

**Alfabetização científica e representações sociais de estudantes de ensino médio sobre ciência e tecnologia**

**Scientific literacy and social representations of secondary school students about science and technology**

**Clélia Nascimento Schulze<sup>1</sup>; Brigido Camargo<sup>1</sup>; João Wachelke<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

## RESUMO

A pesquisa visa caracterizar o conhecimento científico de alunos do ensino médio e suas representações sociais sobre ciência e tecnologia. Participaram 411 estudantes de uma escola de Florianópolis, que responderam em sala de aula a um questionário com questões discursivas sobre o que entendiam por ciência e tecnologia, e a uma versão reduzida do Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB). Os acertos no TACB foram correlacionados com variáveis de desempenho escolar, interesse em ciência e tecnologia e frequência de acesso a informações sobre o assunto, e foi realizada uma classificação hierárquica descendente com o software Alceste para analisar as questões abertas. Encontraram-se correlações das dimensões do TACB com interesse e frequência de informação sobre ciência e tecnologia, e com desempenho escolar. As representações sobre ciência e tecnologia mostraram-se inter-relacionadas, e não foi observada associação entre nível de conhecimento científico e conteúdos representacionais.

**Palavras-chave:** Alfabetização científica; Representações sociais; Ciência; Tecnologia.

---

## ABSTRACT

The research aims at characterizing the scientific knowledge of secondary school students and their social representations on science and technology. Four hundred eleven students from a school from Florianópolis have participated, who answered to a questionnaire with open-ended questions about what they understood by science and technology and a reduced version of the Test of Basic Scientific Literacy (TACB). TACB scores were correlated with school performance variables, interest in science and technology and frequency of access to information on the subject, and further a descendent hierarchical classification was carried on with the Alceste software to analyze the open-ended questions. Correlations of TACB dimensions with interest and frequency of information on science and technology were found, as well as with school performance. Representations about science and technology were shown to be inter-related, and no association between level of scientific knowledge and representational contents was observed.

**Keywords:** Scientific literacy; Social representations; Science; Technology.

---

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho caracteriza-se como uma investigação descritiva sobre a compreensão de conceitos e processos científicos por parte de um coletivo e as cognições socialmente partilhadas por esses indivíduos sobre ciência e tecnologia. A proposta de pesquisa estruturou-se em dois eixos principais: (1) o conceito de alfabetização científica e (2) a teoria das representações sociais.

De modo geral, pode-se dizer que alfabetização científica é um conceito que reflete um objetivo educacional contemporâneo. É o domínio, por parte da população em geral, de conhecimentos básicos sobre ciência, para capacitar as pessoas a se comportarem como consumidores de forma responsável e eficaz, bem como posicionar-se acerca de questões relativas a políticas científicas, garantindo às ações governamentais voltadas para a ciência uma natureza democrática com participação efetiva dos cidadãos (Miller, 2000a; 2000b).

Mesmo com o pensamento de que o público precisa ter algum nível de conhecimento sobre a ciência já estando presente na comunidade acadêmica desde o início do século XX (Shamos, 1995), o termo alfabetização científica foi empregado pela primeira vez apenas nos anos 1950 por Paul Hurd, no artigo intitulado *Science literacy: its meaning to American schools* (Hurd, 1958). Desde então, a literatura sobre o conceito tornou-se extensa e diversificada (ver, por exemplo, Durant, 1993; Laugksch, 2000; Miller, 1983; 1992; Waterman, 1960), admitindo diferentes concepções de alfabetização científica, adotadas em função de propósitos distintos para os quais o conceito é utilizado (Jenkins, 1994). Há, contudo, princípios que estruturam grande parte das contribuições da literatura sobre alfabetização científica: é uma meta desejável para todos os cidadãos, mensurável e avaliável, útil para a vida cotidiana e ligada fortemente ao contexto social (Maienschein, 1999).

Miller (1983) propiciou avanços importantes na mensuração de alfabetização científica ao apresentar uma definição multidimensional. Assim, o conceito de alfabetização científica passa a ser composto por três dimensões independentes: 1) o conhecimento de termos e conceitos científicos essenciais; 2) uma compreensão sobre as normas e métodos da ciência; e 3) o entendimento sobre o impacto da tecnologia e da ciência sobre a sociedade. Com base nessa definição, Miller propôs uma escala que fundamentou um amplo programa de mensuração de alfabetização científica no contexto norte-americano. Os resultados de pesquisas do grupo de Miller serviram como inspiração para um modelo de alfabetização científica endossado pela American Association for the Advancement of Science (AAAS), voltado tanto para conhecimentos científicos, tecnológicos e matemáticos como para valores, atitudes e habilidades cognitivas associadas a essas disciplinas (AAAS, 1989).

Os governos de diversas nações, cientes da necessidade de maior e melhor educação científica das populações para que ocorram avanços significativos nas áreas econômica e social, possuem projetos para aumentar os níveis de alfabetização científica nacionais. Nos Estados Unidos, essa proposta se materializou na forma do Project 2061: *Science for all Americans* (AAAS, 1989). No contexto brasileiro, data do último governo de Fernando Henrique Cardoso o estabelecimento de um amplo debate para discutir a reformulação da política de ciência e tecnologia no país, culminando com a elaboração de um documento denominado Livro Verde (MCT et al., 2001), em que é dada ênfase à necessidade de estabelecer uma cultura científica e tecnológica. Nesse sentido, a divulgação da ciência teria papel fundamental para propiciar o entendimento de noções científicas e tecnológicas.

Pesquisas que tiveram por objetivo principal a mensuração da alfabetização científica em vários países indicam que uma pequena proporção dos sujeitos estudados possui uma capacitação mínima para entender os termos e processos da ciência. Miller (2000a; 2000b) verificou que apenas 11% dos norte-americanos adultos poderiam ser considerados alfabetizados cientificamente. Na África do Sul, Laugksch e Spargo (1999) encontraram uma proporção básica de alfabetização científica em 36% de uma amostra representativa de alunos que haviam concluído o ensino secundário. Nascimento-Schulze (2006) encontrou uma proporção semelhante, 36,5%, entre estudantes do estado de Santa Catarina; e, ao mensurar a alfabetização científica de 63 professores de ciências de colégios públicos e particulares de Santa Catarina, deparou-se com a realidade de que cerca de um quinto da amostra poderia ser considerado como não alfabetizado cientificamente.

