5 | 8 | 30 | Não | 20 | 7 | 7 | 34 | Sim |
| 31 | 20 | 7 | 8 | 35 | Sim | 18 | 4 | 8 | 30 | Não |

A média de acertos em 2019 foi de 34,13 acertos, com desvio padrão de 6,19 acertos. Por sua vez, em 2020, a média de acertos foi de 35,6 acertos, com desvio padrão de 6,14 acertos. Porém, para analisar quem poderia ser considerado alfabetizado cientificamente foi necessário verificar se cada participante obteve no mínimo 60% de acertos em cada um dos 3 eixos do teste. Assim, a partir da tabela I, pode-se notar que na primeira aplicação 67,7% do total (21 participantes) atingiram o mínimo de acertos esperado. Após um ano, em 2020, esse número subiu para 23 participantes, compondo 74,2%. Ainda, foi possível perceber que 17 participantes, que foram considerados alfabetizados cientificamente em 2019, também assim foram considerados em 2020. No entanto, 4 pessoas que atingiram os escores mínimos em 2019 não obtiveram sucesso em 2020, enquanto outros 6 que não tiveram sucesso em 2019, em 2020, foram considerados alfabetizados cientificamente.

C. Teste de normalidade

O p-valor do Teste de Shapiro-Wilk foi de 0,074664, sinalizando que o Teste t pareado é adequado para este banco de dados, pois apresentou um valor maior que 0,05. A figura 1 a seguir, apresenta o “Box Plot” do teste:

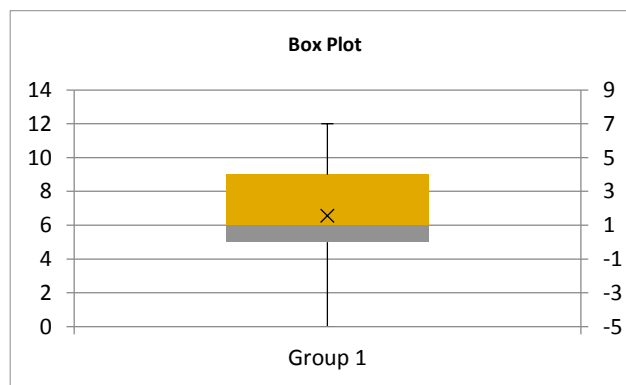


FIGURA 1. Box Plot dos Outliers para o banco de dados. Fonte: autor.

Ao analisar a figura acima não se percebe indicação de Outliers (valores discrepantes nas diferenças de desempenho), o que corrobora com a hipótese nula de normalidade dos dados. Assim, recomenda-se analisar a hipótese de diferença de desempenho por meio do Teste t pareado ao invés do Teste de Wilcoxon.

D. Teste de hipótese e teste de tamanho de efeito

Na tabela II, apresenta-se os resultados do Teste t pareado para analisar a diferença de desempenhos, bem como, o Teste d de Cohen para analisar o tamanho de efeito.

TABELA II. Teste t pareado e Teste d de Cohen. Fonte: autor.

| SUMMARY | | | Alpha | 0,05 | | Hyp Mean Diff | 0 | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| Groups | Count | Mean | Std Dev | Std Err | t | df | Cohen d | Effect r |
| 1 | 31 | 34,13333 | 6,190835 | | | | | |
| 2 | 31 | 35,6 | 6,145366 | | | | | |
| Difference | 31 | -1,46667 | 3,137464 | 0,57282 | -2,56043 | 30 | 0,467469 | 0,429396 |
| | | | | | | | médio | |
| T TEST | | | | | | | | |
| | p-value | t-crit | lower | upper | sig | | | |
| One Tail | 0,007962 | 1,699127 | | | yes | | | |
| Two Tail | 0,015925 | 2,04523 | -2,63821 | -0,29512 | yes | | | |

O Teste t pareado mostrou que há diferenças entre o desempenho dos participantes no segundo semestre de 2019 e no segundo semestre de 2020 ($t_{(29)} = -2,56$; $p = 0,0159$, $p < 0,05$). Assim, pode-se afirmar que o desempenho, em média, no segundo semestre de 2020 foi superior ao do segundo semestre de 2019.

