

Guilherme Hammarstrom Dobler



Universidade Regional do Noroeste do Estado
do Rio Grande do Sul
gammars@asu.edu

Maria Cristina Pansera de Araújo



Universidade Regional do Noroeste do Estado
do Rio Grande do Sul
pansera@unijui.edu.br

Vidica Bianchi



Universidade Regional do Noroeste do Estado
do Rio Grande do Sul
vidica.bianchi@unijui.edu.br

INDICADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES CONCLUÍNTES DO ENSINO MÉDIO NO SUL DO BRASIL

RESUMO

O objetivo deste estudo foi reconhecer a Alfabetização Científica de alunos do 3º ano do Ensino Médio de 4 escolas do Sul do Brasil. Participaram da pesquisa 167 estudantes. O instrumento utilizado foi composto por 110 perguntas adaptadas para a escala de Likert e disponibilizadas por meio eletrônico. As respostas obtidas foram analisadas por meio do *Statistical Package for the Social Sciences*. A pesquisa indicou que os estudantes apresentam baixo desempenho na Alfabetização Científica nas áreas de “natureza da ciência” e “natureza da tecnologia”. A partir da metodologia utilizada, verificou-se que apenas 42 estudantes (25%) são alfabetizados cientificamente. Os resultados expõem a necessidade de investimentos na formação docente para que ocorram mudanças nas práticas pedagógicas e didáticas de professores de Biologia, com vistas a desenvolver a Alfabetização Científica dos estudantes de modo mais efetivo.

Palavras-chave: Literacia. Ensino de Ciências. Escala Likert.

INDICATORS OF SCIENTIFIC LITERACY OF STUDENTS CONCLUDING HIGH SCHOOL IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT

The study's objective was to recognize the Scientific Literacy of the final year high school students from four schools in southern Brazil. 167 students participated in the research. The instrument used consisted of 110 questions adapted to the Likert scale and made available electronically. The responses obtained were analyzed using the *Statistical Package for the Social Sciences*. The research indicated that students perform poorly in Scientific Literacy in "nature science" and "nature of technology" areas. From the methodology used, it was found that only 42 (25%) are scientifically literate. The results expose the need for investments in teacher education so that changes can occur in the pedagogical and didactic practices of Biology teachers, in order to develop the Scientific Literacy of students more effectively.

Keywords: Literacy. Science education. Likert scale.

Submetido em: 12/10/2020

Aceito em: 29/05/2021

Publicado em: 30/11/2021

 <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p778-794>



1 Introdução

Este estudo tem por objetivo compreender a Alfabetização Científica (AC) de estudantes do 3º ano do Ensino Médio (EM) de quatro escolas da rede pública estadual do Sul do Brasil. A análise que propomos realizar, busca evidenciar a AC como uma ferramenta educativa que possibilita identificar o que os estudantes compreenderam a partir das vivências estabelecidas no ambiente escolar. Em outras palavras, buscamos compreender a AC como um processo contínuo, sempre em construção, considerando novos conhecimentos que decorrem de diferentes interações (SASSERON, 2015).

Ao admitir que os estudantes podem desenvolver diferentes habilidades ligadas à AC, tais como identificar conceitos, posicionar-se criticamente, utilizar o conhecimento científico e tecnológico na natureza e na sociedade, preocupações quanto aos rumos do ensino e da aprendizagem são despertados (CHASSOT, 2003). Por isso, os pressupostos de Miller (1983) consideram os estudantes alfabetizados cientificamente quando apresentam domínio mínimo em três áreas do conhecimento: 1) Ciência da Natureza; 2) Natureza da Tecnologia; e 3) Conteúdo da Ciência. Tais pressupostos possibilitam analisar a ciência e a tecnologia como elementos necessários para que os sujeitos se tornem mais conscientes ao interagirem na sociedade (MILLER, 1983).

Essa percepção corrobora com a ideia de que o desenvolvimento da AC se associa a um vocabulário básico de conceitos e termos científicos e técnicos, permitindo a compreensão das relações estabelecidas entre as ciências, as tecnologias, a natureza e a sociedade. Auler e Delizoicov (2001), da mesma forma, defendem a concepção de que a AC não pode ser associada a um jogo mecânico em que os sujeitos juntam, separam e decodificam as palavras.

A partir dessa lógica, defendemos o raciocínio de Chassot (2014) sobre a AC, que afirma que não basta escrever e compreender o que está escrito, mas que é preciso realizar uma “leitura do mundo”. Por isso, destacamos a responsabilidade docente quanto aos desafios pedagógicos requeridos para possibilitar a ocorrência da AC nas disciplinas escolares. Nessa mesma direção, esse autor confirma a necessidade de interligar os saberes e exteriorizar os conceitos abstratizados com o mundo real. Ainda, segundo ele, o docente “pode propiciar aos aquisidores que continuem cada vez mais dominados e mais domesticados para aceitarem as relações de desigualdade ou possam ser capazes de compreender a realidade em que estão inseridos e então modificá-la”, na busca por mudanças (CHASSOT, 2014, p. 134).(Sic).