Além do conhecimento científico em termos de domínio de conceitos e noções-chave de ciência e tecnologia, há também um outro aspecto que é pertinente para fornecer um diagnóstico do conhecimento sobre ciência e tecnologia. Referimo-nos às teorias do senso comum partilhadas pelos grupos. Então, é pertinente caracterizar não somente a alfabetização científica, mas também as representações sociais sobre ciência e tecnologia.

A teoria das representações sociais, proposta por Moscovici em sua tese de doutorado que posteriormente foi publicada (1976), alterou profundamente a psicologia social em diversos países

européus, especialmente a França, e encontrou adeptos em todo o mundo. É possível considerar as representações sociais como teorias que pessoas em grupos elaboram e compartilham socialmente para familiarizar aquilo que lhes é estranho ou novo em seu cotidiano (Moscovici, 2003). Em geral, as representações sociais constituem o "senso comum" das sociedades modernas, sendo específicas desse contexto.

Uma definição com grande aceitação e difusão na comunidade científica remete a Jodelet (2001), que conceitua a representação social como "uma forma de conhecimento, socialmente elaborada e partilhada, com um objetivo prático, e que contribui para a construção de uma realidade comum a um conjunto social" (p. 22). Parte da importância de estudar as representações reside no fato de que elas orientam as práticas sociais, ou seja, os comportamentos no meio social.

Nascimento-Schulze et al. (2003) investigaram a estrutura das representações sociais de ciência e tecnologia de pesquisadores de ciências tecnológicas, básicas e humanas. Os três grupos de cientistas associaram ciência aos termos conhecimento, pesquisa e desenvolvimento, enfatizando na noção de tecnologia os termos desenvolvimento, qualidade de vida e progresso. Apresentaram também convergência a respeito da definição de ciência, e ainda acerca de conteúdo e procedimento metodológico. São resultados referentes a grupos de especialistas com tradições diferentes de pesquisa, e, no entanto, apresentam certa similaridade. Mas como seriam as representações sociais de ciência e tecnologia para pessoas que não convivam tão intimamente com esses objetos sociais, ou estejam apenas familiarizando-se com eles?

A existência ou não de uma associação entre alfabetização científica e os conteúdos de representações, relativas a objetos da ciência, consistiria em um dado importante para divulgadores da ciência, que poderiam planejar exposições ou comunicações de popularização científica mais adequadas e eficazes para seus públicos-alvo. Além disso, no caso de alfabetização científica estar fortemente relacionada a representações mais sofisticadas dos objetos da ciência, ou mais próximas das concepções dos círculos especializados, surgiria um forte argumento a favor de uma melhoria na educação científica formal e informal, principais fatores que tornam as pessoas alfabetizadas cientificamente.

A presente investigação teve por objetivo caracterizar o desempenho de estudantes de ensino médio em dimensões de alfabetização científica e descrever os conteúdos de suas representações sociais sobre ciência e tecnologia. Não se pretendeu realizar um diagnóstico do conhecimento científico tal como foi feito no estudo de Nascimento-Schulze (2006), mas verificar as relações da alfabetização científica de estudantes com outras variáveis pertinentes, como interesse, frequência de acesso à informação e desempenho escolar. Também se propôs verificar a existência de associação ou relação entre as condições de alfabetização e não-alfabetização científica e os conteúdos das representações sociais. Considerando que a educação em ciências é a principal influência para possibilitar a condição de alfabetização científica (Durant et al., 1989), isso poderia ser verificado. Por outro lado, talvez o desempenho em uma medida de alfabetização científica não seja tão importante quanto o contexto das experiências de sala de aula compartilhadas pelos alunos, em que o conhecimento sobre ciência e tecnologia é discutido entre eles e professores.

## **MÉTODO**

### **Participantes**

Participaram dessa etapa 411 estudantes matriculados na terceira série do ensino médio de uma escola estadual de Florianópolis. Desses, 248 (60,3%) eram do sexo feminino, e os restantes 163 (39,7%) do sexo masculino. Os participantes tinham idade média de 16 anos e 9 meses (desvio padrão de dez meses), com mínimo de 15 e máximo de 21 anos de idade.

### **Instrumento**

Além de itens com a finalidade de caracterização de variáveis como sexo e idade, o instrumento de coleta de dados era formado por três partes. A primeira consistiu em duas questões abertas que solicitava aos respondentes que escrevessem, detalhadamente, o que pensavam ser: (1) ciência e (2) tecnologia.

Na segunda parte, foram solicitadas estimativas de desempenho escolar por parte dos alunos e incluídas também questões de interesse e frequência de informação em assuntos científicos e tecnológicos. Primeiramente, pediu-se aos participantes que indicassem as notas que costumavam obter em seis disciplinas escolares, em geral. Os participantes foram solicitados a assinalarem apenas uma alternativa por disciplina, representando a nota aproximada que eles conseguiam com maior frequência nas respectivas avaliações. As opções de disciplinas eram Biologia, Português, História, Física, Matemática e Química, e as alternativas a serem assinaladas eram "Menos de 5", "5", "6", "7", "8", "9", e "10".

Em seguida, o instrumento pedia que os participantes indicassem o grau de interesse que tinham em conhecer assuntos relacionados a ciência e tecnologia, em uma grade de 1 (pouco) a 6 (muito). Concluindo essa parte do instrumento, foi solicitada também a indicação, em uma grade de 1 (nenhuma vez) a 4 (praticamente todas as semanas) da frequência com que os participantes haviam se informado sobre assuntos relacionados a ciência e tecnologia nos três meses anteriores, por meio de jornais, revistas, programas de televisão ou vídeos.