Para verificar o tamanho de efeito, ou seja, a intensidade dessa diferença significativa, observa-se o Teste d de Cohen. Esse teste gera, para cada interação, um valor que varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo a 1, mais forte pode ser considerado o tamanho do efeito da diferença estatística observada. As referências são classificadas

como tamanho de efeito pequeno (0,20 – 0,39), médio (0,40 – 0,79) e grande (> 0,80). Desse modo, de acordo com a tabela II, é possível afirmar que a diferença estatisticamente significativa foi considerada de intensidade média, apresentando valor de 0,47. Tal indicador auxilia na eliminação de erros na tomada de decisão sobre qual hipótese aceitar (nula ou alternativa). Logo, fica evidente que houve um aumento na média de acertos do grupo quando comparados os dois momentos, que, embora pequeno, pode ser considerado significativo.

Diante dessa constatação, é possível que uma das explicações para esse aumento seja a vivência dos alunos no contexto universitário. Não há qualquer relação causal que comprove essa hipótese. Também não é possível descartar que o fato de os estudantes já terem respondido ao TACB-S no semestre anterior possa ter garantido recordar as respostas dadas anteriormente. Por isso, para reduzir a possibilidade de acertos por esse último fator, as respostas corretas e incorretas não foram problematizadas com os alunos após sua primeira aplicação.

Ainda assim, é importante salientar que não é a intenção afirmar que a diferença encontrada se deve, de maneira direta e causal, ao fato de ter sido na graduação que os participantes desenvolveram aspectos da Alfabetização Científica. Em pesquisas com delineamento “observação->tratamento->nova observação” as variáveis que podem influenciar a resposta dos participantes são inúmeras. Elas podem ser divididas em: fontes de validade interna (história pessoal, maturação, testagem, etc.) e fontes de validade externa (interação entre testagem e tratamento e seleção e tratamento) (Campbell e Stanley, 1979). Ou seja, são muitas as causas que podem explicar essa diferença.

Após esta consideração, é possível salientar que o cerne da discussão não se centra nas causas da diferença, mas sim na reflexão sobre o fato de que a diferença foi menor do que o esperado – pois espera-se que, ao concluir a formação de professores, o docente possua subsídios que o permita estimular a Alfabetização Científica em seus alunos e nesse um ano de intervalo de tempo, mesmo significativa, o crescimento pode ser considerado sutil.

Ao mesmo tempo é importante refletir sobre os outros 30% que não puderam ser considerados alfabetizados cientificamente e que estão na formação inicial para se tornarem professores de Física. O público estudado foi escolhido devido à viabilidade de aplicação do instrumento, uma vez que, dificilmente, em outros ambientes se conseguiria reunir aspectos de disposição, tempo, interesse e ambiente controlado para se realizar uma coleta de dados fidedigna. Isso significa que a parcela da população estudada são pessoas que concluíram a educação básica e tiveram oportunidade e interesse de ingressar em uma formação para se tornarem professores. Com isso, de modo geral, questiona-se que: se fossem incluídos nesta amostragem indivíduos que não continuaram seus estudos após a educação básica, o quantitativo de participantes considerados alfabetizados cientificamente seria menor ou maior? Certamente é uma questão relevante para estudos futuros.

A partir dos resultados apresentados é possível discutir qual é o panorama da Alfabetização Científica para esse público. Ressalta-se que as conclusões dessas análises devem se limitar à amostra estudada.

Na média dos dois semestres, 70% dos participantes puderam ser considerados alfabetizados cientificamente, pois obtiveram desempenho mínimo satisfatório nos três eixos que compõem o questionário. Esse quantitativo é corroborado pelas pesquisas que utilizaram o TBSL para mensurar este constructo, tanto internacional quanto nacionalmente (Laugksch e Spargo, 1996, 1999; Camargo e outros, 2011; Nascimento-Schulze, 2006; Camargo e outros, 2010; Rivas, 2015), mesmo que tais trabalhos não tenham conduzido uma pesquisa longitudinal, impossibilitando comparações precisas com o presente estudo, motivo pelo qual, incentiva-se que mais estudos com esse escopo sejam realizados em pesquisas futuras para fins de comparação.

Foi possível notar, também, que o eixo 1 (entendimento do conteúdo da ciência) foi o subteste que obteve maior índice de acertos entre os três. Isso também corrobora com resultados de Rivas (2015) e Camargo e outros (2011), defensores de que tais indícios sugerem um predomínio desse tipo de formação nas escolas brasileiras, isto é, uma perspectiva majoritariamente conteudista e focada nos procedimentos matemáticos, não considerando, na mesma proporção, os aspectos epistemológicos da ciência e também as suas relações com a sociedade e ambiente. Para Membiela (2007), não há como potencializar os índices de Alfabetização Científica sem uma reflexão sobre os aspectos curriculares das disciplinas de cunho científico.