Inegavelmente, professores buscam, na educação, criar alternativas para a promoção de transformações graduais e efetivas na sociedade. Em virtude da complexidade da educação pública, contudo, as análises desse contexto precisam ser profundas e cautelosas, uma vez que a escola é o espaço no qual uma infinidade de desejos e percepções se misturam. Nesse ambiente, portanto, o planejamento pedagógico precisa contemplar atividades que promovam aprendizados de conhecimentos científico-escolares para o desenvolvimento das habilidades dos estudantes. Essa ação docente, muitas vezes, é conflitante com pressões internas e externas, que acabam fazendo com que o ensino e a aprendizagem sejam acrílicos e ingênuos (AULER; DELIZOICOV, 2001). Diante desse cenário, destacamos o discernimento de Freire (1992), que defende um ensino problematizador dos elementos da sociedade, sendo, assim, inconcebível separar o ensino e o aprendizado das tramas histórico, social, cultural e política.

Em vista disso, defendemos que não é suficiente apenas destacar os números atingidos e pontuados pelos estudantes; é preciso diagnosticar o cenário em que os conceitos são interiorizados para além da classificação de serem ou não alfabetizados cientificamente. Segundo Chassot (2014), os estudantes frequentemente demonstram ter o conhecimento de fórmulas, elementos, ligações químicas, entre outros; no entanto, muitas vezes, não conseguem relacionar esses conhecimentos com o cotidiano, conforme assegura o autor de que há “muitos alunos que conhecem a fórmula do propano e a equação da combustão deste, mas não sabem que é este gás que usam domesticamente como combustível” (CHASSOT, 2014, p. 152).

Nessa perspectiva, é necessário articular um ensino que possibilite aprendizagens que interliguem os conceitos escolares com as vivências, os problemas e a realidade dos sujeitos. O problema da compreensão dos conteúdos como totalidade aplicável na sociedade pode ser debatido com Freire (1991), que sugere que “não basta saber ler que Eva viu a uva. É preciso compreender qual a posição que Eva ocupa no seu contexto social, quem trabalha para produzir a uva e quem lucra com esse trabalho” (FREIRE, 1991, p. 51). Essa reflexão possibilita considerar que os professores podem desenvolver uma prática dialógica entre os saberes escolares e sua aplicação cotidiana, permitindo aos estudantes a articulação desses na sociedade em que vivem. De tal maneira, esperamos com esta pesquisa não apenas constituir uma sequência preparatória da Educação Infantil (EI) para o Ensino Fundamental (EF), e desse para o EM, mas, contribuir para uma formação realizada como níveis escolares que se completam e que

possibilitam aos estudantes significarem os aprendizados na trajetória escolar e noutros espaços sociais.

Essa abordagem faz com que concordemos que a AC requer um esforço para melhorar a capacidade dos cidadãos, no intuito de entender os fenômenos que os afetam, tendo assim, o direito de não serem manipulados e de intervirem ativamente na reorientação dos processos sociais, com objetivos e metas comuns a serem alcançados pela coletividade. Diante disso, o Ensino de Ciências (EC) requer modificações curriculares para uma implicação positiva na aquisição do conhecimento, de forma que o indivíduo seja capaz de compreender as necessidades e as possibilidades da ciência. Tal necessidade faz com que pesquisadores como Rodrigues e Quadros (2019) busquem discutir se temas com relevância socioambiental, como “a água”, quando discutidos no EC podem contribuir para o desenvolvimento da AC dos estudantes. Esses autores concluem que, quando essas temáticas são desenvolvidas no contexto escolar, podem colaborar tanto para a apropriação de conceitos científicos, quanto para o desenvolvimento da AC dos estudantes.

2 Percurso metodológico

Esta pesquisa se caracteriza como descritiva, com abordagem mista: qualitativa e quantitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; MINAYO, 2006). Insere-se no campo teórico da AC, conforme os estudos de Miller (1983) e Laugksch e Spargo (1996). De acordo com o objetivo estabelecido, a análise explora a implicação do ensino e da aprendizagem na AC dos estudantes, além de buscar identificar as potencialidades e os limites das diferentes dimensões da AC que ocorreram durante o processo de escolarização dos entrevistados.

O questionário foi construído e validado por Laugksch e Spargo (1996) e, no processo de elaboração e estruturação segue os preceitos de Miller (1983). Trata-se de um teste com 110 perguntas, utilizado pela primeira vez na África do Sul, para mensurar a AC dos egressos da educação básica. O modelo original era constituído por perguntas fechadas e dicotômicas, que formam eixos temáticos (ET) de três áreas de conhecimento (ACon). Na Tabela 1, verifica-se o número de perguntas e a correlação dicotômica nas três áreas de conteúdo.