A terceira parte trazia uma adaptação para o português do Test of Basic Scientific Literacy (TBSL), de Laugksch e Spargo (1996). Trata-se de um teste referenciado por critério, baseado nas recomendações do relatório da AAAS (1989), formado por 110 itens com formato "verdadeiro - falso" divididos em três subtestes, correspondentes às dimensões de alfabetização científica (Natureza da Ciência, Conteúdo da Ciência, e Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade). O objetivo do TBSL é determinar o nível de alfabetização científica dos indivíduos de um determinado contexto; esse nível é definido como a proporção de indivíduos, em relação ao total, que podem ser considerados alfabetizados cientificamente segundo a lógica do teste: para tal, devem obter scores maiores que uma pontuação mínima para cada subteste, critério estabelecido por peritos de academias científicas. Porém, os autores recomendam a utilização da medida em projetos de avaliação em larga escala, para diagnosticar o nível de alfabetização científica de grupos, que é a proporção de indivíduos alfabetizados cientificamente de uma dada amostra. O TBSL foi empregado em uma amostra de 4.223 estudantes sul-africanos, de modo a determinar os níveis de alfabetização científica geral e de segmentos específicos da população (Laugksch e Spargo, 1999).

O TBSL foi traduzido para o português, passando a denominar-se Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB), e utilizado como medida do nível de alfabetização científica de 754 estudantes de ensino médio de municípios catarinenses e 63 professores de ciência do ensino médio (Nascimento-Schulze, 2006).

A grande extensão do instrumento torna-o cansativo para os alunos brasileiros, que demoram por vezes mais de uma hora para respondê-lo. Recomenda-se, portanto, uma redução de seu tamanho. No presente estudo, foram utilizados 77 itens da medida, ou seja, houve uma redução de 30% na quantidade de itens, de modo a tornar o processo de coleta de dados menos cansativo para os participantes e selecionar os itens mais relevantes para o contexto brasileiro. A seleção dos itens foi feita com professores de ciências do ensino médio e pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), todos das áreas contempladas pelo teste: ciências da terra e do espaço, saúde, física e química e ciências da vida. Os professores avaliaram os itens quanto à qualidade da redação e a relevância para a realidade brasileira, com possibilidade de sugerir aprimoramentos na redação que não alterassem substancialmente o sentido dos itens. Os 70% de itens com maiores índices de recomendação constituíram a medida empregada no estudo, respeitando-se a proporcionalidade de itens por área do conhecimento.

O instrumento utilizado tem dezesseis itens referentes ao subteste Natureza da Ciência (NC), cinquenta ao subteste Conteúdo da Ciência (CC) e onze ao subteste Impacto de Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ICTS). Como exemplos de itens do subteste NC, podem ser mencionados os itens 12 - "a ciência presume que as regras básicas de como funciona o universo são as mesmas em toda sua extensão" (resposta correta: Verdadeiro) -, 16 - "teorias científicas deveriam explicar observações adicionais que não foram usadas no desenvolvimento das teorias inicialmente" (Verdadeiro) - e 21 - "a divulgação da informação científica não é importante para o progresso da ciência" (Falso). Os itens 6 - "não há água líquida na superfície dos planetas, com exceção da Terra" (Falso) -, 30 - "muitas das funções básicas dos organismos, tais como a extração de energia dos nutrientes, são feitas no nível da célula" (Verdadeiro) - e 73 - "o comportamento de diferentes pessoas resulta da interação entre o que eles herdaram biologicamente e as diferenças nas suas experiências pessoais" (Verdadeiro) - ilustram o subteste CC. Por fim, os itens 47 - "em curto prazo, a engenharia afeta as sociedades e culturas mais diretamente que a pesquisa científica" (Verdadeiro) - e 51 - "apesar da grande complexidade dos modernos sistemas tecnológicos, todos os efeitos colaterais de novos projetos de tecnologia são previsíveis (podem ser antecipados)" (Falso) - são exemplos do subteste ICTS. Doravante, utilizaremos a sigla TACB-R em vez de "versão reduzida do TACB".

## **Procedimento**

A coleta de dados foi realizada com todos os alunos da última série do ensino médio de uma das maiores instituições públicas de ensino de Santa Catarina. Após contato com a coordenação educacional, foi disponibilizada uma aula para que cada turma pudesse responder o questionário. Em sala de aula, o instrumento foi ministrado por dois assistentes de pesquisa do laboratório dos autores do presente estudo, sendo um de cada sexo. Os alunos foram informados do procedimento para completar o instrumento e de que a participação era voluntária, sendo indicado o tempo que necessitariam para completar o questionário. Todos os participantes conseguiram preencher o instrumento dentro dos 45 minutos de duração de uma aula.

## **Análise de dados**

Em vez de empregar o TACB-R como um teste referenciado por critério, os subtestes foram considerados separadamente como escalas em que o nível de conhecimento científico foi determinado pela quantidade de acertos em cada dimensão do instrumento. Com o pacote estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), foi calculado o índice de confiabilidade Kuder-Richardson referente a cada um dos subtestes do TACB-R e à medida tomada em conjunto. Foram também calculadas as quantidades de acertos dos participantes para cada um dos subtestes do TACB-R, e efetuadas correlações com as notas de disciplinas declaradas pelos participantes, o interesse por ciência e tecnologia e a frequência de informação sobre assuntos relacionados. Em seguida, foram calculados os percentis para divisão da amostra em três grupos de tamanhos próximos quanto ao desempenho em cada subteste: baixo, médio e alto aproveitamento, em termos de quantidade de acertos. As respostas aos itens sobre interesse e frequência de informação sobre ciência e tecnologia foram então recodificadas como baixo interesse (respostas 1 a 3) ou alto interesse (4 a 6), e baixa frequência de informação (1 e 2) e alta frequência de informação (3 e 4).