Segundo Nascimento-Schulze (2006), uma das principais conclusões do TBSL no contexto da egressos Sul-Africanos é a diferença de desempenho entre jovens de etnia africana em relação aos jovens brancos. Segundo a autora, isto “reflete o impacto do “apartheid” existente na nação em décadas passadas” (Nascimento-Schulze, 2006, p. 112). Assim, as evidências observadas na presente análise sugerem que o panorama da Alfabetização Científica desse grupo pesquisado, de modo geral, vai ao encontro dos padrões apresentados na literatura da área.

Os resultados aqui obtidos não visam esgotar as possibilidades de medir a Alfabetização Científica, no entanto, servem de aspiração para delinear estudos subsequentes com um grupo maior e com maior variedade de análises de correlação.

V. CONSIDERAÇÕES

Realizou-se uma pesquisa com a seguinte problemática: há mudanças significativas no nível de Alfabetização Científica de estudantes de graduação em Física quando medidas em um intervalo temporal de um ano? Para isso, mediu-se, através de um teste de Alfabetização Científica, o nível desse constructo em alunos da graduação em dois momentos distintos, separados temporalmente por um ano. Os resultados demonstraram diferença estatisticamente significativa, sinalizando que o desempenho posterior foi ligeiramente maior do que o desempenho dos participantes na primeira vez que responderam ao instrumento de pesquisa. Isso ressalta a necessidade de aprofundamento da investigação, a fim de averiguar quais fatores presentes na vida escolar dos participantes mais puderam corroborar para os índices aqui registrados, assim como, aumentar o tamanho da amostra e o tempo da análise longitudinal.

Do total, 70% foram considerados alfabetizados cientificamente, segundo a perspectiva de que é necessário acertar um mínimo de aproximadamente 60% de cada subteste. Conclui-se que no eixo 1 (conteúdo da ciência) houve maior índice de acertos. No eixo 2 e 3, que versam sobre a natureza da ciência e a relação da ciência e tecnologia na sociedade, respectivamente, os valores de acertos demonstraram adjacência ao mínimo proposto. É necessário analisar se fatores relacionados com o processo escolar dos participantes, como quantidade de reprovações, conciliação entre trabalho e estudo, evasão escolar e contato com a docência, apresentam correlação com o nível de Alfabetização Científica mensurada na perspectiva do TACB-S.

É importante salientar que os resultados aqui apresentados não são generalizáveis na sua totalidade, porém, compõem-se de dados e procedimentos relevantes a serem repetidos em estudos futuros, em outros contextos e públicos-alvo, a fim de agregar índices e discussões ao processo de reflexão da qualidade da educação básica e dos desafios da Educação em Ciências e da formação de professores de Física no Brasil.

Além dessa sugestão de aprofundamento da investigação, recomenda-se realizar a aplicação do TACB-S em demais contextos brasileiros e também em âmbito internacional, a fim de consolidar os seus índices de confiabilidade.

NOTA

Esta investigação foi aprovada pelo Comitê de ética da instituição do pesquisador CEP 19011619.0.0000.5310, número da resolução: 3.559.855.

REFERENCIAS

AAAS (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, 1, 256.

Aikenhead, G., Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on science-technology-society" (VOSTS). *Science education*, 76(5), 477-491.

Anelli, C. (2011). Scientific literacy: What is it, are we teaching it, and does it matter. *American Entomologist*, 57(4), 235-244.

Baram-Tsabari, A. e Yarden, A. (2005). Text genre as a factor in the formation of scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 42(4), 403-428.

Brossard, D. e Shanahan, J. (2006) Do they know what they read? building a scientific literacy measurement instrument based on science media coverage. *Science Communication*, 28(1), 47-63.

Bybee, R. (1995). Achieving scientific literacy. *The science teacher*, 62(7), 28.

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

Camargo, A. N. B., Vidor, C. B., Irber, C., Pilar, C. D., Souza, V. M. e Ramos, M. G. (2010). Estudo do nível de Alfabetização Científica de licenciandos ingressantes e concluintes em Química. *Anais do XI Salão de Iniciação Científica PUCRS*, 1223-1225.