Tabela 1 – Total de perguntas por área de conteúdo e número de itens dicotômicos do teste

ÁREAS DE CONHECIMENTO	PERGUNTAS	%	VERDADEIRAS	FALSAS
Natureza da Ciência	22	20	14	8
Conteúdo da Ciência	72	65	40	32
Natureza da Tecnologia	16	15	9	7
Total	110	100	63	47

Fonte: LAUGKSCH; SPARGO (1996).

As 110 perguntas propostas no teste configuram 25 eixos temáticos: 1. visão científica; 2. inquérito científico; 3. empreendimento científico; 4. ciência e tecnologia; 5. princípios de tecnologia; 6. tecnologia e sociedade; 7. universo; 8. terra, 9. forças que moldam a terra; 10. estrutura da matéria; 11. transformações de energia; 12. movimento; 13. forças da natureza; 14. diversidade de vida; 15. hereditariedade; 16. células; 17. Interdependência de vida; 18. fluxo de matéria e energia; 19. evolução da vida; 20. Identidade humana; 21. ciclo da vida; 22. corpo; 23. aprendizado; 24. saúde física; 25. saúde mental. Esses eixos temáticos foram agrupados em três ACon: Natureza da Ciência (1, 2 e 3), Natureza da Tecnologia (4, 5 e 6) e Conteúdo da Ciência (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25).

O Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) digital foi aplicado em quatro diferentes escolas públicas do Sul do Brasil, tendo estudantes do último ano do EM como participantes, num total de 167, pertencentes a 10 turmas diferentes. Todos os alunos, presentes em sala de aula no momento da aplicação do teste, receberam conjuntamente as instruções sobre o preenchimento do questionário, com apresentação do objetivo da pesquisa e manejo do material e sobre o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para assinar, caso concordassem em participar. O acesso ao teste apenas foi liberado a todos os participantes que declararam ter lido e concordaram em responder o questionário. Aos estudantes menores de idade foi solicitada aos responsáveis legais autorização para participação na pesquisa.

As respostas ao TACB foram organizadas de acordo com a escala Likert (1993), conforme a proporção de itens verdadeiros e falsos (Tabela 1). A adição dessa escala possibilitou ao respondente expressar concordância ou discordância em diferentes graus: (4) concordo plenamente; (3) concordo; (0) nem concordo, nem discordo; (2) discordo; (1) discordo totalmente. O teste foi disponibilizado numa versão digital, o que otimizou o tempo de coleta e tabulação das respostas dos estudantes.

As respostas obtidas foram organizadas no software Microsoft Office Excel® 2016 (16.0.6769.2017), com atribuição de peso específico a cada uma delas, conforme a

escala de Likert. A análise dos dados foi realizada com o software *Statistical Package for the Social Sciences*® (IBM SPSS - 21.00.00, 2012), que permitiu mensurar a consistência interna das respostas por meio do Coeficiente Alfa de Cronbach, bem como o grau de Alfabetização Científica.

As respostas foram agrupadas em duas categorias: desempenho individual do estudante no teste e desempenho coletivo dos alunos em cada pergunta da terceira seção do teste TACB. Dessa maneira, a avaliação do desempenho individual considerou os valores mínimo e máximo de 0-440 pontos e, do coletivo, entre 0-668 pontos.

Após a organização e sistematização das respostas, estas foram analisadas a partir dos preceitos de Laugksch e Spargo (1996) e de Miller (1983). Assim, para a análise, consideramos os princípios de Miller (1983), em que valores individuais iguais ou acima de 60% nas três ACon foram classificados como alfabetizados. O mesmo preceito foi adotado para a análise coletiva das respostas, que permitiu indicar a ocorrência da AC em níveis aceitáveis quando os valores coletivos, em cada ET e/ou em cada ACon, se apresentaram iguais ou superiores a 60%.

Esta pesquisa foi conduzida, a partir das normas éticas propostas na Resolução 510/2016, do Conselho Nacional de Pesquisa, de modo a garantir bem-estar, sigilo, privacidade e segurança aos sujeitos entrevistados (BRASIL, 2016). O projeto foi aprovado sob o número 02469918.1.0000.5350 pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Dessa maneira, para preservar o anonimato e a autoria, as escolas foram nomeadas com as letras A, B, C e D, e as respostas dos estudantes, quando mencionadas, receberam a letra E, seguidas de numeração cardinal em ordem crescente: E1, E2, E3, ..., E110.

2.1 Confiabilidade do teste

No TACB digital padronizado com a escala Likert, foi fundamental verificar a consistência interna entre as perguntas por meio do teste Alfa de Cronbach. A análise apresentada na Figura 1 demonstra alta consistência interna entre as perguntas e elevada confiabilidade do instrumento, de modo muito similar ao obtido por Laugksch (1996) para o teste aplicado em papel.

Figura 1 – Estatísticas de confiabilidade do TACB digital

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach com base em itens padronizados	N de itens
,944	,947	110

Fonte: Autores da pesquisa.

Segundo Landis e Koch (1977), os resultados do teste Alfa de Cronbach possibilitam apurar faixas de valores referentes à concordância entre as perguntas, considerada baixa quando igual ou inferior a 0.40, razoável entre 0.40 e 0.75 e de elevada consistência, quando superior a 0.75.