A codificação dos escores numéricos para nominais teve por meta viabilizar uma análise de classificação hierárquica descendente, realizada pelo software Alceste – Análise Lexical Contextual de um Conjunto de Segmentos de Texto (Camargo, 2005; Reinert, 1990) –, relativa às questões abertas sobre ciência e tecnologia, visando apreender os conteúdos das representações sociais dos alunos sobre os dois temas mencionados e associações com grupos segundo níveis de desempenho no TACB-R, interesse e frequência de informação sobre o assunto. O programa permite realizar estatísticas de associação entre palavras, chegando a classes caracterizadas por vocabulários específicos que descrevem contextos indicativos de conteúdos de representações sociais. Nas linhas de comando referentes a cada uma das respostas, foram incluídos o nível de interesse (baixo ou alto), frequência de informação em ciência e tecnologia (baixo ou alto) e a faixa de desempenho no TACB-R (baixo, médio ou alto) de cada participante, para cálculos de associação com as palavras encontradas. Na análise de classificação hierárquica descendente, cada resposta, ou no caso Unidade de Contexto Inicial (UCI), foi tratada como uma Unidade de Contexto Elementar (UCE).

## **RESULTADOS**

### **Alfabetização científica**

O índice de confiabilidade Kuder-Richardson é indicado para medir a fidedignidade de itens dicotômicos (Pasquali, 2003), como é o caso do TACB-R, em que os itens têm respostas de acerto ou erro. O valor do índice Kuder-Richardson para o subteste Natureza da Ciência (NC) foi de 0,43. Para o subteste Impacto de Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ICTS), esse índice foi de 0,47; e foi de 0,73 para o Conteúdo da Ciência (CC). Considerando o TACB-R como uma única medida, o alfa obtido teve o valor de 0,84. São índices de baixa magnitude, no caso dos subtestes NC e ICTS. Já o subteste CC, por apresentar um alfa maior que 0,70, possui confiabilidade satisfatória, o mesmo podendo ser afirmado sobre o TACB-R empregado como uma única medida (Nunnally, 1978).

Diferentemente do TBSL, que apresentou todos os índices de confiabilidade superiores a 0,70 (Laugksch e Spargo, 1996), o TACB-R apresentou valores de nível inferior. Uma das causas para isso provavelmente diz respeito à redução do tamanho do teste, uma vez que quanto maior o comprimento de medidas psicométricas em termos de quantidade de itens, geralmente maior é a fidedignidade (Pasquali, 2003). Outras explicações para essas diferenças entre os índices do TBSL e do TACB-R podem

estar também em particularidades de tradução, ou mesmo em um modo diferente de os participantes responderem aos itens do instrumento que seja típico dos brasileiros.

A princípio, os subtestes NC e ICTS poderiam ser desconsiderados em virtude da baixa fidedignidade, caso fosse seguida à risca uma lógica psicométrica. No entanto, consideramos que o TACB-R é uma medida que possui uma confiabilidade de cunho mais qualitativo, garantida não tanto pelos índices psicométricos dos itens, mas pelo processo realizado pelos autores do TBSL e pelo presente estudo para incluir itens relevantes. Alguns desses itens podem efetivamente engendrar padrões diferenciados de resposta, o que implicaria baixos índices de fidedignidade segundo critérios psicométricos. Mesmo assim, julgamos que cabe agrupá-los e tratá-los como subtestes em decorrência da proximidade de conteúdo em termos de alfabetização científica, e com base nesse argumento justificamos a manutenção dos escores dos três subtestes, ainda que com as ressalvas apontadas em termos de qualidade psicométrica.

A Tabela 1 apresenta as correlações entre as notas declaradas dos alunos em seis disciplinas escolares e os subtestes do TACB-R. Para esses fins, a opção "Menos de 5" foi considerada como tendo valor 4, de modo a viabilizar os cálculos. Percebe-se que muitas medidas se correlacionam significativamente entre si, o que aponta que, de modo geral, há uma tendência de que os estudantes obtenham desempenhos razoavelmente similares em várias disciplinas. É pertinente apontar que as disciplinas Biologia, Física e Química se referem a ciências, enquanto Português, História e Matemática não o são diretamente. O subteste NC, contudo, correlacionou-se com duas disciplinas não científicas (Português e História) e uma científica (Química). O subteste CC correlacionou-se com Física, Química, História e Matemática, e o subteste ICTS correlacionou-se com as notas de Matemática e Química apenas. Observou-se também que a nota em Biologia não se correlacionou significativamente com nenhuma das medidas do teste. Os três subtestes correlacionaram-se significativamente entre si.

**Tabela 1:** Matriz de correlações envolvendo notas declaradas de disciplinas escolares e os três subtestes do TACB-R.

	Biolog.	Portug.	Hist.	Física	Matem.	Quím.	NC	CC	ICTS
Biolog.	1								
Portug.	.255**	1							
Hist.	.246**	.385**	1						
Física	.332**	.174**	.302**	1					
Matem.	.191**	.112**	.133**	.530**	1				
Quím.	.334**	.238**	.227**	.463**	.366**	1			
NC	.053	.183**	.260**	.043	.040	.148**	1		
CC	.060	.095	.159**	.142**	.200**	.205**	.514**	1	
ICTS	.033	.046	.071	.049	.175**	.105**	.414**	.575**	1

\*\* - correlação significativa no nível de 0.01 (bidirecional).

Os subtestes do TACB-R correlacionaram-se positivamente com o grau de interesse e frequência de busca de informação em ciência e tecnologia, relatados pelos participantes (ver Tabela 2). O interesse e a frequência de informação também se correlacionaram significativamente ( $r = .327$ ;  $p < 0,01$ ).

**Tabela 2:** Correlações entre os subtestes do TACB-R e graus de interesse e frequência de informação em ciência e tecnologia.

	NC	CC	ICTS
Interesse em C & T	.134**	.190**	.104*
Freq. Inform. C & T	.195*	.167**	.144**

\* - correlação significativa no nível de 0.05 (bidirecional).

\*\* - correlação significativa no nível de 0.01 (bidirecional).