- Campbell, D. T., Stanley, J. C. (1979). *Delineamentos experimentais e quase experimentais de pesquisa*. São Paulo: EPU.
- Chen, Sufen. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education*, 90(5), 803-819.
- Chin, C. (2005). First-year Pre-service Teachers in Taiwan: Do they enter the teacher program with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science? *International Journal of Science Education*, 27(13), 1549-1570.
- Davis, I. C. (1935). The measurement of scientific attitudes. *Science Education*, 19(3), 117-122.
- Deboer, G. (2000). 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*, 37(6), 582-601.
- Field, A. (2009). *Descobrimos a estatística usando o SPSS*. Porto Alegre: Bookman Editora.
- Gil, D., e Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Gormally, C, Brickman, P., Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *Life Sciences Education*, 11(4), 364-377.
- Hair Júnior, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R. e Tatham, R. (2006). *Análise Multivariada de Dados*. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman.
- Hoff, A. G. (1936). A test for scientific attitude. *School Science and Mathematics*, 36(7), 763-770.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American Schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
- Laugksch, R. e 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.
- Laugksch, R. e Spargo, P. (1999). Scientific Literacy of Selected South African Matriculants Entering Tertiary Education: A Baseline Survey. *South African journal of science*, 95, 427-432.
- Laugksch, R. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 5-12.
- Liang, L. (2006). *Student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI)*: Revision and further validation of an assessment instrument. In: Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Francisco, CA.
- Lindenau, J. D. R., e Guimarães, L. S. P. (2012). Calculando o tamanho de efeito no SPSS. *Clinical & Biomedical Research*, 32(3).
- Membriela, P. (2007). Sobre la deseable relación entre comprensión pública de la ciencia y alfabetización científica. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (22).
- Miller, J. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, 112(12), 29-48.
- Murcia, K. e Schibeci, R. (1999). Primary student teachers' conceptions of the nature of science. *International journal of science education*, 21(11), 1123-1140.

- Nascimento-Schulze, C. M. (2006). Um estudo sobre Alfabetização Científica com jovens catarinenses. *Psicologia: teoria e prática*, 8(1), 95-117.
- Noll, V. H. (1935). Measuring the scientific attitude. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 30(2), 145.
- Ogunkola, B. J. (2013). Scientific literacy: Conceptual overview, importance and strategies for improvement. *Journal of Educational and Social Research*, 3(1), 265-274.
- Özdem, Y., Çavaş, P., Cavas, B., Çakiroğlu, J. e Ertepinar, H. (2010). An investigation of elementary students' scientific literacy levels. *Journal of Baltic Science Education*. 9(1), 6-19.
- Pasquali, L. (2017). *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Rivas, M. I. E. (2015). *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, Porto Alegre.
- Robaina, J. V. L., Fenner, R. S., Martins, L. A. M., Barbosa, R. A., Soares, J. R. (Orgs.) (2021). *Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação em ciências*. Curitiba: Bagai.
- Sasseron, L. H. e Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.
- Shen, B. (1975). Science literacy and the public understanding of science. In: *Communication of scientific information*. Karger Publishers, 44-52.
- 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), 575-594.
- Vizzotto, P. A., & Del Pino, J. C. (2020). O uso do Teste de Alfabetização Científica Básica no brasil: uma revisão da literatura. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 22(1) e15846

Anexo I

Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado – TACB-s

Instruções:

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

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

Por favor, responda todas as afirmações, cuidadosamente.