Por outro lado, Moreira e Rosa (2007) ressaltam a importância desta análise para verificar se os resultados podem ser reproduzidos em sucessivas aplicações para o mesmo indivíduo e em diferentes instituições de ensino. O resultado do Alfa de Cronbach (Figura 1) evidenciado nesse teste reflete alta consistência e confiabilidade para ser utilizado em outros estudos.

3 Resultados e discussões

Em um primeiro momento, os resultados foram analisados a partir das concepções de Miller (1983), em que o indivíduo alfabetizado cientificamente deve demonstrar desempenho mínimo de 60% (Tabela 2) nas três áreas ACon.

Tabela 2 – Desempenho dos estudantes nas três áreas de conhecimento

Estudante	ACon 1 %	ACon 2 %	ACon 3 %	Estudante	ACon 1 %	ACon 2 %	ACon 3 %
E1*	51	55	62	E84*	48	61	60
E2	45	47	44	E85	51	16	33
E3*	63	44	48	E86	56	58	58
E4	5	0	10	E87*	60	66	58
E5	5	0	10	E88*	65	66	64
E6	43	38	48	E89	48	23	42
E7*	60	58	56	E90*	67	64	75
E8*	73	63	64	E91*	58	66	68
E9*	70	67	63	E92*	67	58	63
E10*	73	73	80	E93*	56	58	71
E11	28	36	41	E94	43	55	56
E12	57	47	50	E95*	66	52	64

Estudante	ACon 1 %	ACon 2 %	ACon 3 %	Estudante	ACon 1 %	ACon 2 %	ACon 3 %
E13	57	47	50	E96*	69	69	69
E14	52	55	59	E97*	61	59	70
E15*	59	67	65	E98*	57	56	71
E16*	66	64	57	E99*	55	70	67
E17*	67	64	66	E100*	68	78	81
E18	55	50	55	E101*	68	69	86
E19	38	50	55	E102*	58	77	74
E20	38	50	55	E103*	59	69	64
E21*	76	61	66	E104*	64	63	75
E22	39	20	30	E105*	65	84	77
E23*	60	33	43	E106*	41	55	60
E24	40	47	40	E107	52	58	49
E25	52	33	42	E108*	53	58	82
E26	45	0	28	E109*	73	53	72
E27	23	9	23	E110*	59	67	69
E28	0	0	7	E111	48	50	50
E29	22	14	21	E112	45	45	53
E30	16	0	23	E113	32	34	34
E31	42	0	15	E114*	81	56	77
E32	0	0	8	E115*	42	55	61
E33	0	0	4	E116*	42	61	61
E34	0	0	4	E117*	59	72	59
E35	0	0	0	E118*	55	67	47
E36	0	0	7	E119*	40	72	57
E37	0	0	10	E120	36	47	43
E38	0	0	6	E121*	63	42	64
E39	17	0	22	E122	34	48	54
E40	28	0	13	E123*	50	61	76
E41	9	0	19	E124*	55	66	59
E42	56	6	14	E125	52	58	56
E43	53	56	36	E126*	74	77	77
E44	53	0	18	E127	52	50	54
E45	0	3	6	E128*	53	66	68
E46	43	47	54	E129*	73	72	75
E47	0	0	15	E130*	61	84	75
E48	31	52	41	E131*	64	72	77
E49*	65	66	55	E132*	56	63	70
E50	11	19	8	E133*	65	64	68
E51	56	59	48	E134*	57	73	76
E52	50	33	46	E135*	67	56	63
E53	41	50	36	E136*	58	61	66
E54	41	50	36	E137*	50	64	58
E55*	63	75	70	E138*	73	66	70
E56	57	52	56	E139*	63	77	75
E57	28	22	28	E140*	48	69	77
E58*	74	80	68	E141*	67	75	71
E59	26	6	28	E142*	55	52	71
E60*	52	63	67	E143*	67	86	74
E61	51	41	57	E144*	67	86	74
E62	56	45	58	E145*	77	77	79
E63	28	42	47	E146*	72	81	83
E64	59	42	57	E147*	38	48	67
E65*	64	44	61	E148*	67	83	69

Estudante	ACon 1 %	ACon 2 %	ACon 3 %	Estudante	ACon 1 %	ACon 2 %	ACon 3 %
E66	47	48	56	E149*	60	73	74
E67	43	52	54	E150*	59	70	73
E68	43	52	54	E151*	61	83	84
E69	33	50	45	E152*	51	70	76
E70	16	39	31	E153*	66	86	70
E71*	53	66	66	E154*	59	77	75
E72*	58	67	63	E155*	57	81	77
E73*	61	58	61	E156*	59	69	64
E74*	60	58	61	E157*	66	66	86
E75*	63	64	60	E158*	66	81	84
E76*	47	58	64	E159*	84	91	92
E77*	57	59	65	E160*	49	78	72
E78*	68	72	56	E161*	67	72	84
E79	27	36	47	E162*	75	86	84
E80*	67	72	66	E163*	60	80	81
E81	41	47	46	E164*	67	72	70
E82	41	47	45	E165*	73	84	87
E83	39	55	36	E166*	65	91	85
				E167*	65	91	85

ACon 1 –Natureza da Ciência; ACon 2 – Natureza da Tecnologia; ACon 3 – Conteúdo da Ciência.