Os desempenhos obtidos no TACB-R com os participantes da amostra real indicaram sua dificuldade e serviram de base para calcular os percentis de desempenho em cada um dos subtestes e do TACB-R em geral, representando a norma psicométrica correspondente aos alunos de ensino médio que participaram do estudo (ver Tabela 3). Os percentis calculados para o TACB-R foram solicitados visando-se divisões da amostra em três conjuntos de sujeitos com tamanhos similares para cada subteste. Como as faixas de desempenho foram determinadas com escores inteiros, em alguns casos a divisão resultou desigual, pela impossibilidade de forçar uma equivalência de subamostras quando houve concentração de sujeitos em uma dada faixa de escores.

**Tabela 3:** Percentis para a amostra de participantes (N = 411), referentes ao TACB-R como uma única medida e aos três subtestes.

Percentil	NC	CC	ICTS	TACB-R
1	3	14	2	21
5	5	18	4	30
10	7	21	4	33
25	8	26	6	41
50	10	31	7	49
75	11	36	8	54
90	13	39	9	59
95	13	41	10	61
99	15	43	11	64

Para o subteste Natureza da Ciência (NC), que possui itens que tratam de um entendimento sobre o método científico e processo de fazer ciência, e é composto por dezesseis itens, a faixa de baixo desempenho foi caracterizada por indivíduos que conseguiram até 9 acertos. A faixa de desempenho mediano incluiu indivíduos que obtiveram de 10 a 11 escores; e a faixa de alto desempenho, indivíduos com 12 acertos ou mais. Na faixa de desempenho inferior, foram classificados 185 indivíduos de 411 (45%); na faixa mediana, 137 (33,3%); e na superior, 89 (21,7%).

O subteste Conteúdo da Ciência (CC), sobre conhecimento de fatos científicos resultantes de pesquisas científicas, possui cinquenta itens no total. A faixa de baixo desempenho compreendeu indivíduos com até 28 acertos. A faixa intermediária teve indivíduos com 29 até 34 acertos, e a faixa de desempenho superior incluiu aqueles com 35 acertos ou mais. Na faixa de baixo desempenho, situaram-se 145 indivíduos (35,2%), enquanto 139 (33,9%) se situaram na faixa de desempenho médio e 127 (30,9%) na de alto desempenho.

Finalmente, no subteste Impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade (ICTS), composto por onze itens sobre os efeitos das descobertas científicas e tecnológicas sobre o mundo, a faixa inferior de desempenho abarcou indivíduos com até 6 acertos; a faixa intermediária teve indivíduos com 7 e 8 acertos; e a faixa de alto desempenho incluiu indivíduos com 9 acertos ou mais. Na faixa de desempenho inferior, situaram-se 153 indivíduos (37,2%); na faixa mediana, 160 (39%); e, na superior, 98 (23,8%).

### Representações sociais de ciência

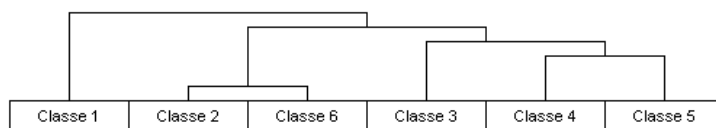
Apenas 343 indivíduos dos 411 responderam à questão aberta sobre o que é ciência, sendo 208 do sexo feminino (60,7% de 343) e 135 do sexo masculino (39,3%). Desses 343, 147 (42,9%) relataram baixa frequência de informação em ciência e tecnologia, enquanto os outros 196 (57,1%) relataram alta



freqüência de informação. Quanto ao interesse no assunto, 126 (36,7%) relataram baixo interesse, e 217 (63,3%) alto interesse. No subteste NC, 152 indivíduos (36,4%) classificaram-se na faixa de desempenho inferior, 114 (33,2%) na de desempenho mediano e 77 (22,4%) na faixa de desempenho superior. Para o subteste CC, a distribuição foi de 114 (33,2%) na faixa de desempenho inferior, 115 (33,6%) na de desempenho mediano e 114 (33,2%) na de desempenho superior. Quanto ao subteste ICTS, distribuíram-se 122 (35,6%) na faixa de desempenho inferior, 134 (39,1%) na faixa de desempenho médio e 87 (25,3%) na de alto desempenho.

Todas as 343 respostas da questão foram incluídas na análise, isto é, todas as unidades de contexto elementar foram aproveitadas. O corpus apresentou 7.162 ocorrências de palavras, sendo 1.100 palavras ou formas distintas: assim, a freqüência média de ocorrência por palavra foi 7. A classificação hierárquica descendente gerou seis classes, representadas em dendograma na Figura 1.

**Figura 1:** Classificação hierárquica descendente relativa à questão sobre ciência.



Os critérios para inclusão de palavras nas classes da classificação hierárquica descendente foram os seguintes: qui-quadrado maior ou igual a 3,84 ( $gl = 1$ ) e freqüência da palavra maior que a freqüência média 7. As classes resultantes da classificação hierárquica descendente são descritas na Tabela 4.