1. [] A Terra é tão antiga quanto o universo.
2. [] A luz da estrela mais próxima ao nosso sol leva apenas alguns minutos para chegar até nós.
3. [] A maioria do nosso conhecimento sobre o universo advém da observação de fatias muito pequenas do espaço e pequenos intervalos de tempo.
4. [] Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é comprovada através da observação de fenômenos.
5. [] Os cientistas discordam sobre os princípios de raciocínio lógico que conectam as evidências com as conclusões.
6. [] O processo de propor e testar hipóteses não é uma das principais atividades dos cientistas.
7. [] Os cientistas tentam dar sentido aos fenômenos dando explicações para eles. Essas explicações raramente usam princípios científicos atualmente aceitos.
8. [] As teorias científicas devem explicar observações adicionais que não foram utilizadas no desenvolvimento das teorias anteriores.
9. [] Os cientistas tentam identificar possíveis vieses no trabalho de outros cientistas.
10. [] Ao levar a cabo uma investigação, nenhum cientista deve sentir que ele / ela deve chegar a um determinado resultado.
11. [] A disseminação da informação científica não é importante para o progresso da ciência.
12. [] Os campos científicos como a química e a biologia possuem limites ou fronteiras.
13. [] Ética científica (ou seja, sistema de moral) está preocupada, entre outras coisas, com os possíveis efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação.
14. [] Os biólogos classificam os organismos em grupos e subgrupos. Isso é feito de uma forma que não está relacionada com a estrutura e o comportamento dos organismos.
15. [] Ao obter a energia e a matéria necessárias para a vida, os seres humanos são independentes das teias alimentares.
16. [] Cada gene é uma sequência específica da molécula de DNA.
17. [] Muitas das funções básicas de organismos, tais como a extração de energia a partir de nutrientes, são realizadas ao nível da célula.
18. [] A informação genética codificada em moléculas de DNA não desempenha nenhum papel na montagem de moléculas de proteína.
19. [] Os processos químicos na célula são controlados de dentro e de fora da célula.
20. [] A interdependência dos organismos em um ecossistema muitas vezes resulta em um sistema quase estável durante longos períodos de tempo.
21. [] Os ecossistemas sofrem alterações quando diferentes espécies aparecem.
22. [] Os organismos vivos não compartilham com outros sistemas naturais os mesmos princípios de conservação de matéria e energia.
23. [] Apenas uma pequena parte da vida na Terra é mantida por transformações de energia a partir do sol.
24. [] Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados.
25. [] O carvão e o petróleo foram formados há milhões de anos.
26. [] A seleção natural costuma resultar em organismos com características bem adaptadas para sobrevivência em ambientes específicos.

27. [] Novos instrumentos e técnicas que estão sendo desenvolvidos através da tecnologia pouco contribuem para a pesquisa científica.
28. [] A tecnologia apenas fornece ferramentas para a ciência, raramente fornece motivação e direção para as pesquisas.
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.
30. [] Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, todos os efeitos colaterais de novos projetos tecnológicos são previsíveis.
31. [] Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro é investido. Qualquer sistema tecnológico pode falhar.
32. [] As forças sociais e econômicas dentro de um país têm pouca influência sobre quais tecnologias serão desenvolvidas dentro desse país.
33. [] A tecnologia teve pouca influência sobre a natureza da sociedade humana.
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.
35. [] A forma como os átomos se conecta é determinada pela disposição dos elétrons no exterior de cada átomo.
36. [] No universo, a energia só aparece em um formato.
37. [] Arranjos de átomos em moléculas não estão relacionados com os diferentes níveis de energia das moléculas.
38. [] As forças eletromagnéticas que atuam entre os átomos são muito mais fortes do que as forças gravitacionais que atuam entre eles.
39. [] Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos.
40. [] O sistema imunológico desempenha um papel importante na autoproteção dos animais em relação às doenças.
41. [] Muito do aprendizado parece ocorrer através da interação de um novo pedaço de informação com um pedaço de informação já existente.
42. [] A boa saúde depende do esforço coletivo das pessoas de tomar medidas para manter seu ar, solo e água preservados.
43. [] Os genes anormais jamais afetam o modo de funcionamento das partes do corpo humano, nem dos seus sistemas.
44. [] Uma boa saúde mental não está relacionada com a interação dos aspectos psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais.
45. [] As anomalias biológicas podem causar alguns tipos de perturbações psicológicas graves.

Obrigado - você chegou ao final do teste!

Fontes:

Questionário reduzido:

Vizzotto, P., & Mackedanz, L. (2018). Teste de Alfabetização Científica Básica: Processo de Redução e Validação do Instrumento na Língua Portuguesa. *Revista Prática Docente*, 3(2), 575-594. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2018.v3.n2.p575-594.id251>.

Questionário integral:

Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (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(4), 331–359. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/5/4/003>.

GABARITO

| | | |
|-------|-------|-------|
| 1. F | 16. V | 31. V |
| 2. F | 17. V | 32. F |
| 3. V | 18. F | 33. F |
| 4. V | 19. V | 34. V |
| 5. F | 20. V | 35. V |
| 6. F | 21. V | 36. F |
| 7. F | 22. F | 37. F |
| 8. V | 23. F | 38. V |
| 9. V | 24. V | 39. F |
| 10. V | 25. V | 40. V |
| 11. F | 26. V | 41. V |
| 12. F | 27. F | 42. F |
| 13. V | 28. F | 43. F |
| 14. F | 29. V | 44. F |
| 15. F | 30. F | 45. V |