* Alunos alfabetizados cientificamente, conforme os preceitos de Miller (1983).

* Alunos com o desempenho mínimo em pelo menos uma área.

Fonte: Autores da pesquisa.

Os dados relativos ao desempenho dos estudantes no teste podem ser discutidos considerando a AC dos estudantes. Com o critério de Miller (1983), podemos observar, na Tabela 3, que na análise de desempenho individual na ACon “Conteúdo da Ciência”, apenas 51% dos estudantes alcançaram escore mínimo de 60% ou mais. Nesta ACon, os resultados analisados são superiores aos das demais áreas: Natureza da Tecnologia alcançou um escore de 42%, e Natureza da Ciência, 34%.

O desempenho dos estudantes na área de “Conteúdo da Ciência” é muito similar ao resultado de Rivas (2015), que verificou melhor desempenho dos alunos nesse eixo. Na Tabela 3, o menor escore dos estudantes é atribuído à “Natureza da Ciência” e, posteriormente, à área de “Natureza da Tecnologia”, como também apontou Rivas (2015).

Tabela 3 – Incidência de alunos com o mínimo de pontos em cada área de conteúdo

Áreas de conteúdo					
Natureza da Ciência		Natureza da Tecnologia		Conteúdo da Ciência	
Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%
57	34	70	42	85	51

Fonte: Autores da pesquisa.

Quando analisamos a Tabela 2, podemos constatar que 19 estudantes não pontuaram, em pelo menos, um eixo temático (ET), sendo que apenas um deles não

pontuou em todo o teste. Entre as três áreas, o maior desempenho foi no eixo “Natureza da Ciência”, com 92%, seguido por “Natureza da Tecnologia”, com 91%. Apenas 42 entrevistados (25%) alcançaram a quantidade mínima de acertos nas três áreas de conteúdo. Com os dados obtidos, defendemos a percepção de Laugksch e Spargo (1996) de que um indivíduo, para ser considerado alfabetizado cientificamente, precisa compreender os impactos da ciência e da produção de tecnologia no ambiente e na sociedade.

Os resultados do TACB digital demonstram, a partir dos pressupostos de Miller (1983) e de Laugksch e Spargo (1996), que 125 estudantes (75%) não são considerados alfabetizados cientificamente, e que 55 (33%) apresentam desempenho mínimo requerido, em pelo menos, uma das ACons, o que provocou novas análises.

Os dados apresentados na Tabela 2, quando analisados sob a perspectiva de Miller (1983), dispõem de informações que podem proporcionar uma análise mais profunda sobre a AC dos estudantes. O critério de análise utilizado para avaliar a AC dos sujeitos está centrado no desempenho coletivo dos estudantes em cada pergunta. Julgamos que as informações obtidas podem evidenciar o panorama de ensino e aprendizado destes estudantes em temáticas específicas inseridas nos ETs e nas ACons.

Ao conceber esses dados como fortes indicadores da alfabetização científica dos estudantes, concordamos com Del-Corso (2015), que afirma que indicadores servem como parâmetros para identificar que a AC está em processo. Dessa forma, utilizamos as médias nos eixos e nas áreas de conteúdo como indicadores da AC (Tabela 4). As respostas dos estudantes no TACB demonstram a capacidade desse instrumento em indicar a AC dos estudantes entrevistados em tópicos específicos que se refletem nos ETs e nas três ACons que constituem o teste.

Tabela 4 – Análise da pontuação coletiva dos estudantes em cada pergunta, ET e ACon

Eixo temático (ET)	Média pontos	de ET (%)	Áreas de conteúdo (ACon)	ACon (%)
Visão científica do mundo	318	48%		
Inquérito científico	340	51%	<i>Natureza da Ciência</i>	49%
Empreendimento científico	334	50%		
Ciência e Tecnologia	362	54%	<i>Natureza da Tecnologia</i>	52%
Princípios da tecnologia	358	54%		
Tecnologia e sociedade	322	48%		
Universo	432	65%		
Terra	352	53%		
Forças que moldam a terra	434	65%		
Diversidade de vida	416	62%		
Hereditariedade	422	63%		
Células	348	52%		
Interdependência da vida	413	62%		
Fluxo de matéria e energia	330	49%		
Evolução da vida	364	54%		
Estrutura da matéria	461	69%	<i>Conteúdo da Ciência</i>	66%
Transformações de energia	289	43%		
Movimento	361	54%		
Forças da natureza	297	44%		
Identidade humana	351	53%		
Ciclo da vida	399	60%		
Corpo	406	61%		
Aprendizado	408	61%		
Saúde física	356	53%		
Saúde mental	395	59%		

Fonte: Autores da pesquisa.