**Tabela 4:** Classes resultantes da classificação hierárquica descendente relativa à questão sobre ciência.

Classe	Síntese	UCE (%)	Palavras associadas (freqüência; $\chi^2$ )
1	Estudo de assuntos específicos.	51 (15,1%)	aprofundado (14; 37,6), assunto (20; 20,8), biologia (12; 22,7), detalhado (13; 35,4), determinado (16; 80,5), diversas (9; 39,3), dividida (8; 46), específica (11; 50,9), estudo (49; 7), exemplo (14; 40,2), química (10; 24,2).
2	Explicação do mundo e ligação com tecnologia.	44 (13%)	acho (8; 40,7), entender (12; 52,2), evolução (11; 45), explicar (9; 12,5), mundo (12; 29,1), poder (8; 5,4), tecnologia (9; 30,5).
6	Descobertas para resolver problemas.	59 (17,5%)	ajuda (10; 19,1), coisas (18; 5,4), conhecimento (12; 26,6), criação (8; 15,9), cura (9; 25,1), descobertas (28; 86,6), doenças (15; 41,9), humana (13; 4,3), meio (11; 25), novos (10; 21,2), pesquisas (10; 19,1), podemos (16; 29,3).
3	Estudo da natureza.	67 (19,9%)	acontece (8; 5,4), fenômenos (27; 88,1), meio ambiente (11; 35,6), natureza (29; 89,3), redor (8; 23,39), relacionado (8; 5,4).
4	Estudo do que existe no universo.	60 (17,8%)	coisas (20; 8,8), existem (19; 52,3), explica (10; 9,1), origem (8; 23,4), planeta (10; 15,1), seres (15; 26,7), universo (12; 13,1), vida (32; 15,2).
5	Estudo dos seres vivos.	56 (16,6%)	animais (21; 71,3), estudo (53; 6,2), humana (13; 5,2), plantas (14; 51,3), seres humanos (18; 26,4), seres vivos (25; 50,8).

A primeira divisão do corpus separou a classe 1 das demais. Trata-se de um contexto semântico segundo o qual a ciência foi concebida como um conjunto de disciplinas, cada uma delas voltada para o estudo de aspectos específicos da realidade, empreitada realizada com grande aprofundamento e detalhamento. Foram mencionados exemplos dessas disciplinas, como Química e Biologia. As cinco classes restantes dividiram-se em dois conjuntos. As classes 2 e 6 aproximaram-se mais entre si, enquanto as classes 3, 4 e 5 compuseram um outro agrupamento. A classe 2 enfatizou a ciência enquanto uma busca por explicações sobre o mundo, que possui uma finalidade prática, que permite avanços tecnológicos que contribuem para uma evolução contínua da humanidade. Já a classe 6 também trouxe conteúdos que abordaram os fins práticos da ciência, ao referir-se a descobertas realizadas por meio de pesquisas, possibilitando novas soluções para problemas da vida humana, como por exemplo doenças. O conjunto de classes formado pelas classes 3, 4 e 5, por fim, ligou a ciência a objetos de estudo. A classe 3 apresentou a ciência como estudo dos fenômenos naturais de modo global, abarcando meio ambiente e tudo a seu redor. As classes 4 e 5 foram mais semelhantes entre si: a primeira tratou da ciência por meio de um olhar tanto físico como biológico, o estudo da vida e do universo, incluindo todos os seres e suas origens. A segunda, por sua vez, enfocou uma visão biológica, situando a ciência como disciplina voltada para os seres vivos em geral, entre animais, plantas e seres humanos. Não houve nenhuma associação significativa entre as variáveis com modalidades de interesse em ciência e tecnologia, frequência de acesso à informação sobre ciência e tecnologia ou faixas de desempenho no TACB-R com classes derivadas da análise.

### Representações sociais da tecnologia

Trezentos e quarenta e cinco participantes responderam à questão aberta sobre tecnologia, sendo 208 do sexo feminino (60,2%) e 137 do sexo masculino (39,8%). Dos participantes, 145 (42%) relataram baixa frequência de informação e 200 (58%), alta frequência. Quanto ao interesse no assunto, 127 (36,8%) disseram ter baixo interesse e 218 (63,2%), alto interesse. No subtteste NC, 156 (45,2%) indivíduos foram classificados como tendo baixo desempenho, 110 (31,9%) com desempenho médio e 79 (22,9%) com alto desempenho. No subtteste CC, a distribuição foi de respectivamente 117 (34%), 114 (33%) e 114 (33%); para o subtteste ICTS, foi de 126 (36,5%), 133 (38,6%) e 86 (24,9%).

Assim como na questão sobre ciência, todas as UCEs foram aproveitadas na análise. O corpus apresentou 7.330 ocorrências de palavras, com 1.289 palavras distintas e frequência média de ocorrência 6. A Figura 2 apresenta a organização da classificação hierárquica descendente, que gerou quatro classes.

**Figura 2:** Classificação hierárquica descendente relativa à questão sobre tecnologia.



Os critérios para inclusão de palavras nas classes foram os mesmos empregados na questão sobre ciência. A Tabela 5 apresenta a descrição das classes resultantes. As quatro classes dividiram-se em dois conjuntos. As classes 1 e 3 foram mais semelhantes entre si, enquanto as classes 2 e 3 formaram outro segmento. A classe 1, típica de participantes com desempenho na faixa mediana do subtteste Conteúdo da Ciência, referiu-se a produtos da tecnologia que permitem melhora nos processos de comunicação do dia-a-dia, fornecendo exemplos: telefones celulares, computador, televisão, eletrônicos. A classe 3 enfatizou o aspecto evolutivo e os avanços da tecnologia, que ocorrem de modo rápido e têm alcance global, e fazem com que as pessoas vivam melhor. No outro conjunto de classes, observou-se a classe 2, que agrupou UCEs sobre o movimento de descoberta e transformação da natureza que tem o homem como sujeito, e que, por meio da manipulação de objetos, chega ao desenvolvimento e a constantes avanços e aprimoramento. Por fim, a classe 4 abordou as relações de tecnologia com a ciência, entendendo-se a tecnologia como decorrente de avanços científicos e estudos aprofundados. Com exceção da associação entre classe 1 e desempenho mediano no subtteste CC, não houve nenhuma associação entre variáveis de interesse, acesso à informação e desempenho no TACB-R com as classes da análise.

**Tabela 5:** Classes resultantes da classificação hierárquica descendente relativa à questão sobre tecnologia.

Classe	Síntese	UCE (%)	Palavras associadas (frequência; $\chi^2$ )
1	Produtos da tecnologia.	51 (15,2%)	celular (11; 45,6), computador (25; 85,2), comunicação (9; 13,3), dia (11; 5,4), eletrônicos (7; 24), exemplo (17; 49,2), máquinas (14; 9), meios (11; 20,4), televisão (11; 45,6), <i>Desempenho mediano no sub-teste CC</i> (24; 4,9).
3	Formas de avanços e inovações que facilitam a vida.	81 (24,1%)	coisas (24; 5), dia (15; 4,5), evolução (17; 24,2), forma (30; 41,4), inovações (7; 18), maneira (7; 14,6), mundo (14; 9,2), nova (13; 6,7), precisa (6; 14,9), rápida (11; 18,3), saber (7; 22,5), tecnologia (60; 10,5), traz (10; 27,7), vez (15; 17,4), viver (11; 23,7).
2	Manipulação de objetos pelo homem para chegar a avanços e desenvolvimento.	95 (28,3%)	aperfeiçoamento (7; 11,2), avanços (9; 6,5), criado (23; 35,5), descobrir (7; 11,2), desenvolvimento (17; 25,4), fazer (12; 5,2), homem (35; 60), inventar (8; 7,4), objetos (9; 19,4), passar (12; 13,8), seres humanos (7; 14,2), tempo (7; 5,5), tornando (8; 11,1), vem (11; 13,6), vida (32; 5,7).
4	Avanço da ciência.	109 (32,4%)	aperfeiçoamento (7; 5,1), avanço (45; 6,2), ciência (55; 63,2), científicos (7; 8,7), cotidiano (7; 5,1), descobertas (10; 6,9), estudos (11; 10,1), facilitar (30; 11,1), feito (11; 5,1), pesquisas (8; 6,7), produtos (7; 5,1), resultado (8; 13,5), técnicas (11; 16,8).

## DISCUSSÃO

O TACB-R foi a medida escolhida para aferir a condição de alfabetização científica dos participantes da pesquisa, com uma lógica diferente do TACB. Foi decidido que o TACB-R seria uma medida contínua de acertos dos três subtestes, considerados independentemente, para viabilizar a análise da distribuição dos desempenhos da amostra de modo mais detalhado e possibilitar usos da medida em associação a outros dados contínuos, como, por exemplo, a forma de correlações. Ressalta-se, contudo, que essa mudança foi uma opção dos autores.

Quanto às associações dos escores dos subtestes com declarações de desempenho escolar dos participantes, foram observadas, de modo geral, correlações significativas com disciplinas científicas, especialmente a disciplina de Química, que se correlacionou com os três subtestes. Foi observada também co-variação de História, disciplina não considerada no teste, com os subtestes Natureza e Conteúdo da Ciência. Uma novidade foi a correlação da disciplina de Língua Portuguesa com o subteste Natureza da Ciência, enquanto não houve correlação significativa envolvendo a disciplina de Biologia. Assim, há evidências de associação entre alfabetização científica e aproveitamento escolar, como seria de fato esperado.

Todavia, verificou-se que não há padrão claro de quais disciplinas estão mais associadas aos subtestes, e que as correlações, ainda que significativas, são fracas ou moderadas. Uma conclusão possível a partir desses dados é a de que a aprendizagem realizada na instituição e a aprendizagem ligada à alfabetização científica não estejam totalmente relacionadas. Seria necessário ensinar outros assuntos, ou ensinar empregando outros métodos, para que os estudantes adquiram níveis satisfatórios de conhecimento científico? É uma interrogação que não podemos responder com os dados de que dispomos.

Os três subtestes do TACB-R correlacionaram-se significativamente com medidas de interesse em ciência e tecnologia e frequência de busca de informação nessas áreas. Trata-se de um resultado coerente, se for considerado o fato de que indivíduos com maiores níveis de informação sobre o assunto em geral buscam mais leituras e informações.

É pertinente apontar que os resultados se referem a um contexto específico. A amostra de participantes reflete um universo extremamente localizado, de uma escola pública de grande porte na cidade de Florianópolis. Idealmente, seria recomendável realizar pesquisas de validação do TACB com amostras representativas de âmbito regional e nacional, obtidas segundo processos aleatórios de amostragem. Especialmente por essa razão, atentamos para o fato de que a tabela de percentis apresentada no presente texto (Tabela 7) reflete somente a distribuição de desempenhos de estudantes de uma instituição de ensino; sua generalização para outros contextos seria inadequada.

Quanto às representações de ciência e tecnologia compartilhadas pelos estudantes, verificaram-se concepções inter-relacionadas dos dois objetos sociais. Os estudantes pensam a ciência como explicação para o mundo e estudo da natureza, dos seres vivos e do que existe no universo em geral, empreendimento que se organiza em disciplinas delimitadas, caracterizando-se pela busca de resposta a problemas e ao desenvolvimento de soluções tecnológicas. A tecnologia, por sua vez, é decorrente do avanço das ciências, e por meio da manipulação de objetos o homem chega a produtos que facilitam a vida no cotidiano. As representações dos participantes da pesquisa sobre ciência e tecnologia são mais simples que as dos cientistas que participaram do estudo de Nascimento-Schulze et al. (2003), já que os estudantes não possuem o nível de conhecimento e prática de pesquisa dos profissionais participantes da primeira pesquisa. Mesmo assim, conservam-se alguns elementos, mencionados por ambos, tais como desenvolvimento, pesquisa, conhecimento. Observa-se também uma ligação entre representações de ciência e tecnologia e certa sobreposição, uma vez que as duas prestam-se à resolução de problemas práticos. A complexidade que assumem as relações entre os elementos de conteúdo é menos sofisticada no caso dos alunos, mas para poder afirmar com certeza o grau de semelhança ou diferença entre as representações sociais de estudantes e cientistas, faz-se necessário um estudo comparativo voltado para as estruturas representacionais. Considera-se que, no presente estudo, obteve-se indícios dos conteúdos de representações sociais, pois para uma descrição pormenorizada das teorias do senso em comum dos estudantes seria necessária uma investigação mais completa e aprofundada.