A possibilidade averiguada a partir do teste pode ser verificada na Tabela 4, o desempenho dos estudantes nos ETs e ACon possibilitam que possamos analisar uma nova aplicabilidade do TACB:

[...] pode ser usado para construir medidas de alfabetização científica, ou qualquer uma de suas dimensões, direcionado a vários grupos-alvo e para diversos fins. Esses testes podem ser valiosos para uma ampla variedade de funções de planejamento no ensino de ciências (tradução nossa). (LAUGKSCH1996, p. 83)

Considerando essa ampla aplicabilidade, o instrumento torna-se poderoso para auxiliar os professores na identificação de grupos ou sujeitos que necessitam de apoio pedagógico, ou para detectar os assuntos que são de complexo aprendizado. Para isso, os resultados apresentados nos ETs e ACons foram observados como indicadores de AC dos estudantes. Como já ressaltado anteriormente, a análise ancorou-se na perspectiva

de Laugksch e Spargo (1996), que consideram um escore mínimo de 60% em cada ACon para determinar a AC.

Logo, neste estudo, foi possível constatar que os alunos não alcançaram o escore mínimo em 16 (64%) dos ETs e, assim, tal desempenho reflete diretamente nas ACons. A área “Conteúdo da Ciência” foi a única com o valor mínimo. Nesse ET, composto por 72 perguntas (Tabela 1), 43 respostas (60%) alcançaram o escore mínimo. Admite-se, portanto, que 60% das perguntas do eixo precisam atingir o escore mínimo para que a AC esteja em processo. Analisando simultaneamente as ACons “Natureza da Tecnologia” e “Natureza da Ciência”, verificamos que, dentre as 38 perguntas que constituem a área, apenas 8 (21%) apresentam escore de 60% ou mais.

A análise dos dados obtidos indica que nos eixos “visão científica do mundo”, “inquérito científico”, “empreendimento científico”, “ciência e tecnologia”, “princípios da tecnologia”, “tecnologia e sociedade”, “terra”, “células”, “fluxo de matéria e energia”, “evolução da vida”, “transformações de energia”, “movimento”, “forças da natureza”, “identidade humana” e “saúde física e saúde mental”, as práticas pedagógicas devem ser instituídas, a fim de efetivar a AC dos estudantes. Vizzotto (2019) analisou o TACB simplificado, e verificou que as perguntas da área de física no teste foram apontadas com um ponto de interrogação (itens 48, 51, 55, 75, 78, 85, 83, 84, 90 e 91). Na presente análise, entretanto, foi verificado desempenho insuficiente nas perguntas 51 e 55 (18. Fluxo de matéria e energia), 75 (6. Tecnologia e sociedade), 83, 84 e 85 (11. Transformações de energia) e 90 e 91 (13. Forças da natureza). Apesar dos eixos “fluxo de matéria e energia”, “transformações de energia” e “forças da natureza” estarem dentro da única área de conteúdo que atinge o mínimo estabelecido, salientamos a importância de que sejam desenvolvidas práticas nestes ETs, uma vez que influenciam negativamente no escore da área.

O valor e o critério atribuídos para análise indicam a necessidade de reflexão sobre as práticas pedagógicas de ensino e aprendizagem para a promoção da AC nas aulas de Biologia. Consideramos que analisar o conhecimento científico a partir dos resultados indicados e ponderados por intermédio do TACB, possibilita avaliarmos e discutirmos uma série de recursos e metodologias que intrinsecamente se relacionam com as práticas pedagógicas. Dessa maneira, o escore demonstrado pelos estudantes na ACon “Conteúdo da Ciência” sinaliza a necessidade de superar os modelos de ensino que não oferecem alternativas de reflexão durante os processos de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva,

[...] não basta fornecer informações atualizadas sobre questões de ciência e tecnologia para que os alunos de fato se engajem ativamente em questões sociais. Como também não é suficiente ensinar ao aluno passos para uma tomada de decisão. Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores (SANTOS e MORTIMER, 2001, p. 107).

Mesmo ao observar uma relação satisfatória na área “Conteúdo da Ciência”, consideramos que ainda é preciso modificar práticas de ensino para promover uma AC que implique uma formação de indivíduos cada vez mais conscientes, críticos e humanos. Esse talvez seja o grande desafio de ensinar e aprender quando se almeja alcançar a AC nos espaços de educação formais. Um exemplo da complexidade de mensurar e indicar os caminhos para o desenvolvimento da AC dos estudantes pode ser extraído da análise feita sobre a prática da medicina.