A respeito da relação entre alfabetização científica e os conteúdos representacionais, cabe apontar que, se os participantes se segmentaram quanto aos aspectos das representações de ciência e tecnologia que foram por eles comentados, essa divisão não se deu de acordo com algum padrão de interesse, frequência de informação ou desempenho no TACB-R. O presente estudo sugere a necessidade de um maior aprofundamento acerca da relação entre alfabetização científica e representações sobre ciência e tecnologia. Aparentemente, não é uma relação simples do tipo quanto mais conhecimento, mais sofisticada, abstrata ou complexa é a representação.

Em síntese, foi observado que o nível de conhecimento de estudantes de ensino médio em ciência e tecnologia se correlaciona positivamente com diversas disciplinas escolares, bem como com o interesse em ciência e tecnologia e frequência de informação sobre esses assuntos. As representações sociais desses estudantes sobre ciência e tecnologia dão conta de vários aspectos desses objetos sociais, destacando sua relevância para o cotidiano ao possibilitar a resolução de problemas e facilitação da vida das pessoas. Em termos de ciência, está presente também uma visão de que se trata de um estudo do que existe na natureza, enquanto a tecnologia é entendida como avanço decorrente de manipulação do meio pelo homem. Ambos os objetos sociais são vistos como inter-relacionados pelos participantes. Por fim, não foi verificada associação entre conteúdos das representações e graus de interesse em ciência e tecnologia, frequência de acesso a informações sobre ciência e tecnologia ou faixas de desempenho na medida de alfabetização científica.

## REFERÊNCIAS

AAAS – American Association for the Advancement of Science. *Project 2061: Science for all Americans*. Washington: AAAS, 1989.

CAMARGO, B. V. Alceste: um programa informático de análise quantitativa de dados textuais. In: MOREIRA, A. S. P.; JESUÍNO, J. C.; CAMARGO, B. V. (Orgs.). *Perspectivas teórico-metodológicas em representações sociais*. João Pessoa: UFPB, 2005. p. 511-539.

DURANT, J. R. What is scientific literacy? In: DURANT, J. R. ; GREGORY, J. (Orgs.). *Science and culture in Europe*. London: Science Museum, 1993. p. 129-137.

\_\_\_\_\_; EVANS, G. A.; THOMAS, G. P. The public understanding of science. *Nature*, v. 340, n. 6.228, p. 11-14, 1989.

HURD, P. de H. Science literacy: its meaning for American schools. *Educational Leadership*, v. 16, n. 1, p. 13-16, 1958.

JENKINS, E. W. Scientific literacy. In: HUSEN, T.; POSTLETHWAITE, T. N. (Orgs.). *The international encyclopaedia of education*. Oxford: Pergamon Press, 1994, vol. 9. p. 5.345.

JODELET, D. Representações sociais: um domínio em expansão. In: JODELET, D. (Org). *As representações sociais*. Rio de Janeiro: UERJ, 2001. p. 17-44.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

\_\_\_\_\_; SPARGO, P. E. Construction of a paper-and-pencil test of basic scientific literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. *Public Understanding of Science*, v. 5, p. 331-359, 1996.

\_\_\_\_\_. Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: a baseline survey. *South African Journal of Science*, v. 95, n. 10, p. 427-432, 1999.

MAIENSCHIN, J. Commentary: to the future – arguments for scientific literacy. *Science Communication*, v. 21, n. 1, p. 38-63, 1999.

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia; ABC – Academia Brasileira de Ciências (Orgs.); SILVA, C. G. da; MELLO, L. C. P. (Coords.). *Livro verde: o debate necessário*. Ciência, Tecnologia, Inovação. Desafio para a Sociedade Brasileira. Brasília: MCT, 2001.

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

\_\_\_\_\_. Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology. *Public Understanding of Science*, v. 1, n. 1, p. 23-26, 1992.

\_\_\_\_\_. The development of civic scientific literacy in the United States. In: KUMAR, D. D.; CHUBIN, D. E. (Orgs.). *Science, technology and society: a sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer Academy/Plenum, 2000a. p. 21-47.

\_\_\_\_\_. Scientific literacy and citizenship in the 21<sup>st</sup> century. In: SCHIELE, B.; KOSTER, E. (Orgs.). *Science centers for this century*. Quebec: Multimondes, 2000b. p. 369-411.

MOSCOVICI, S. *La psychanalyse, son image et son public*. Paris: PUF, 1976.

\_\_\_\_\_. O fenômeno das representações sociais. In: MOSCOVICI, S. (Org.). *Representações sociais: investigações em psicologia social*. Petrópolis: Vozes, 2003.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. Um estudo sobre alfabetização científica com jovens catarinenses. *Psicologia Teoria e Prática*, v. 8, n. 1, p. 95-106, 2006.

\_\_\_\_\_; FRAGNANI, E.; CARBONI, L. R.; SCHUCMAN, L. V. Representações sociais de ciência e tecnologia e práticas de laboratório: um estudo com pesquisadores do CNPq em laboratórios universitários. In: *Textos completos da 3ª Jornada Internacional sobre Representações Sociais*. Rio de Janeiro: UERJ, 2003. p. 672-684.

NUNNALLY, J. *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill, 1978.

PASQUALI, L. *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e educação*. Petrópolis: Vozes, 2003.

REINERT, M. Alceste: une méthodologie d'analyse des données textuelles et une application: A. G. de Nerval. *Bulletin de Méthodologie Sociologique*, v. 28, p. 24-54, 1990.

SHAMOS, M. H. *The myth of scientific literacy*. New Brunawich: Rutgers University Press, 1995.

WATERMAN, A. T. National Science Foundation: a ten-year resumé. *Science*, v. 131, n. 3.410, p. 1.341-1.354, 1960.

#### **Endereço para correspondência**

Clélia Nascimento Schulze  
E-mail: [cleli@matrix.com.br](mailto:cleli@matrix.com.br)

Brigido Camargo  
E-mail: [bcamargo@cfh.ufsc.br](mailto:bcamargo@cfh.ufsc.br)

João Wachelke  
E-mail: [wachelke@yahoo.com](mailto:wachelke@yahoo.com)

Recebido em: 19/01/2007  
Revisado em: 25/01/2007  
Aprovado em: 29/01/2007