Um bom médico consegue identificar e mobilizar conhecimentos científicos pertinentes no momento certo, em uma situação concreta que, evidentemente, não costuma apresentar-se como "um problema proposto em aula" para o qual bastaria encontrar a "página certa em um grande livro" e aplicar a solução preconizada. Que o clínico disponha de amplos conhecimentos (em física, em biologia, em anatomia, em fisiologia, em patologia, em farmacologia, em radiologia, em tecnologia, etc.) não é senão uma condição necessária de sua competência. Se estivesse reduzida a uma simples aplicação de conhecimentos memorizados para casos concretos, iria bastar-lhe, a partir dos sintomas típicos, identificar uma patologia registrada e encontrar, em sua memória, em um tratado ou em um banco de dados, as indicações terapêuticas. As competências clínicas de um médico vão muito além de uma memorização precisa e de uma lembrança oportuna de teorias pertinentes. Nos casos em que a situação sair da rotina, o médico é exigido a fazer relacionamentos, interpretações, interpolações, inferências, invenções, em suma, complexas operações mentais cuja orquestração só pode construir-se ao vivo, em função tanto de seu saber e de sua perícia quanto de sua visão da situação. (PERRENOUD, 1999, p. 4)

Perrenoud (1999) exemplifica e personifica que, quando se almeja investigar o EC, é preciso explorar o contexto da sala de aula para compreender quais atividades práticas dão certo e no que é preciso melhorar. Por isso, direcionamos a potencialidade do TACB como um indicador capaz de orientar práticas pedagógicas em ciências, e trazemos a percepção de Darroz (2018) sobre a aprendizagem que estimula a AC dos estudantes, afirmando que é preciso que exista certa predisposição para o aprendizado, atrelada aos aspectos intrínsecos do indivíduo, porque além de motivação, é necessário que os alunos possuam uma estrutura cognitiva, que ancore os conceitos evidenciados pelos docentes.

A segunda correlação está ligada a Sasseron (2015), que considera a construção do conhecimento formador da AC como proveniente das relações histórico-culturais dos estudantes. Em seu estudo, as respostas deles indicam aqueles que obtiveram o resultado mínimo para serem considerados alfabetizados cientificamente. Estes

estudantes com proficiência científica dispuseram de habilidades, aptidão e conhecimento pleno dos assuntos abordados. Por esse motivo, consideramos que a discussão sobre a AC dos estudantes é complexa, pois, ao identificar os sujeitos cientificamente alfabetizados, também podem ser relacionadas questões referentes aos processos de ensino e de aprendizagem e à posição desses sujeitos na sociedade atual.

Em linhas gerais, discutir a formação científica dos estudantes participantes permite o debate sobre o cenário em que os saberes ganham vida, a imersão no espaço escolar e a busca de respostas sobre os entrelaçamentos dos saberes que envolvem os conhecimentos científicos, filosóficos, as disciplinas e os currículos e que se legitimam pela sociedade humana. Dessa maneira, afirmamos que reconhecer a AC dos estudantes requer um alto grau de comprometimento durante o processo de análise, com a necessidade de que sejam decifrados os produtos e os processos que ocorrem na escola. Além disso, analisar esse cenário significa compreender a integração dos conhecimentos e a intencionalidade do processo de ensinar, que se efetiva na percepção de mundo desses sujeitos.

É importante, ainda, considerar que neste estudo foi observado que o TACB é um instrumento eficaz para verificar a alfabetização dos estudantes. Em virtude da boa aplicabilidade do teste, a coleta de informações a partir da escala de Likert mostrou-se válida, não apenas por verificar se os estudantes são cientificamente alfabetizados, mas, também, porque os dados contribuem para potenciais análises do ensino e aprendizado. Ao apresentar os dados, esses podem ser analisados quanti e qualitativamente, e o TACB digital pode funcionar como indicador da AC dos estudantes para os docentes e gestores de escolas.

4 Considerações finais

No decorrer desta pesquisa, apresentamos alguns questionamentos e reflexões sobre a AC dos estudantes em nível básico de ensino. Construimos e supomos caminhos da AC desses sujeitos. Valendo-nos, entretanto, da percepção da sala de aula de ciências, podemos arrazoar que o conhecimento básico nesta área nem sempre poderá ser mensurado ou apreciado. Tais dados contribuem para analisar e aperfeiçoar as práticas docentes e os resultados podem contribuir para o planejamento de ações pedagógicas que propiciem aos estudantes a real apropriação dos conceitos na compreensão do percurso escolar, e assim, expressarem suas percepções ao responder as perguntas propostas.

Neste estudo, observamos que o TACB utilizado no formato digital e na escala de Likert é um instrumento eficaz para verificar a alfabetização científica dos respondentes. Em virtude da boa aplicabilidade do teste, a coleta de informações mostrou-se válida não apenas para examinar se os estudantes são cientificamente alfabetizados, mas também, porque os dados contribuem para potenciais análises do planejamento pedagógico. Ao apresentar dados que podem ser analisados quanti e qualitativamente, o TACB digital funciona como indicador para os docentes e gestores de escolas.

É preciso mencionar, no entanto, que o TACB mensura a AC básica. Isso significa que não tem o propósito de medir a AC absoluta, principalmente porque os indivíduos mantêm o aprendizado durante toda a vida. Assim, o teste tem como objetivo principal aferir a AC dos estudantes em nível básico, ou seja, o conhecimento mínimo requerido para os egressos do EM. Neste estudo, os resultados apontam que ainda é preciso realizar maiores esforços para elevar a AC dos estudantes ao nível básico requerido no TACB, proposto por Laugksch e Spargo (1996). É importante destacar, contudo, que apesar de mensurar e supor o conhecimento básico em ciências, muitas vezes, o conhecimento real e a sua aplicabilidade não poderão ser apreciados simploriamente por meio de testes, que apresentem dados mensuráveis. Como enfatizado, os dados obtidos e analisados podem sugerir e nortear o planejamento das ações pedagógicas, pois os estudantes se apropriam dos conceitos para entender o que estão lendo e, dessa forma, inferem e usam suas percepções para responder às perguntas propostas.

Os resultados atenderam aos objetivos propostos. Demonstram a necessidade de aprimoramento na formação docente para que se efetivem mudanças nas práticas pedagógicas e didáticas de professores das escolas públicas, principalmente porque o teste utilizado neste estudo aponta para necessárias mudanças na perspectiva do ensino e do aprendizado. Sabemos que mudanças relacionadas à formação docente podem contribuir na constituição de práticas que efetivem e ampliem a Alfabetização Científica dos estudantes; no entanto, também consideramos que, para que os alunos desenvolvam uma atitude crítica ante os conteúdos que envolvem a maioria das temáticas abordadas por essa ciência, precisamos discutir muito a respeito das concepções de ensino, currículo e políticas de equidade da/na escola.

Salientamos que os dados apresentados expressam a AC básica dos estudantes entrevistados, e, como admitido por Miller (1983) e Laugksch e Spargo (1996), o TACB, apesar de ponderar a AC, ainda não oferece a possibilidade de averiguar as tomadas de decisões que envolvam a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Apesar dessas limitações, o teste sinaliza os principais conhecimentos mínimos requeridos para os

egressos do Ensino Médio, com resultados que apontam para a necessidade de maiores esforços para ampliar a AC desses estudantes, conforme os conhecimentos requeridos no TACB.

Quanto à busca pela compreensão da AC dos estudantes, devemos compreender que a ciência é uma linguagem construída pelos homens e mulheres, e que, desse modo, para que esse processo se efetive, algumas condições precisam ser contempladas durante o ensino e o aprendizado. O significado lógico do que se ensina é, sem dúvida, um dos fatores mais importantes e, por isso, acreditamos que o desempenho dos estudantes no teste poderia ser superior se os materiais utilizados durante o ensino tivessem sido significativos, contemplando os objetivos da disciplina, de modo a aumentar o interesse destes com práticas mais efetivas e dialógicas.

A utilização deste tipo de teste pode auxiliar o professor pesquisador na identificação dos problemas na alfabetização científica esperada para assim revisar o planejamento, organização e desenvolvimento das aulas. A pesquisa realizada contribui sobremaneira com o fazer do professor para promover outras possibilidades de aprendizagens aos seus estudantes.

REFERÊNCIAS

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde/Conselho Nacional De Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.
- CHASSOT, A. Para que(m) é útil o ensino? 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2014.
- DARROZ, L. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 576-580, maio 2018.
- DEL-CORSO, T. M. Indicadores de Alfabetização Científica, Argumentos e Explicações: análise de relatórios no contexto de uma sequência de ensino investigativo. 2015. 390 f. **Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Ciências)** – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- FREIRE, P. **Educação na cidade**. São Paulo: Paz e Terra, 1991.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

LANDIS, J. R; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Journal of Biometrics**, v. 33, p. 159-174, 1977.

LAUGKSCH, R. C. **Development of a test for scientific literacy and its application in assessing the scientific literacy of matriculants entering universities and technikons in the Western Cape, South Africa**. Ph.D. Thesis, University of Cape Town, 1996.

LAUGKSCH, R. C; SPARGO, P. E. Development of a Pool of Scientific Literacy Test-Items Based on Selected AAAS Literacy Goals. **Science Education**, v. 80, n. 2, p. 121-143, 1996.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EDU, 1986.

LIKERT, R. A simple and reliable method of scoring the Thurstone attitude scales. **Personnel Psychology**, v. 46, p. 689-690, 1993.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 9. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. da S. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em Ensino**. Porto Alegre: Ed. dos Autores, 2007.

PERRENOUD, P. **Construir: as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

RIVAS, M. I. E. Avaliação do nível de Alfabetização Científica de estudantes de biologia. 27 f. 2015. **Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Biologia)** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2015.

RODRIGUES, V. A. B.; QUADROS, A. L. O ensino de ciências a partir de temas com relevância social contribui para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2019.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49-67, nov. 2015.

VIZZOTTO, P. A. A proficiência científica de egressos do Ensino Médio ao utilizar a Física para interpretar o cotidiano do trânsito. 2019. 287f. **Tese (Pós-Graduação em Educação em Cenas: Química da Vida e Saúde)** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.